CAPÍTULO 2 – EXPLANACIONES

ART. 200	DESMONTE Y LIMPIEZA
ART. 201	DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN
ART. 203	TRASPLANTE DE ÁRBOLES
ART. 210	EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS
ART. 211	REMOCIÓN DE DERRUMBES
ART. 220	TERRAPLENES
ART. 221	PEDRAPLENES
ART. 223	TERRAPLENES REFORZADOS CON GEOSINTÉTICOS
ART. 230	MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON ADICIÓN DE MATERIALES
ART. 231	SEPARACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES CON GEOTEXTIL
ART. 232	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE CON GEOTEXTIL
ART. 233	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y REFUERZO DE CAPAS GRANULARES CON GEOMALLAS
ART. 234	CONFORMACIÓN DE TALUDES EXISTENTES
ART. 235	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE CON CEMENTO
ART. 236	ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CAL

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

DESMONTE Y LIMPIEZA

ARTÍCULO 200 – 13

200.1 DESCRIPCIÓN

200.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que ocuparán las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo incluye el retiro y la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza, previa autorización del Interventor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes.

200.1.2 Clasificación

El desmonte y limpieza se clasificará de acuerdo con los siguientes criterios:

200.1.2.1 Desmonte y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

200.1.2.2 Desmonte y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

200.2 MATERIALES

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desmonte y limpieza, se dispondrán de acuerdo con lo establecido en el numeral 200.4.4.

200.3 EQUIPO

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de desmonte y limpieza deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y su eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de esta especificación.

200.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

200.4.1 Desmonte y limpieza

Los trabajos de desmonte y limpieza se deberán efectuar en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste, tomando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias. Salvo que los documentos del proyecto indiquen algo diferente, dichas zonas deberán abarcar, como mínimo, los límites indicados en la Tabla 200 - 1.

Por ningún motivo se permitirá el procedimiento de desmonte mediante quema, así sea controlada. Tampoco se permitirá el uso de herbicidas sin previo permiso de la autoridad ambiental competente.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se procurará que los árboles que han de ser derribados caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el Interventor.

Las ramas de los árboles que se extiendan sobre el área que, según el proyecto, vaya a estar ocupada por la corona de la vía, deberán ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de seis metros (6 m), a partir del borde de la superficie de la misma.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 200 - 1. Límite de áreas para desmonte y limpieza

TIPO DE ZONA	LÍMITE ÁREA
Áreas de fundación de terraplenes.	Hasta 1.00 m más afuera del pie del terraplén.
Áreas de excavación.	Hasta 1.00 m más afuera de los bordes superiores.
Fajas de emplazamiento de canales, zanjas y otras obras de drenaje.	Hasta 0.50 m más afuera de las líneas de borde.
Áreas de excavación para fundaciones de estructuras.	Hasta 1.00 m más afuera de las líneas de excavación.
Áreas de emplazamiento de las cercas que delimitan la faja de derecho de vía.	En 1.00 m de ancho.
Áreas de cauce de escurrimientos naturales.	Toda el área dentro de los límites definidos por el proyecto.

200.4.2 Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deberán ser removidos hasta una profundidad no menor de sesenta centímetros (60 cm), contados desde la superficie de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deberán eliminar hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que se deba descubrir de acuerdo con las necesidades del proyecto y a juicio del Interventor.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se podrán cortar a ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y éste se conformará y apisonará hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente y hasta que la superficie se ajuste a la del terreno circundante.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

200.4.3 Descapote

El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el desmonte y la limpieza no deberá ser incluido dentro del trabajo objeto del presente Artículo. Dicho trabajo se encontrará cubierto por el Artículo 210, “Excavación de la explanación, canales y préstamos”.

200.4.4 Remoción y disposición de materiales

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán ser apilados debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Interventor.

El resto de los materiales provenientes del desmonte y la limpieza deberá ser retirado del lugar de los trabajos y transportado y depositado en los lugares establecidos en los documentos del proyecto o señalados por el Interventor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, extendiéndolos en capas dispuestas de forma que se reduzca al mínimo la formación de huecos. Cada capa se deberá cubrir o mezclar con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior se deben extender al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

El trabajo de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

200.4.5 Orden de las operaciones

Los trabajos de desmonte y limpieza se deben efectuar con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto dichos trabajos lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, se deberán levantar secciones transversales del terreno original, las cuales servirán para determinar los volúmenes de la capa vegetal y del movimiento de tierra.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Si después de ejecutados el desmonte y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al Constructor, éste deberá efectuar una nueva limpieza, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

200.4.6 Limitaciones de Ejecución

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar.

200.4.7 Manejo ambiental

Cuando la autoridad competente lo permita, la materia vegetal inservible y los demás desechos del desmonte y limpieza se podrán quemar en un momento oportuno y de una manera apropiada para prevenir la propagación del fuego. El Constructor será responsable tanto de obtener el permiso para la quema, como de cualquier conflagración que resulte de dicho proceso.

Por ningún motivo se permitirá que los materiales de desecho se incorporen en la construcción de los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales.

Tampoco se permitirá el uso de explosivos para la remoción de la vegetación.

200.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

200.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desmonte y limpieza se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.

El Interventor señalará todos los árboles que deban quedar de pie y ordenará las medidas para evitar que sean dañados.

El Constructor aplicará las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales, y el Interventor velará por su cumplimiento.

El Interventor medirá las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo a esta especificación.

200.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

La actividad de desmonte y limpieza se considerará terminada cuando la zona quede despejada para permitir que se continúe con las siguientes actividades de la construcción. Para efectos de medida y pago, el Interventor únicamente controlará las zonas donde el desmonte y la limpieza se realicen en una longitud no mayor de un kilómetro (1 km) adelante del frente de la explanación.

200.6 MEDIDA

La unidad de medida del área desmontada y limpiada será la hectárea (Ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán para pago las áreas correspondientes a:

- Calzadas de vías existentes.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Áreas desmontadas y limpiadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto.

- Áreas que el constructor haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

200.7 FORMA DE PAGO

El pago del desmonte y limpieza se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el Interventor.

El precio deberá cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones; y disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales, así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El pago por concepto de desmonte y limpieza se hará independientemente del correspondiente a la excavación o el descapote en los mismos sitios, aún cuando los dos trabajos se ejecuten en una sola operación. El descapote y la excavación se medirán y pagarán de acuerdo con el Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos", ítem Excavación en material común.

El pago de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

200.8 ÍTEM DE PAGO

200.1	Desmonte y limpieza en bosque	Hectárea (ha)
200.2	Desmonte y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN

ARTÍCULO 201 – 13

201.1 DESCRIPCIÓN

201.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el Interventor. Incluye:

- Retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto;

- Manejo, desmontaje, traslado y el almacenamiento de estructuras existentes;

- Remoción de cercas de alambre y otros obstáculos;

- Remoción de especies vegetales que no van a ser trasplantadas y que no se encuentren dentro de áreas que son objeto de trabajos de desmonte y limpieza;

- Suministro, colocación y conformación del material de relleno para zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Interventor.

El trabajo de remoción de especies vegetales situadas en áreas que son objeto de trabajos de desmonte y limpieza será cubierto por el Artículo 200, “Desmonte y Limpieza”.

El trabajo remoción de especies vegetales que van a ser trasplantadas será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

201.1.2 Clasificación

La demolición total o parcial y la remoción de estructuras y obstáculos, se clasificarán de acuerdo con los siguientes criterios:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Demolición de estructuras existentes;
- Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas;
- Remoción de especies vegetales;
- Remoción de cercas de alambre;
- Remoción de obstáculos;
- Remoción de ductos de servicios existentes;
- Traslado de postes y torres;
- Remoción de rieles, defensas metálicas y barreras de seguridad.

201.2 MATERIALES

Los materiales provenientes de la demolición que, a juicio del Interventor, sean aptos para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas del proyecto, se deberán utilizar para este fin.

El material que suministre el Constructor para el relleno de las zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, deberá tener la aprobación previa del Interventor.

201.3 EQUIPO

Los equipos que emplee el Constructor en esta actividad deberán tener la aprobación previa del Interventor y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo ameriten, el Interventor podrá autorizar el uso de explosivos, asumiendo el Constructor la responsabilidad de cualquier daño causado por un manejo incorrecto de ellos.

Para remover estructuras, especies vegetales, obstáculos, cercas y conducciones de servicios y demás elementos considerados en el presente Artículo, se deberán utilizar equipos que no les produzcan daño, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

201.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

201.4.1 Generalidades

Antes de iniciar los trabajos de demolición de estructuras, el Constructor deberá elaborar un estudio de demolición en el cual se deberán definir como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación;
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los armazones y cimbras necesarios;
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas;
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno;
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición;
- Medios de evacuación y definición de zonas de disposición de los productos de la demolición;
- Cronogramas de trabajos;
- Pautas de control;
- Medidas de seguridad y salud.

El estudio de demolición debe ser aprobado por el Interventor antes de iniciar los trabajos de demolición. Tal autorización no exime al Constructor de su responsabilidad por las operaciones aquí señaladas, ni del cumplimiento de estas especificaciones y de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de transporte y almacenamiento de los productos de la construcción; así como de las demás condiciones pertinentes establecidas en los documentos del contrato.

El Constructor será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, así como a redes de servicios públicos, o

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

El Constructor deberá colocar señales y luces que indiquen, durante el día y la noche, los lugares donde se realicen trabajos de demolición o remoción, de acuerdo con las disposiciones vigentes, y será responsable de mantener la vía transitable, cuando ello se requiera.

Los trabajos se deberán efectuar en tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de la vía materia del contrato, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Si los trabajos aquí descritos afectan el tránsito normal en la vía objeto del contrato y en sus intersecciones, el Constructor será el responsable de mantenerlo adecuadamente, de acuerdo con las disposiciones y reglamentaciones vigentes del Ministerio de Transporte y del Instituto Nacional de Vías.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, cable, gas, teléfono, acueducto, alcantarillado), conductos de combustible, ferrocarriles u otros modos de transporte, el Constructor deberá coordinar y colaborar con las entidades encargadas del mantenimiento de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas.

Cuando se utilicen explosivos, se deberá llevar un registro detallado de su clase, proveedor, existencias y consumo, así como de los demás accesorios requeridos; y se confiará a personas experimentadas su uso, manejo y almacenamiento, de manera que se sujeten a las leyes y reglamentos de las entidades que los controlan. Si la demolición aconseja el uso de explosivos, pero éstos no sean admisibles por su impacto ambiental, se deberá recurrir a técnicas alternativas tales como la fracturación hidráulica o el uso de cemento expansivo.

Al finalizar cada jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

Todos los procedimientos aplicados en el desarrollo de los trabajos de demolición y remoción deberán ceñirse a las exigencias del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y a las del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

201.4.2 Demolición total o parcial de estructuras existentes

201.4.2.1 Demolición de edificaciones

Se refiere al derribo parcial o total de las casas o edificios, incluyendo cimientos y otros bienes que sea necesario eliminar para el desarrollo de los trabajos del proyecto, de acuerdo con lo que indiquen los planos o las especificaciones particulares.

El Constructor deberá proteger las edificaciones y estructuras vecinas a las que se han de demoler y construirá las defensas necesarias para su estabilidad y protección; tomará las medidas indispensables para la seguridad de personas y especies animales y vegetales que puedan ser afectadas por los trabajos.

Los cimientos de las edificaciones que se vayan a demoler se deberán romper y remover, hasta una
profundidad mínima de treinta centímetros (30 cm) por debajo de los niveles en que hayan de operar los equipos de compactación en los trabajos de explanación o construcción de bases y estructuras del proyecto. En los sótanos, se deberá retirar todo escombro o material objetable, eliminando también los tabiques interiores u otros elementos de la edificación, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

Si la edificación tiene instalaciones de servicios públicos, sus acometidas deberán ser neutralizadas, en acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de las mismas. Posteriormente, las conexiones, así como los pozos sépticos u obras similares, deberán ser removidos y las zanjas resultantes se rellenarán con material adecuado, previamente aprobado por el Interventor.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de demolición se deberán rellenar hasta el nivel del terreno circundante y si éstas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno se deberá compactar de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 220, "Terraplenes".

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

201.4.2.2 Demolición de puentes, alcantarillas y otras estructuras

Cuando estas estructuras se encuentren en servicio para el tránsito público, el Constructor no podrá proceder a su demolición hasta cuando se hayan efectuado los trabajos necesarios para no interrumpir el tránsito. El diseño y la construcción de las obras provisionales destinadas a mantener el servicio y el tránsito, serán de cargo y responsabilidad del Constructor.

A menos que los documentos del proyecto establezcan otra cosa o que el Interventor lo autorice de manera diferente, las infraestructuras existentes deberán ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río o quebrada, y las partes que se encuentren fuera de la corriente se deberán demoler hasta por lo menos treinta centímetros (30 cm) más abajo de la superficie natural del terreno. Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de la nueva estructura, dichas partes se deberán demoler hasta donde sea necesario, para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Los cimientos y otras estructuras subterráneas deberán ser demolidas hasta las siguientes profundidades mínimas:

- En áreas de excavación, un metro (1 m) por debajo de la superficie subrasante proyectada.

- En áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de un metro (1 m) o menos, un metro (1 m) por debajo de la subrasante proyectada.

- En áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de más de un metro (1 m) de altura, no es necesario demoler la estructura más abajo del nivel del terreno natural, salvo que los documentos del proyecto presenten una indicación diferente.

Cuando se deba demoler parcialmente una estructura que forme parte del proyecto, los trabajos se efectuarán de tal modo que sea mínimo el daño a la parte de la obra que se vaya a utilizar posteriormente. Los bordes de la parte

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

utilizable de la estructura deberán quedar libres de fragmentos sueltos y listos para empalmar con las ampliaciones proyectadas.

Las demoliciones de estructuras se deberán efectuar con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que el pliego de condiciones o los documentos del proyecto lo establezcan de otra manera.

201.4.2.3 Demolición de pavimentos rígidos, pisos y andenes de concreto y bordillos

Los pavimentos rígidos, andenes y bordillos de concreto, bases de concreto y otros elementos cuya demolición esté prevista en los documentos del proyecto, deberán ser demolidos con equipos apropiados y removidos en fracciones de tamaño adecuado, para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos como sea autorizado por el Interventor. En caso de utilizar equipo pesado, el trabajo se deberá suspender a una distancia prudente para no causar daños a las estructuras que seguirán en servicio.

En caso de que resultara dañada o removida una superficie mayor que la contemplada, será de cargo del Constructor la reposición de ella a entera satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Las áreas donde se remuevan andenes deberán ser mantenidas libres de escombros, con el objetivo de que la circulación de los peatones permanezca expedita y segura.

Cuando los productos de demolición se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no deberá exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa en la cual se vaya a colocar. En ningún caso, el volumen de los fragmentos deberá exceder de veintiocho decímetros cúbicos (28 dm^3), debiendo ser apilados en los lugares indicados en los planos del proyecto o en las especificaciones particulares, a menos que el Interventor autorice otro lugar.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

201.4.3 Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas

Comprende la identificación, clasificación y marca de todos los elementos de las estructuras metálicas, en concordancia con los planos de taller previamente elaborados por el Constructor, para facilitar su utilización posterior, y su desmontaje y traslado al sitio de almacenamiento o nuevo montaje, de acuerdo con lo indicado por los documentos del proyecto, a satisfacción del Interventor.

El retiro de toda alcantarilla que deba ser quitada, se hará cuidadosamente y tomando las precauciones necesarias para evitar que se maltrate o rompa. La alcantarilla que vaya a ser colocada nuevamente, deberá ser trasladada y almacenada cuando sea necesario, para evitar pérdidas o daños, antes de ser instalada de nuevo. El Constructor deberá reponer, a su costa, todo tramo de alcantarilla que se extravíe o dañe, si ello obedece a descuido de su parte.

201.4.4 Remoción de especies vegetales

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deberán ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deberán ser apilados debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el Interventor.

El resto de los materiales resultantes de la remoción de especies vegetales deberá ser retirado del lugar de los trabajos y transportado y depositado en los lugares establecidos en los documentos del proyecto o señalados por el Interventor, donde dichos materiales deberán ser enterrados convenientemente, extendiéndolos en capas dispuestas de forma que se reduzca al mínimo la formación de huecos. Cada capa se deberá cubrir o mezclar con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior se deben extender al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto. Estos materiales no se extenderán en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de cualquier tipo, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deberán eliminar hasta la profundidad que se indique en los documentos del proyecto, la cual no

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

será menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo del nivel apoyo de los terraplenes, de las estructuras o de los rellenos de cimentación de éstas.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se podrán cortar a ras del suelo, si los documentos del proyecto no especifican otra cosa.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de remoción de especies vegetales se deberán rellenar hasta el nivel del terreno circundante y, si éstas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno se deberá compactar de acuerdo con los requisitos aplicables del Artículo 220, "Terraplenes".

El trabajo de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) será cubierto por el Artículo 203, "Trasplante de árboles".

201.4.5 Remoción de cercas de alambre

El Constructor deberá remover, trasladar y reinstalar las cercas de alambre en los nuevos emplazamientos, cuando ello esté considerado en los documentos del proyecto o lo señale el Interventor. El traslado se deberá realizar evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas. Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se ubicarán en los sitios que defina el Interventor.

El relleno de los espacios dejados por los postes removidos y que no sean ocupados por las obras proyectadas, se realizará con un material similar al circundante.

201.4.6 Remoción de obstáculos

Según se muestre en los planos o en las especificaciones particulares, el Constructor deberá eliminar, retirar o recolocar obstáculos individuales tales como postes de kilometraje, señales, monumentos y otros. Cuando ellos no se deban remover, el Constructor deberá tener especial cuidado, a efecto de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los documentos citados o sean autorizadas por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

201.4.7 Remoción de ductos de servicios existentes

El Constructor deberá retirar, cambiar, restaurar o proteger contra cualquier daño, las conducciones de servicios públicos o privados existentes según se contemple en los planos del proyecto o las especificaciones particulares.

Ningún retiro, cambio o restauración se deberá efectuar sin la autorización escrita de la entidad afectada y se deberán seguir las indicaciones de ésta con especial cuidado y tomando todas las precauciones necesarias para que el servicio no se interrumpa o, si ello es inevitable, reduciendo la interrupción al mínimo tiempo necesario para realizar el trabajo, a efecto de causar las menores molestias a los usuarios.

Cuando el trabajo consista en protección, el Constructor deberá proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los planos o en las especificaciones particulares o que sean autorizadas por el Interventor.

Cuando la entidad afectada estime que debido al estado en el cual se encuentra el ducto, resulta imposible obtener partes recuperables del mismo, el Constructor procederá a su demolición.

201.4.8 Traslado de postes y torres

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su traslado esté debidamente aprobado por la entidad propietaria o concesionaria de servicios públicos, el Constructor procederá a ejecutar la remoción, traslado y reinstalación o disposición de postes y torres de servicio eléctrico, telefónico y otros existentes que no sean removidos o trasladados directamente por la entidad de servicios públicos propietaria o concesionaria de los mismos. El Constructor deberá gestionar todos los permisos para la ejecución de esta labor ante la entidad competente.

Esta actividad incluye, también, la demolición de los soportes de dichos elementos que se conviertan en obstáculos para las obras del proyecto, así como la remoción, transporte y disposición, en sitios de desecho definidos en el proyecto o autorizados por el Interventor, de todos los postes y elementos de los mismos que no sean reutilizables.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El Constructor deberá solicitar al propietario o concesionario correspondiente la realización de las modificaciones necesarias de las redes con la debida anticipación. Los traslados de las redes serán ejecutados directamente por el propietario o por el concesionario de la instalación o por quien él autorice de manera expresa.

201.4.9 Remoción de rieles

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su remoción esté debidamente aprobada por la entidad afectada, el Constructor deberá retirar los rieles en la longitud autorizada, trasladarlos y depositarlos en el sitio que ordene dicha entidad.

201.4.10 Remoción de defensas metálicas y barreras de seguridad de hormigón

Antes de iniciar obras en un sector de vía que se encuentre en servicio, se deberán retirar todas las defensas metálicas y barreras de seguridad existentes en las áreas afectadas.

La remoción de estos elementos se deberá realizar empleando procedimientos que eviten todo daño innecesario o no previsto. Las defensas se deberán desarmar cuidadosamente y, a continuación, el Constructor procederá a excavar alrededor de los postes que las sustentaban, de manera de poder retirarlos sin producirles ningún daño.

Si el proyecto contempla la rehabilitación y reinstalación de los elementos retirados, será de responsabilidad del Constructor su traslado, almacenamiento, limpieza y cuidado hasta el momento de su nueva reinstalación, actividades cuyo costo se deberá encontrar incluido dentro del precio unitario de esta partida de trabajo. Si la reinstalación no está prevista, el Constructor deberá trasladar y almacenar los elementos donde lo señalen los documentos del proyecto o el Interventor.

Todos los orificios dejados por las remociones que no vayan a ser ocupados por las obras del proyecto deberán ser rellenados por el Constructor, con un material igual al circundante.

201.4.11 Disposición de los materiales

A juicio del Interventor y de acuerdo con sus instrucciones al respecto, los materiales de las edificaciones o estructuras demolidas, que sean aptos y necesarios para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

laterales del proyecto, se deberán utilizar para ese fin. Salvo que los documentos del proyecto contemplen lo contrario, todos los demás materiales provenientes de estructuras demolidas quedarán de propiedad del Constructor, quien deberá trasladarlos o disponerlos fuera de la zona de la vía, en un lapso no mayor a 24 horas después de efectuada la demolición, con procedimientos adecuados y en los sitios aprobados por el Interventor.

Los elementos que deban ser almacenados según lo establezcan los planos o las especificaciones particulares, se trasladarán al sitio establecido en ellos y se dispondrán de la manera que resulte apropiada para el Interventor.

Los elementos que deban ser relocalizados se deberán trasladar al sitio de nueva ubicación que indiquen los planos, donde se montarán de manera que se garantice su correcto funcionamiento.

201.4.12 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de demolición y remoción se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

201.4.13 Manejo ambiental

Todas las labores de demolición, remoción y disposición de materiales se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

201.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

201.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos;

- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos;

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.

El Interventor identificará todos los elementos que deban ser demolidos o removidos; así mismo, señalará los elementos que deban permanecer en el sitio y ordenará las medidas para evitar que ellos sean dañados.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

201.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor considerará terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona donde ellos se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

En general, en caso de que por el uso de procedimientos inadecuados resultara dañado o removido cualquier elemento que no esté contemplado en el proyecto, será de cargo y costo del Constructor la reposición de éste a entera satisfacción del Interventor.

201.6 MEDIDA

La medida para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones del Interventor, se hará de acuerdo con las siguientes modalidades:

a) Global (gl), en cuyo caso no se harán mediciones;

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

b) Por unidad completa (u), cuando se trate de demolición de obstáculos, edificaciones, puentes, alcantarillas y otras estructuras o remoción de estructuras metálicas, especies vegetales, obstáculos, postes y torres;
c) Por kilogramo (kg) aproximado al entero, en cuanto se trate del desmontaje y traslado de estructuras metálicas;

d) Por metro cúbico (m^3), aproximado al entero, en el caso de demolición de estructuras, cuando su tipo permita la cuantificación en esa unidad;

e) Por metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, en el caso de demolición de pavimentos rígidos, andenes de concreto y pisos. En este caso, la medida de la estructura se efectuará antes de destruirla;

f) Por metro lineal (m), aproximado al entero, cuando se trate de la demolición de bordillos y del retiro de estructuras tales como alcantarillas, cercas de alambre, ductos de servicios existentes, defensas metálicas, barreras de seguridad, rieles y otros obstáculos que sean susceptibles de ser medidos por su longitud.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

201.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, explosivos, asesoría, equipo, herramientas, materiales, apuntalamientos, andamios, obras para la protección de terceros; las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separación de materiales aprovechables, cargue y transporte de éstos al lugar de depósito, descargue y almacenamiento; remoción de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio, restauración o demolición de conducciones de servicios existentes; cargue de materiales desechables, transporte y descargue en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir, además, la protección de aquellos elementos que, aunque se encuentren en la zona de los trabajos, no deban ser removidos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

La reinstalación de estructuras metálicas y tubos de alcantarillas no se encuentran cubiertas por el presente Artículo.
El precio unitario del traslado de postes o torres deberá incluir los costos de las gestiones ante los propietarios o concesionarios de las redes de servicios correspondientes.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización. En los casos en que no se autorice el uso de explosivos el precio unitario deberá considerar el suministro y aplicación de los productos alternativos.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos por concepto de la excavación para la demolición y remoción y por el suministro, conformación y compactación del material para relleno de todas las cavidades resultantes; la señalización temporal requerida y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

201.8 ÍTEM DE PAGO

201.1	Demolición de edificaciones	Global (gl)
201.2	Demolición de estructuras	Global (gl)
201.3	Demolición de pavimentos rígidos, pisos, andenes y bordillos de concreto	Global (gl)
201.4	Demolición de obstáculos	Global (gl)
201.5	Demolición de edificaciones	Unidad (u)
201.6	Demolición de estructuras	Unidad (u)
201.7	Demolición de estructuras	Metro cúbico (m^3)
201.8	Demolición de pavimentos rígidos	Metro cuadrado (m^2)
201.9	Demolición de pisos y andenes de concreto	Metro cuadrado (m^2)
201.10	Demolición de bordillos de concreto	Metro lineal (m)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

201.11	Desmontaje y traslado de estructuras metálicas	Kilogramo (kg)
201.12	Remoción de especies vegetales	Unidad (u)
201.13	Remoción de obstáculos (Se deberá hacer un ítem de pago para cada tipo de obstáculo	Unidad (u)
201.14	Remoción de ductos de servicios existentes	Metro lineal (m)
201.15	Remoción de alcantarillas	Metro lineal (m)
201.16	Remoción de cercas de alambre	Metro lineal (m)
201.17	Traslado de postes	Unidad (u)
201.18	Traslado de torres	Unidad (u)
201.19	Remoción de rieles	Metro lineal (m)
201.20	Remoción de defensas metálicas	Metro lineal (m)
201.21	Remoción de barreras de seguridad	Metro lineal (m)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TRASPLANTE DE ÁRBOLES

ARTÍCULO 203 – 13

203.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la remoción de árboles del sitio en que están arraigados, su traslado y su plantación en otro sitio, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto o lo determinado por el Interventor. El trabajo incluye la conservación de los árboles trasplantados, hasta el recibo definitivo de los trabajos.

Para efectos de esta especificación, se establecen 4 denominaciones por tipo de árbol en función de sus dimensiones, como se indica en la Tabla 203 - 1.

Tabla 203 - 1. Tipos de árbol para su trasplante en función de su tamaño

DENOMINACIÓN	ALTURA, m	DIÁMETRO DE COPA, m
1 – Árbol tipo I	> 20.0	> 10.0
2 - Árbol tipo II	10.1 a 20.0	5.1 a 10.0
3 - Árbol tipo III	5.0 a 10.0	2.0 a 5.0
4 - Árbol tipo IV	< 5.0	< 2

Si la denominación por altura resulta diferente a la denominación por diámetro de copa, aplicará la menor denominación de las dos.

Así mismo, se establecen 3 tipos de traslados en función de la distancia de movilización, como se indica en la Tabla 203 - 2.

Tabla 203 - 2. Tipos de traslado para trasplante de árboles en función de la distancia

TIPO DE TRASLADO	DISTANCIA DE TRASLADO, m
Traslado corto	≤ 15.0
Traslado largo	15.1 a 100.0
Traslado especial	> 100.1

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

203.2 MATERIALES

203.2.1 Material para relleno de las excavaciones

203.2.1.1 Excavación resultante de la remoción del árbol

El material para relleno de la excavación resultante de la remoción del árbol será el especificado en los documentos del proyecto; si los documentos del proyecto no lo especifican, deberá cumplir con los requisitos de suelos tolerables, según el Artículo 220, "Terraplenes".

203.2.1.2 Excavación en el nuevo sitio de la plantación del árbol

El material para el relleno de las excavaciones realizadas para el trasplante de árboles será el indicado en los documentos del proyecto; podrá ser el material de excavación, tierra orgánica suministrada para tal fin, o una mezcla de ambos. En cualquiera de los casos, los documentos pueden indicar la necesidad de añadir fertilizantes, abonos (humus de lombriz de tierra, cascarilla de arroz u otros), insecticidas u otros componentes al material de relleno.

La tierra orgánica deberá provenir de áreas localizadas fuera del proyecto o, preferiblemente, del descapote del proyecto. Consistirá en un suelo de origen superficial, con contenido orgánico, libre de piedras, ramas, restos vegetales de gran calibre, escombros, desperdicios no degradables y cualquier otro elemento extraño y nocivo para los fines de la plantación de árboles trasladados.

203.2.2 Fertilizantes, abonos e insecticidas

Se deberán emplear los fertilizantes, abonos e insecticidas adecuados para cada especie vegetal, según lo establezcan los documentos técnicos del proyecto. Los fertilizantes pueden ser órgano–minerales o minerales, y deberán aportar los macro nutrientes y micro nutrientes esenciales para un buen establecimiento y óptimo desarrollo de los individuos.

203.2.3 Cicatrizantes

Se deberán emplear los cicatrizantes hormonales indicados en los documentos técnicos del proyecto; en general, los cicatrizantes deberán

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

tener como base un fungicida que sea impermeable al agua y permeable al aire.

203.2.4 Tutores y cercos

Los tutores y cercos que se requieran deberán cumplir con los requisitos establecidos en los documentos del proyecto.

203.2.5 Otros insumos

Se podrán requerir otros insumos como hormonas para enraizar, hidro-retenedores, etc. que deben cumplir con los requerimientos establecidos en los documentos del proyecto.

203.2.6 Agua para riego

El agua deberá estar limpia, sin elementos extraños ni suciedad evidente, y deberá estar libre de contaminaciones químicas. No es necesario que el agua sea potable.

203.3 EQUIPO

El Constructor deberá disponer de los equipos y herramientas necesarios para asegurar que los trabajos de trasplante de árboles tengan la calidad y la seguridad requeridas y se garantice el cumplimiento de su programa de ejecución.

Dependiendo del tamaño del árbol y de las condiciones del traslado, se podrán requerir equipos para manejo de alturas, camiones grúa, cama baja motorizada y vehículos escolta para el transporte, entre otros.

El Constructor deberá disponer de herramientas como escaleras, tijeras de podar, serruchos, motosierra si es el caso, palas, picas, rastrillos, azadones, horcas, ganchos para formar surcos, y todos los demás elementos que sean necesarios para ejecutar correctamente los trabajos especificados.

203.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

203.4.1 Aspectos generales

La ejecución de los trabajos de trasplante de árboles se hará siguiendo las indicaciones y procedimientos definidos de los documentos del proyecto

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

y aprobados del plan de ejecución, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en la Guía de Manejo Ambiental del Proyectos de Infraestructura – Sector Vial, del Instituto Nacional de Vías, y por entidades especializadas como el Jardín Botánico de Bogotá.

203.4.2 Supervisión técnica

Para la planeación y dirección de los trabajos de trasplante de árboles, el Constructor deberá tener dentro de su equipo un profesional del área forestal con experiencia en este tipo de trabajos.

El plan de ejecución de trasplante de árboles y todos los informes de seguimiento de estos trabajos deberán ser firmados por este profesional, junto con el director de obra.

203.4.3 Planeación y seguimiento

Antes de iniciar los trabajos de trasplante, el Constructor deberá presentar el plan de ejecución de los trabajos. Este plan de ejecución deberá incluir, como mínimo, lo siguiente:

- Antecedentes;
- Justificación;
- Localización;
- Inventario de árboles por trasplantar;
- Cronograma de actividades;
- Aspectos técnicos y procedimiento detallado de la ejecución del trabajo;
- Maquinaria especializada, si es el caso;
- Herramientas;
- Insumos.

El plan de ejecución deberá contar con la aprobación del Interventor y de la autoridad ambiental antes de iniciar los trabajos de trasplante de árboles.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El plan de ejecución deberá incluir el plan de establecimiento y mantenimiento. Este plan debe estar hecho en general para un tiempo mínimo de 3 años, si los documentos del proyecto no disponen algo diferente.

También, deberá incluir un sistema de evaluación y seguimiento que permita verificar el desarrollo de la actividad en cada una de las fases: preparación, movilización y establecimiento.

Se deberán realizar visitas que, en lo posible, cuenten con la participación de la autoridad ambiental competente; el Constructor deberá elaborar informes de estas visitas que incluyan fichas de seguimiento con el respectivo registro fotográfico. A no ser que los documentos del proyecto indiquen otra cosa, los informes serán bimestrales durante el primer año, o hasta la terminación del proyecto (lo que ocurra primero); cuando el tiempo transcurrido a partir del trasplante del último árbol del proyecto sea mayor de un año y el proyecto esté todavía en ejecución, los informes de seguimiento podrán ser semestrales. En estos informes se deberá evaluar la adaptación de los árboles trasplantados para tomar las acciones preventivas y/o de control para garantizar su supervivencia, si se requiere.

A la terminación del proyecto, el Constructor deberá presentar un informe final de la actividad de trasplante de árboles. El informe debe incluir la versión final de las fichas de seguimiento; la ficha de cada individuo debe indicar el tiempo transcurrido desde el momento de su plantación y el estado de avance en que se encuentra, en el momento de la entrega final, el plan de mantenimiento establecido para el proyecto.

203.4.4 Remoción

Antes de remover un árbol, se requiere normalmente efectuar una poda de sus ramas, la cual se hará según lo dispuesto en el numeral 802.4.4 del Artículo 802 “Poda de Árboles”.

Posteriormente, se deberá excavar alrededor del tronco para conformar un bloque firme de raíces y tierra que se removerá con el árbol; la excavación irá acompañada del corte de las raíces que se van encontrando.

El tamaño del bloque dependerá de las dimensiones del sistema de raíces. La excavación del bloque y corte de las raíces se deberá hacer de manera

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

que no se presente un desgarramiento de las raíces ni se deshaga el bloque; se deberá aplicar un cicatrizante a las raíces que se cortan.

Una vez conformado el bloque y antes de iniciar el retiro del árbol, el bloque de raíces y tierra se deberá envolver en una tela de fique u otro material biodegradable aprobado; la tela se deberá amarrar firmemente para mantener la integridad del bloque.

Para retirar el árbol, se deberán amarrar firmemente el tronco y el bloque de raíces y tierra al equipo con que se va a izar. Se deberá proteger el tronco del árbol en el sitio de amarre para la izada, con el fin de prevenir daños en el mismo.

Una vez sujeto el árbol al equipo, éste se deberá inclinar suavemente de lado a lado para romper las raíces que aún lo sujetan a la tierra.

La izada se deberá realizar lentamente; a medida que el bloque va saliendo del terreno, se deberá ir completando su envoltura con la tela biodegradable en la parte inferior.

Una vez retirado el árbol, se deberá rellenar el hueco resultante en el terreno con el material indicado en el numeral 203.2.1.1, y se compactará hasta obtener la densidad especificada en los documentos del proyecto; si los documentos del proyecto no especifican la densidad mínima, la compactación se llevará hasta alcanzar una densidad no inferior al 90% de la densidad máxima correspondiente al ensayo de compactación normal, norma INV E-141.

203.4.5 Traslado

Si la distancia es corta, el traslado se podrá efectuar con la misma máquina de izaje; en caso contrario, el traslado se deberá efectuar en volqueta, cama-baja u otro equipo adecuado. Durante el traslado, el árbol se deberá sujetar adecuadamente para evitar su deterioro.

Para poder iniciar la izada y traslado del árbol, se deberá tener lista la excavación en el sitio donde será plantado.

203.4.6 Plantación

La excavación para la plantación del árbol deberá tener el tamaño adecuado para alojar el bloque de raíces y tierra. En general, la excavación deberá tener las dimensiones mínimas indicadas en la Tabla 203 - 3, salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 203 - 3. Tamaño mínimo de la excavación para trasplante de árboles

CARACTERÍSTICAS DEL ÁRBOL	DIÁMETRO, EN EXCESO DEL DIÁMETRO DEL BLOQUE	PROFUNDIDAD, EN EXCESO DE LA PROFUNDIDAD DEL BLOQUE
Altura - Hasta 1.5m - Más de 1.5m	-	0.20 m 0.30 m
Diámetro del bloque - Hasta 1.0m - Más de 1.0m	0.50 m 50% más que el diámetro del bloque	-

En todo caso, las dimensiones de la excavación serán las necesarias para permitir la colocación adecuada del árbol; el suelo que queda en el fondo y a los lados de la excavación deberá ser aflojado en un espesor de 15 cm antes de colocar el árbol.

El perímetro del bloque se deberá rellenar con tierra preparada con abono orgánico, la cual se compactará levemente.

El árbol plantado deberá quedar estable y en posición vertical; su nivel con respecto al terreno debe ser igual al que tenía en su posición original. Si es necesario se deberán colocar estacas y elementos de sujeción temporal para corregir y mantener la posición adecuada del árbol.

203.4.7 Fertilización

Se deberá considerar al menos una fertilización principal y una de mantenimiento. La fertilización principal se realizará junto con la plantación del árbol. Los materiales y dosificaciones se señalarán en los documentos del proyecto.

Los niveles anteriores serán considerados como mínimos. Las fertilizaciones se podrán realizar en conjunto con los riegos de agua a las protecciones instaladas.

203.4.8 Riego y conservación

El riego se aplicará a partir del día siguiente de la plantación y no habrá límite en cuanto a su frecuencia. De preferencia, se regará temprano en la mañana y al atardecer.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

La frecuencia de los riegos dependerá tanto de las condiciones climáticas como de las especies sembradas y deberá ser suficiente para asegurar, junto con las fertilizaciones, que durante todo el proceso se presenten los niveles adecuados de desarrollo de los árboles.

Adicionalmente, se requerirá de poda en caso que la vegetación sobrepase la corona de la vía, obstruya algún dispositivo de drenaje o impida una adecuada visibilidad en la vía. Esta actividad se realizará siempre que sea necesario, a juicio del Interventor, y en forma permanente hasta el recibo definitivo de los trabajos.

203.4.9 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar.

203.4.10 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a los trabajos de trasplante de árboles deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

203.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

203.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que los árboles por trasplantar correspondan al inventario respectivo y que la localización final de plantación sea la especificada;

- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 203.2;

- Vigilar que el Constructor cumpla con el plan de establecimiento y mantenimiento aprobados hasta la terminación del proyecto;

- Evaluar periódicamente el porcentaje de prendimiento y tomar las acciones preventivas y/o de control para garantizar la supervivencia de los individuos;

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Verificar el cumplimiento de todas las medidas ambientales y de seguridad requeridas;

- Vigilar que el Constructor efectúe la conservación adecuada de los árboles sembrados, hasta su recibo definitivo.

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

203.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Los trabajos de trasplante de árboles serán recibidos si los árboles han prendido adecuadamente, si se ha realizado de forma apropiada el plan de ejecución aprobado, si los insumos empleados cumplen los requisitos de calidad correspondientes y si el área de plantación se encuentra bien mantenida y libre del material sobrante.

En caso necesario, el Constructor deberá presentar al Interventor la certificación expedida por parte de la autoridad ambiental competente, que acredite el cumplimiento de la obligación que hubiere impuesto para la plantación de árboles en el proyecto.

203.6 MEDIDA

La unidad de medida del trasplante de árboles será la unidad (un) de árbol trasplantado de acuerdo con los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste.

203.7 FORMA DE PAGO

El pago del trasplante de árboles se hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor. A no ser que los documentos del contrato indiquen otra cosa, el pago se hará de la siguiente manera para cada árbol trasplantado:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- El 50% del precio unitario se pagará cuando el árbol haya sido plantado en su ubicación final;

- El 50% restante del precio unitario se pagará después de la inspección final para recibo definitivo del proyecto.

El precio unitario deberá incluir todos los costos de preparación del terreno; el suministro en el lugar y la colocación de todos los materiales requeridos; la poda previa; la excavación, el retiro del árbol de su sitio original y el relleno de la excavación resultante; la excavación (ahoyado) en el nuevo sitio de plantación; el traslado; la plantación; el relleno de la excavación; los tutores y cercos; el riego y poda periódicos de los árboles trasplantados, si se requiere; el suministro y aplicación de tierra, fertilizantes, insecticidas y demás materiales requeridos para la conservación de los árboles hasta su recibo definitivo; los desperdicios y el manejo adecuado de ellos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

203.8 ÍTEM DE PAGO

203.1	Trasplante de árboles tipo I, traslado corto	Unidad (u)
203.2	Trasplante de árboles tipo I, traslado largo	Unidad (u)
203.3	Trasplante de árboles tipo I, traslado especial	Unidad (u)
203.4	Trasplante de árboles tipo II, traslado corto	Unidad (u)
203.5	Trasplante de árboles tipo II, traslado largo	Unidad (u)
203.6	Trasplante de árboles tipo II, traslado especial	Unidad (u)
203.7	Trasplante de árboles tipo III, traslado corto	Unidad (u)
203.8	Trasplante de árboles tipo III, traslado largo	Unidad (u)
203.9	Trasplante de árboles tipo III, traslado especial	Unidad (u)
203.10	Trasplante de árboles tipo IV, traslado corto	Unidad (u)
203.11	Trasplante de árboles tipo IV, traslado largo	Unidad (u)
203.12	Trasplante de árboles tipo IV, traslado especial	Unidad (u)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

EXCAVACIÓN DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS

ARTÍCULO 210 – 13

210.1 DESCRIPCIÓN

210.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar hasta el límite de acarreo libre y colocar en los sitios de disposición o desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la explanación, canales y préstamos, indicados en los planos y secciones transversales del proyecto, con las modificaciones que ordene el Interventor.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables, en las áreas donde se hayan de realizar las excavaciones de la explanación y terraplenes.

210.1.2 Definiciones

210.1.2.1 Excavación de la explanación

El trabajo comprende el conjunto de actividades de excavación y nivelación de las zonas donde ha de fundarse la carretera, incluyendo taludes y cunetas; así como la escarificación, conformación y compactación de la subrasante en corte.

Incluye, además, las excavaciones necesarias para el ensanche o modificación del alineamiento horizontal o vertical de calzadas existentes.

210.1.2.2 Excavación de canales

El trabajo comprende las excavaciones necesarias para la construcción de canales, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares existentes y de cauces naturales.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

210.1.2.3 Excavación en zonas de préstamo

El trabajo comprende el conjunto de las actividades para explotar los materiales adicionales a los volúmenes provenientes de la excavación de la explanación, requeridos para la construcción de los terraplenes o pedraplenes.

210.1.3 Clasificación

210.1.3.1 Excavación sin clasificar

Se refiere a los trabajos de excavación de cualquier material sin importar su naturaleza.

210.1.3.2 Excavación clasificada

210.1.3.2.1 Excavación en roca

Comprende la excavación de masas de rocas fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, requieren el empleo sistemático de explosivos.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m^3), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos.

Se aceptará como criterio para determinar el horizonte de roca cuando la dureza y el fracturamiento no permitan efectuar faenas de remoción con equipos mecánicos. Esta dificultad se determinará directamente cuando una máquina del tipo bulldozer con una potencia mínima de 410 HP y peso mínimo de 48.500 kg o una retroexcavadora con una potencia mínima de 217 HP y peso mínimo de 30.200 kg, empleadas a su máxima potencia sean incapaces de remover el material. La utilización de uno u otro equipo dependerá del espacio disponible para operar y de la forma de la superficie de la roca,

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

prefiriéndose siempre el bulldozer. La operación será efectuada por los dientes de la retroexcavadora o el ripper del bulldozer en presencia del Interventor. Una vez comprobado por las partes lo expuesto, se procederá a dejar constancia de la situación en el Libro de Obra.

210.1.3.2.2 Excavación en material común

Comprende la excavación de materiales no cubiertos por el numeral anterior, 210.1.3.2.1, Excavación en roca.

210.1.3.2.3 Método alternativo para determinar el tipo de material excavado

Como alternativa de clasificación se podrá recurrir a mediciones de velocidad de propagación del sonido, practicadas sobre el material en las condiciones naturales en que se encuentre, y se considerará material común aquel en que dicha velocidad sea menor a dos mil metros por segundo (2.000 m/s) y roca, cuando sea igual o superior a este valor.

210.2 MATERIALES

210.2.1 Utilización de materiales provenientes de la excavación de la explanación y de canales

Todos los materiales provenientes de las excavaciones que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Interventor, necesarios para la construcción o protección de terraplenes, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Constructor no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin autorización previa del Interventor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten características adecuadas para uso en la construcción de la obra, serán reservados para colocarlos posteriormente. Su disposición provisional se hará en los sitios aprobados previamente para tal fin por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Los materiales provenientes del descapote se deberán almacenar para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Interventor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los terraplenes terminados.

210.2.2 Materiales de zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para las obras, se extraerán de las zonas de préstamo aprobadas por el Interventor y deberán cumplir con las características establecidas en las especificaciones correspondientes.

210.3 EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios ni a construcciones ni a cultivos; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo, que permita el desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

El Constructor podrá utilizar cualquier tipo de equipo apropiado para la realización de las excavaciones incluyendo tractores con tapadora y desgarradora, motoniveladora, traílla y palas de empuje o arrastre, cargador y vehículos de transporte.

210.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

210.4.1 Excavación de la explanación

210.4.1.1 Generalidades

La excavación de la explanación se deberá ejecutar de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor.

Los procedimientos constructivos que implemente el Constructor deben contemplar las medidas necesarias para preservar las condiciones de drenaje y la resistencia y la estabilidad del terreno no excavado. Los taludes

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

provisionales deben ser definidos en esos procedimientos por un ingeniero geotecnista.

El Constructor deberá adoptar las medidas necesarias para evitar fenómenos como inestabilidad de taludes en roca o de bloques de la misma, debida a voladuras inadecuadas o deslizamientos ocasionados por el descalce del pie de la excavación.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las obras de contención y drenaje del proyecto, tales como muros, alcantarillas, desagües y descoles de cunetas y construcción de filtros. Además, se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Interventor.

Cualquier daño no previsto a una estructura o construcción existente causado por la ejecución de los trabajos de excavación deberá ser asumido por el Constructor, quién deberá reponer el bien a entera satisfacción de su propietario sin costo para el INVÍAS.

En la construcción de terraplenes sobre terreno inclinado o a media ladera, el talud de la superficie existente se deberá cortar en forma escalonada de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor.

Las cunetas y bermas se deberán construir de acuerdo con las secciones, pendientes transversales y cotas especificadas en los planos o modificadas por el Interventor. Todo daño posterior a la ejecución de estas obras, causado por negligencia del Constructor, deberá ser subsanado por éste, sin ninguna erogación por parte del Instituto Nacional de Vías.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

210.4.1.2 Actividades previas

Antes de iniciar las excavaciones se deben haber completado y aprobado los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales, cercas de alambre y demás obstáculos que afecten la ejecución de las obras del proyecto.

210.4.1.3 Drenaje de las excavaciones

El Constructor deberá tomar todas las medidas indispensables para mantener drenadas las excavaciones y demás áreas de trabajo. Se instalarán drenes o zanjas temporales, para interceptar el agua que pudiera afectar la ejecución del trabajo y se utilizarán los equipos necesarios para realizar un control efectivo de la misma.

Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en los materiales de la excavación debido a deficiencias en el sistema de drenaje implementado. En este caso, correrán por su cuenta las medidas correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en los mismos, sin costo adicional para el INVÍAS.

Antes de iniciar los trabajos de excavación, el Constructor deberá presentar para aprobación por parte del Interventor el plan de drenaje temporal que piensa implementar para evitar que el agua se apoce y deteriore los materiales expuestos, en especial la subrasante del proyecto.

En todo momento, la superficie de la excavación debe tener pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial hacia los elementos de drenaje temporal o definitivo. No debe haber depresiones ni hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales, ni encharcamientos debidos a un drenaje defectuoso de las obras o taludes provisionales excesivos.

Cuando el diseño de los taludes contemple la construcción de bermas o terrazas intermedias, éstas se deberán conformar con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

210.4.1.4 Manejo de la subrasante

210.4.1.4.1 Protección de la subrasante

El Constructor deberá proteger la subrasante en todo momento para evitar su deterioro. Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en la subrasante debido a la falta de implementación de los sistemas adecuados de protección. En este caso, correrán por su cuenta y a su costa las medidas correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en la misma.

En especial, deberá llevar a cabo las labores de construcción teniendo en cuenta los siguientes factores, adicionales al tema del drenaje mencionado en el numeral 210.4.1.3.

210.4.1.4.1.1 Circulación sobre la subrasante

El Constructor deberá organizar todos sus trabajos, en especial las labores de excavación, cargue del material excavado y descargue del material por colocar sobre la subrasante, de manera que los equipos no circulen directamente sobre la subrasante y la deterioren. Se exceptúan los casos en que la subrasante esté constituida por materiales que soporten el tráfico de construcción sin deteriorarse; se podrá tomar como guía para calificar el impacto adverso del tráfico temporal sobre la subrasante la presencia de acolchonamientos mayores que 20 mm (deformaciones ante el paso de los vehículos que se pueden observar a simple vista y que se recuperan en todo o en parte cuando el vehículo se aleja), o la ocurrencia de ahuellamientos mayores que 25 mm (deformaciones permanentes en forma de surcos longitudinales que no se recuperan al alejarse los vehículos).

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

210.4.1.4.1.2 Pérdida de humedad en la subrasante

Con el fin de evitar el fisuramiento o la activación de procesos de cambios volumétricos en las subrasantes arcillosas, no se debe permitir que éstas pierdan su humedad natural, salvo en casos específicos en que esta pérdida de humedad se requiera para la adecuada compactación de la misma; por lo tanto, el Constructor deberá tomar las medidas necesarias para prevenir esta pérdida de humedad.

210.4.1.4.2 Compactación de la subrasante

210.4.1.4.2.1 Necesidad de compactar la subrasante

En general, siempre se requiere compactar la subrasante en corte, bien sea que ésta vaya a servir de apoyo a un terraplén o relleno, o a la estructura misma del pavimento. Sin embargo, en algunas ocasiones los documentos del proyecto pueden indicar expresamente que la subrasante no requiere compactación.

En otras ocasiones, los documentos del proyecto pueden prohibir la compactación de la subrasante.

Cuando la subrasante natural sirve directamente como apoyo de la estructura del pavimento, ésta requiere de su compactación en un espesor no menor de 15 cm. Por lo tanto, si los documentos técnicos del proyecto indican que la subrasante natural no requiere compactación o especifican que se prohíbe compactarla, el diseño debe tener previsto al menos una capa de mejoramiento compactada con espesor mínimo de 20 cm (material de aporte sin estabilizar o estabilizado, o

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

estabilización de la parte superior de la subrasante), para ser construida encima de la subrasante natural; si el diseño no prevé esta capa de mejoramiento sobre la subrasante sin compactar, el Interventor podrá ordenar al Constructor su construcción en el espesor que juzgue conveniente, previa excavación de un espesor igual de material de subrasante para conservar las cotas del proyecto; en este caso, tanto la excavación como la construcción de la capa de mejoramiento se pagarán según los ítems que resulten aplicables.

210.4.1.4.2.2 Procedimiento de compactación de la subrasante

Los documentos técnicos del proyecto indicarán la profundidad y el grado de compactación requeridos para la subrasante del proyecto.

Si no lo indican, el procedimiento será, como mínimo, el siguiente: al alcanzar el nivel de subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en el numeral 210.5.2.2 en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm).

En caso de presencia de suelos especiales, como cenizas volcánicas, suelos blandos, suelos expansivos o suelos orgánicos, se deberán atender las indicaciones particulares contenidas en los documentos técnicos del proyecto.

En caso de que al nivel de la subrasante se encuentren suelos expansivos y salvo que los

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

documentos del proyecto o el Interventor determinen lo contrario, la excavación se llevará hasta un metro por debajo del nivel proyectado de subrasante y su fondo no se compactará. Esta profundidad sobreexcavada se rellenará y conformará con material que cumpla las características definidas en el Artículo 220, "Terraplenes". Los setenta centímetros (70 cm) inferiores se rellenarán con un material apropiado para "núcleo" y los treinta centímetros (30 cm) restantes con un material idóneo para "corona".

Un suelo se considerará expansivo de acuerdo con los criterios consignados en la norma de ensayo INV E-132, "Determinación de suelos expansivos".

Si el material encontrado al nivel de subrasante posee características orgánicas, deberá ser removido hasta una profundidad de un metro o hasta que la característica orgánica cese y se escogerá la menor de las dos dimensiones. Los treinta centímetros (30 cm) superiores se rellenarán con un material apropiado para "corona" y los restantes con un material idóneo para "núcleo".

Se considerará que el material posee características orgánicas cuando el contenido de materia orgánica, en masa, supera el dos por ciento (2%) determinado según la norma INV E-121, "Determinación del contenido orgánico en suelos mediante pérdida por ignición".

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

210.4.1.5 Excavaciones en roca

Los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Constructor proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Interventor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se

deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados. El Constructor garantizará la dirección y la ejecución de las excavaciones en roca, utilizando personal que tenga amplia experiencia en trabajos similares.

La aprobación dada por el Interventor no exime al Constructor de su responsabilidad por los errores y daños que causen las voladuras.

Toda excavación en roca se deberá profundizar quince centímetros (15 cm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar y conformar con material seleccionado proveniente de las excavaciones, con material de relleno seleccionado o con material de subbase granular, según lo indiquen los documentos del proyecto o lo apruebe el Interventor.

Cualquier roca situada en los límites de la excavación, o fuera de ellos, que hubiese sido golpeada, aflojada, o de alguna manera dañada por las voladuras u otras causas, deberá ser removida hasta asegurarse que no queden trozos inestables. No deberán quedar depresiones que dejen zonas colgadas, aunque se presenten firmes a simple vista.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

210.4.1.6 Transiciones de corte a terraplén y viceversa

En estos sitios, la excavación se deberá ampliar hasta que el terraplén penetre en ella en toda su sección. En la transición de corte a terraplén y viceversa se deberán construir escalones, con el ancho adecuado para el correcto trabajo de los equipos de construcción, de tal forma que se eliminen totalmente eventuales planos de contacto inclinados, que constituyan riesgo de inestabilidad en el terraplén. Tales escalones se deberán construir de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

210.4.1.7 Ensanche o modificación del alineamiento de calzadas existentes

En los proyectos de mejoramiento de vías en donde el afirmado existente se ha de conservar, los procedimientos que utilice el Constructor deberán permitir la ejecución de los trabajos de ensanche o modificación del alineamiento, evitando la contaminación del afirmado con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales. Los materiales excavados deberán ser cargados y transportados hasta los sitios de utilización o disposición aprobados por el Interventor.

Así mismo, el Constructor deberá garantizar el tránsito y conservar la superficie de rodadura existente.

Si el proyecto exige el ensanche del afirmado existente, las fajas laterales se excavarán hasta el nivel de subrasante, dándole a ésta, posteriormente, el tratamiento indicado en el numeral 210.4.1.4.

En las zonas de ensanche de terraplenes, el talud existente se deberá cortar en forma escalonada de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor.

210.4.1.8 Taludes

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o porque sean ordenadas por el Interventor, estos trabajos se deberán realizar inmediatamente después de la excavación del talud.
En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará urgentemente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su costa.

210.4.2 Excavación de canales

La construcción de los canales, zanjas de drenaje, zanjas interceptoras y acequias, así como el mejoramiento de obras similares y cauces naturales se deberá efectuar de acuerdo con los alineamientos, secciones y cotas indicados en los planos o determinados por el Interventor. En general, en esta clase de obras la pendiente longitudinal no deberá ser menor de 0.25%, salvo que el Interventor dé una autorización en contrario por escrito. Las excavaciones serán iniciadas por el extremo aguas abajo de la obra.

Toda desviación de las cotas y secciones especificadas, especialmente si causa estancamiento del agua o erosión, deberá ser subsanada por el Constructor, a entera satisfacción del Interventor, y sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

210.4.3 Disposición de materiales sobrantes provenientes de la excavación

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados de acuerdo con las instrucciones del Interventor y en zonas aprobadas por éste; se usarán de preferencia para el tendido de los taludes de terraplenes o para emparejar las zonas laterales de la vía. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la carretera o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la carretera. Todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia.

Cuando los materiales sobrantes no se puedan emplear en las obras del proyecto, se deberán transportar y disponer en vertederos conforme a lo indicado en los planos del proyecto, las especificaciones particulares o las instrucciones del Interventor y se deberá atender especialmente lo indicado en el Artículo 106, “Aspectos Ambientales”.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

210.4.4 Excavación en zonas de préstamo

Los materiales adicionales que se requieran para los terraplenes o rellenos del proyecto se obtendrán mediante el ensanche de las excavaciones del proyecto, si ello es posible y está autorizado, o de zonas de préstamo, previamente aprobadas por el Interventor.

En la excavación de préstamos se seguirá todo lo pertinente a los procedimientos de ejecución de las excavaciones de la explanación y canales.

210.4.5 Sobre-excavación

Se considerará como sobre-excavación, el retiro o ablandamiento de materiales, por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos o aprobados especialmente por el Interventor. Las sobre- excavaciones no se pagarán y el Constructor estará obligado a ejecutar a su propia costa los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con las especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

Toda sobre-excavación que haga el Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Interventor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas. En estos casos, el Constructor deberá rellenar por su cuenta estas sobre-excavaciones con los materiales y procedimientos adecuados y aprobados por el Interventor de manera que se restauren las condiciones iniciales del sitio.

210.4.6 Hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico

En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o de época colonial, reliquias, fósiles, meteoritos u otros objetos de interés arqueológico, paleontológico o minerales de interés comercial o científico durante la ejecución de las obras, el Constructor tomará de inmediato medidas para suspender transitoriamente los trabajos en el sitio del descubrimiento y notificará al Interventor, quien dará aviso al Instituto Nacional de Vías y a la autoridad oficial que tenga a cargo la responsabilidad de investigar y evaluar dichos hallazgos. El Constructor, a pedido del Interventor, colaborará en su protección.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Cuando la investigación y evaluación de los hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico retrase el avance de la obra, el Interventor deberá efectuar en conjunto con el Constructor, los ajustes pertinentes en el programa de trabajo.

210.4.7 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía, las de préstamo y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y las indicaciones del Interventor.

210.4.8 Referencias topográficas

Durante la ejecución de la excavación para explanación, canales y préstamos, el Constructor deberá mantener, sin alteración, todas las referencias topográficas y las marcas especiales para limitar las áreas de trabajo.

210.4.9 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de excavación de la explanación, canales y préstamos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

210.4.10 Manejo ambiental

Todas las labores de excavación de la explanación, canales y préstamos se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En particular, se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Cuando se estén efectuando las excavaciones, se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales;

- Los materiales sobrantes de las excavaciones se deberán disponer conforme lo establece el numeral 210.4.3;

- Si está previsto el revestimiento vegetal de los taludes con material de descapote, éste se deberá efectuar inmediatamente después de culminada la excavación;

- El material de descapote de las zonas de préstamo deberá ser cuidadosamente conservado para colocarlo de nuevo sobre el área excavada, reintegrándolo al paisaje.

210.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

210.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado para la ejecución de los trabajos;

- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos;

- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;

- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas;

- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica;

- Verificar la compactación del fondo de la excavación, cuando corresponda;

El Interventor verificará que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

210.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

210.5.2.1 Acabado

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de tres centímetros (3 cm) con respecto a la cota proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto.

Las cotas de fondo de las cunetas, zanjas y canales no deberán diferir en más de tres centímetros (3 cm) de las proyectadas.

210.5.2.2 Compactación de la subrasante

Para efectos de la verificación de la compactación de la subrasante que se especifica en el numeral 210.4.1.4.2, se define como “lote”, que se aceptará o rechazará en conjunto, la menor área que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de subrasante compactada en su ancho total;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2) de subrasante compactada;
- El área de subrasante compactada con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Los sitios para la determinación de la densidad seca de la subrasante en el terreno se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de la subrasante, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

– Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [210.1]$$

– Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [210.2]$$

Siendo:

GC_i: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje;

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total,

$\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 (ensayo

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

normal de compactación) o INV E-142 (ensayo modificado de compactación);

$C\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 o INV E-142, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total;

Sobretamaños (fracción gruesa) (PFG): Porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (normas INV E-141 o INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C_{\gamma d,\ máx}$) que se use para calcular el grado de compactación individual GC_i se obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños, P_{FG}, presente en ese sitio.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, los criterios de aceptación serán los siguientes:

Para suelos de subrasante que clasifican como A-1, A-2-4 y A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-142 y el lote se acepta si:

$$GC_I\ (90) \geq 95.0\ \% \qquad [210.3]$$

Para otros materiales de subrasante, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-141 y el lote se acepta si:

$$GC_I\ (90) \geq 100.0\ \% \qquad [210.4]$$

Siendo:

GC_I (90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, "Control y aceptación de los trabajos", a partir de los valores individuales del grado de compactación GC_i.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la subrasante.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

210.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Todas las excavaciones para explanación, canales y préstamos serán medidas por volumen ejecutado, con base en las áreas de corte de las secciones transversales del proyecto, original o modificado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación.

Si el Constructor modifica el perfil de la excavación antes de que el Interventor realice la medición, se deberá atener a lo que unilateralmente éste determine.

No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia por fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios sin costo adicional para el INVÍAS, usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

En las zonas de préstamo, solamente se medirán en su posición original los materiales efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes y pedraplenes; alternativamente, se podrá establecer la medición de los volúmenes de materiales de préstamo utilizados, en su posición final en la vía, reduciéndolos a su posición original mediante relación de densidades secas determinadas por el Interventor,

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

teniendo en cuenta la corrección de partículas gruesas establecida por la norma INV E-228, siempre que ella se requiera.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes cuando, a juicio del Interventor, ellos fueren causados por procedimientos inadecuados o por negligencia del Constructor.

210.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de excavación se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.
El precio unitario para la excavación deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo libre, y descargue en la zona de utilización o desecho. Se deberá considerar la mano de obra, equipos, herramientas utilizadas y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

Deberá cubrir, además, los costos de conformación y protección de la subrasante; los costos de compactación de la subrasante cuando corresponda, según se indica en el numeral 210.4.1.4.2; la conformación de las zonas laterales y las de préstamo y disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras; la excavación de zanjas u obras similares y el mejoramiento de esas mismas obras o de cauces naturales; y la limpieza final.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio e instante de utilización.

En las zonas del proyecto donde se deba realizar trabajo de descapote, el precio unitario deberá cubrir el almacenamiento de los materiales necesarios para las obras; y, cuando ellos se acordonen a lo largo de futuros terraplenes, su posterior traslado y extensión sobre los taludes de éstos, así como el traslado y extensión sobre los taludes de los cortes donde esté proyectada su utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de mamposterías; concretos; filtros; y subbases, bases y capas de rodadura tanto de pavimentos asfálticos como de pavimentos rígidos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En los proyectos de ensanche o de modificación del alineamiento de calzadas existentes, donde se debe garantizar el tránsito, el Constructor deberá considerar en su precio unitario la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, así como todos los costos por concepto de la conservación de la superficie de rodadura existente.

El precio unitario para excavación de préstamos deberá cubrir todos los costos de desmonte, limpieza y descapote, entendiéndose en este caso como descapote la remoción necesaria de material para acceder al estrato apto de las zonas de préstamo; la excavación, cargue, acarreo libre y descargue de los materiales de préstamo efectivamente utilizados en la construcción de terraplenes o pedraplenes; los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y de alquiler de las fuentes de materiales de préstamo; el drenaje de las zonas de préstamo; y los costos de adecuación paisajística de las zonas de préstamo para recuperar las características hidrológicas al terminar su explotación y demás requisitos establecidos en el Artículo 106, “Aspectos Ambientales”.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

No habrá pago por las excavaciones y disposición o desecho de los materiales no utilizados que hayan sido obtenidos en las zonas de préstamo.

El transporte de los materiales provenientes de las excavaciones a una distancia mayor a cien metros (100 m) de acarreo libre se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

210.8 ÍTEM DE PAGO

Alternativa I – Excavación sin clasificar

210.1.1	Excavación sin clasificar de la explanación y canales	Metro cúbico (m^3)
210.1.2	Excavación sin clasificar de préstamos	Metro cúbico (m^3)

Alternativa II– Excavación clasificada

210.2.1	Excavación en roca de la explanación y canales	Metro cúbico (m^3)
210.2.2	Excavación en material común de la explanación y canales	Metro cúbico (m^3)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012-INVIAS

210.2.3	Excavación en roca de préstamos	Metro cúbico (m^3)
210.2.4	Excavación en material común de préstamos	Metro cúbico (m^3)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

REMOCIÓN DE DERRUMBES

ARTÍCULO 211 – 13

211.1 DESCRIPCIÓN

211.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la remoción, desecho y disposición o en la remoción, cargue, transporte hasta la distancia de acarreo libre, descargue y disposición de los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, y que se convierten en obstáculo para la utilización normal de la vía o para la ejecución de las obras.

El trabajo se hará de acuerdo con esta especificación y las instrucciones del Interventor, quien exigirá su aplicación desde la entrega de la vía al Constructor hasta su recibo definitivo.

211.1.2 Clasificación

Si el derrumbe se produce durante la ejecución de los cortes proyectados y dentro de sus límites, su remoción se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 210, "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos"; si procede de áreas fuera de los cortes proyectados o si ocurre antes o después de ejecutarse los trabajos de excavación, se medirá y pagará de acuerdo con la presente especificación.

Para efectos de esta clasificación se considera terminado el trabajo de corte cuando la explanación está acabada de acuerdo con los planos y especificaciones y a satisfacción del Interventor.

211.2 MATERIALES

Los materiales por remover serán los provenientes del derrumbe.

211.3 EQUIPO

Los equipos para la remoción de derrumbes estarán sujetos a la aprobación del Interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

211.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

211.4.1 Remoción del derrumbe

El Constructor deberá emprender el trabajo en los sitios afectados de la vía, cuando lo solicite el Interventor.

Cuando ocurra un derrumbe, el Constructor deberá colocar inmediatamente señales que indiquen, durante el día y la noche, la presencia del obstáculo de acuerdo con la disposiciones vigentes del Ministerio de Transporte y del Instituto Nacional de Vías; así mismo, será el responsable de mantener la vía transitable.

La remoción del derrumbe se efectuará en las zonas indicadas por el Interventor y considerando siempre la estabilidad del talud aledaño a la masa de suelo desplazada y de las construcciones vecinas.

Si el material de derrumbe cae sobre cauces naturales en la zona de la vía, obras de drenaje, subrasantes, subbases, bases y pavimentos terminados, se deberá extraer con las precauciones necesarias, sin causar daños a las obras, las cuales se deberán limpiar totalmente.

Todo daño atribuible por el Interventor a descuido o negligencia del Constructor será reparado por éste, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

Los materiales provenientes de los derrumbes se deberán disponer de la misma manera que el material sobrante de las excavaciones, conforme se determina en el Artículo 210, "Excavación de la Explanación, Canales y Préstamos".

211.4.2 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de remoción de derrumbes no se deberán realizar en momentos de lluvia.

Los trabajos de remoción de derrumbes se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

211.4.3 Manejo ambiental

A pesar de la urgencia con la cual se debe desarrollar generalmente esta actividad, ella se deberá adelantar en cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

En particular, se evitará verter los materiales provenientes del derrumbe en cursos o láminas de agua o en áreas habitadas.

211.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

211.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos;
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos;
- Comprobar que la disposición de los materiales provenientes del derrumbe se ajuste a las exigencias de estas especificaciones y a las disposiciones legales vigentes;

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo ejecutado por el Constructor de acuerdo con la presente especificación.

211.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El trabajo de remoción de derrumbes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación y con las indicaciones del Interventor y se complete a satisfacción de éste.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

La remoción del derrumbe se considerará completa cuando la vía quede limpia y libre de obstáculos y las obras de drenaje funcionen normalmente.

211.6 MEDIDA

La unidad de medida para la remoción de derrumbes será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material efectivamente retirado de cualquier parte de la vía.

El volumen de material removido, desechado y dispuesto se medirá en estado suelto, verificado por el Interventor con base en el número de viajes transportados.

No se determinarán los volúmenes de derrumbes que, a juicio del Interventor, fueren causados por procedimientos inadecuados o por negligencia del Constructor.

211.7 FORMA DE PAGO

La remoción de derrumbes se pagará al precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente, de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de remoción, cargue, transporte hasta la distancia de acarreo libre de cien metros (100 m), descargue, desecho y disposición de cualquier material; deberá incluir, también, los costos por mano de obra, señalización preventiva de la vía, control del tránsito automotor, limpieza y restablecimiento del funcionamiento de las obras de drenaje obstruidas por los materiales de derrumbe.

No se autorizarán pagos para los volúmenes de material de derrumbes, si los materiales se descargan sobre obras del proyecto o en áreas no autorizadas por el Interventor.

Tampoco se autorizarán pagos para los volúmenes de material de derrumbes, causados por procedimientos inadecuados o negligencia del Constructor.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El transporte de material de derrumbe a una distancia mayor de cien metros (100 m) de acarreo libre, se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 900, "Transporte de Materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

211.8 ÍTEM DE PAGO

211.1	Remoción de derrumbes	Metro cúbico (m^3)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TERRAPLENES

ARTÍCULO 220 – 13

220.1 DESCRIPCIÓN

220.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde se haya de colocar un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza; eventual descapote y retiro de material inadecuado; demolición; drenaje y subdrenaje; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Interventor.

220.1.2 Partes del terraplén

En los terraplenes se distinguirán tres partes:

a) Corona (capa subrasante): Parte superior del terraplén en la cual se apoya la estructura de pavimento; tendrá un espesor de treinta centímetros (30 cm), salvo que los documentos del proyecto indiquen un espesor diferente.

b) Núcleo: Parte del terraplén comprendida entre el cimiento y la corona.

c) Cimiento: La parte inferior del terraplén, que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.

El núcleo y el cimiento constituyen el cuerpo del terraplén.

220.2 MATERIALES

220.2.1 Requisitos de los materiales

Los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

de fuentes aprobadas; estarán libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales; no tendrán características expansivas ni colapsables. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor.

Deberán cumplir con los requisitos establecidos en los documentos técnicos del proyecto. Si los documentos del proyecto no establecen estos requisitos, se utilizarán los indicados en la Tabla 220 - 1.

220.2.2 Empleo

Los documentos del proyecto o las especificaciones particulares indicarán el tipo de suelo por utilizar en cada capa. En todo caso, los suelos tolerables no podrán ser empleados en el núcleo del terraplén, cuando éste pueda estar sujeto a inundación.

Además, cuando en el núcleo se hayan empleado suelos tolerables, la corona solamente se podrá construir con suelos seleccionados.

220.3 EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de terraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

220.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

220.4.1 Generalidades

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor y aprobados por éste. Su avance físico se deberá ajustar al programa de trabajo.

Si los trabajos de construcción o ampliación de terraplenes afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el Constructor será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Cuando se haya programado la construcción de las obras de arte previamente a la elevación del cuerpo del terraplén, no se deberá iniciar la construcción de éste antes de que las alcantarillas y muros de contención se terminen en un tramo no menor de quinientos metros (500 m) adelante del frente del trabajo, en cuyo caso se deberán concluir también, en forma previa, los rellenos de protección que tales obras necesiten.

Tabla 220 - 1. Requisitos de los materiales para terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) *(Nota 2)*	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla 220 - 1 están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 220.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Nota 2. La muestra para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el numeral 220.5.2.2.2 y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

220.4.2 Preparación del terreno

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes, deben estar terminadas las labores de desmonte y limpieza, según se especifica en el Artículo 200, "Desmonte y limpieza", y las demoliciones de estructuras que se requieran, según se especifica en el Artículo 201, "Demolición y remoción".

Se debe excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado, según el Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos"; también se deben implementar las medidas de drenaje definitivo indicadas en los documentos del proyecto y de drenaje provisional contempladas por el Constructor en su método constructivo. Si las condiciones del sitio requieren medidas adicionales para garantizar la estabilidad del terraplén, el Interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado, así como el drenaje del área base según los Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos"; 600, "Excavaciones varias"; y 673, "Subdrenes con geotextil y material granular".

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente especificación, en una profundidad de quince centímetros (15 cm), la cual se podrá reducir a diez centímetros (10 cm) cuando el terraplén se deba construir sobre un afirmado existente.

En las zonas de ensanche de terraplenes existentes o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, el talud existente o el terreno natural se deberán cortar en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor, para asegurar la estabilidad del terraplén nuevo. Se considerará este procedimiento como obligatorio en pendientes transversales mayores de veinte por ciento (20%).

Cuando lo señale el proyecto o lo ordene el Interventor, la capa superficial de suelo existente que cumpla con lo señalado en el numeral 220.2, se deberá mezclar con el material que se va a utilizar en el terraplén nuevo.

Si el terraplén hubiere de ser construido sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales; si lo

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

anterior fuese impráctico, se deberá considerar su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio indicado en los documentos del proyecto o propuesto por el Constructor y autorizado por el Interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado. Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando uno o varios geosintéticos, encima de los cuales se construirá el cuerpo del terraplén. La colocación de los geosintéticos se realizará de conformidad con las indicaciones del proyecto o las instrucciones del Interventor y, en todo caso, será motivo de una especificación particular.

220.4.3 Cuerpo del terraplén

El Interventor sólo autorizará la colocación de materiales de terraplén cuando el terreno base esté adecuadamente preparado, según se indica en el numeral anterior.

Los suelos de escasa o nula cohesión, se podrán emplear en la construcción del cuerpo de los terraplenes, siempre que dicho material quede confinado lateralmente con suelos cohesivos y no erosionables, y que cumplan con lo estipulado para suelos seleccionados o adecuados en la Tabla 220 - 1, en un ancho mínimo de un metro (1.0 m) medido horizontalmente desde la línea de talud hacia el cuerpo del terraplén.

El material del terraplén se colocará en capas sensiblemente paralelas y de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Este espesor no será mayor a treinta centímetros (30 cm) antes de la compactación, salvo que el Interventor autorice lo contrario. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas. Se deberá garantizar que las capas presenten adherencia y homogeneidad entre sí. Cuando se trate de terraplenes nuevos, cada capa deberá ser extendida y compactada a todo lo ancho de la sección transversal.

Será responsabilidad del Constructor asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del terraplén. En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, el Constructor propondrá y ejecutará los

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Interventor, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación.

Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En los cimientos y núcleos de terraplenes, las densidades secas que alcancen no serán inferiores a las mínimas exigidas, de acuerdo con el numeral 220.5.2.2.2.

El trabajo se deberá realizar comenzando desde los bordes del terraplén, avanzando hacia el centro con pasadas paralelas traslapadas en, por lo menos, la mitad del ancho de la unidad compactadora. En curvas peraltadas, la compactación deberá comenzar en la parte baja y avanzar hacia la más alta.

Toda la superficie deberá recibir el número suficiente de pasadas completas para obtener una compactación uniforme en todo el ancho del terraplén, y satisfactoria según las exigencias del numeral 220.5.2.2.2.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades secas obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del terraplén que se esté compactando.

En casos especiales, cuando los terraplenes deban ser construidos en zonas pantanosas, se colocará material en una (1) sola capa hasta la elevación mínima a la cual pueda trabajar el equipo. Por encima de dicha elevación, el terraplén se construirá por capas que se compactarán con los niveles de densificación señalados en el numeral 220.5.2.2.2.

Los taludes de los terraplenes tendrán una inclinación uniforme, la que en general será de 3:2 (H:V), salvo indicación distinta en los documentos del proyecto, las especificaciones particulares o instrucción escrita del Interventor.

220.4.4 Corona del terraplén

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona deberá tener un espesor compacto de treinta centímetros (30 cm) construidos en dos capas de igual espesor,

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

las cuales se conformarán utilizando suelos seleccionados o adecuados, según lo establecido en el numeral 220.2. Los suelos se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles señalados en el numeral 220.5.2.2.2.

Los terraplenes se deberán construir hasta una cota superior a la indicada en los planos, en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la rasante final a la cota proyectada, con las tolerancias establecidas en el numeral 220.5.2.2.2.

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del terraplén en el espesor que ordene el Interventor y adicionar del mismo material utilizado para conformar la corona, efectuando la homogeneización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con las cotas de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Constructor deberá retirar, a sus expensas, el espesor en exceso. Este retiro no podrá afectar desfavorablemente ni el grado de compactación ni la pendiente transversal exigida a esta capa.

En la corona de terraplenes, la densidad seca que se alcance con el proceso de compactación no será inferior a la mínima exigida en el numeral 220.5.2.2.2.

220.4.5 Acabado

Al terminar cada jornada, la superficie del terraplén deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

Con el fin de disminuir el efecto erosivo del agua sobre los taludes de los terraplenes, éstos se deberán proteger mediante su empradización, conforme lo establece el Artículo 810, “Protección vegetal de taludes”, o el sistema que indiquen los documentos técnicos del proyecto y/o la especificación particular correspondiente.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

220.4.6 Estabilidad

El Constructor responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los terraplenes construidos con cargo al contrato y deberá sustituir, sin cargo para el INVÍAS, cualquier tramo que, a juicio del Interventor, presente defectos constructivos o deterioros atribuibles al descuido o negligencia del Constructor o por causas distintas a las indicadas en el párrafo siguiente.

Si el trabajo ha sido hecho adecuadamente conforme a las especificaciones, los planos del proyecto y las indicaciones del Interventor y resultaren daños causados exclusivamente por movimientos inevitables del suelo sobre el que se ha construido el terraplén, por lluvias copiosas que excedan cualquier máximo de lluvias de registros anteriores, derrumbes inevitables, terremotos, inundaciones que excedan la máxima cota de elevación de agua registrada o señalada en los planos, se reconocerán al Constructor los costos por las medidas correctoras, las excavaciones necesarias y la reconstrucción del terraplén, salvo cuando los derrumbes, hundimientos o inundaciones se deban a mala construcción de las obras de drenaje, falta de retiro oportuno de formaletas u obstrucciones derivadas de operaciones deficientes de construcción, imputables al Constructor.

220.4.7 Limitaciones en la ejecución

La construcción de terraplenes sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente no sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Se deberá prohibir la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

Los trabajos de construcción de terraplenes se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

220.4.8 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes a la construcción de terraplenes deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones vigentes sobre el particular.

En particular, se deberá prestar atención al correcto funcionamiento de los dispositivos de drenaje y a la protección vegetal de los taludes para evitar erosiones y arrastre de partículas sólidas.

220.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

220.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo de construcción;
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados;
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 220.2;
- Verificar la compactación de todas las capas del terraplén;
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

220.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

220.5.2.1 Calidad de los materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán los parámetros indicados en la Tabla 220 - 1 del numeral 220.2. La totalidad de los resultados deberá satisfacer las exigencias indicadas en la misma tabla, según el tipo de suelo, so pena del rechazo de los materiales deficientes.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, efectuará las verificaciones periódicas de la calidad del material que se indican en la Tabla 220 - 2.

Tabla 220 - 2. Verificaciones periódicas de calidad de los materiales

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	Una (1) vez por jornada
Contenido de materia orgánica	E-121	Una (1) vez a la semana
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de plasticidad	E-126	Una (1) vez por jornada
CBR de laboratorio, con expansión	E-148	Una (1) vez por mes
Índice de colapso	E-157	Una (1) vez por mes
Densidad seca máxima	E-142	Una (1) vez por semana
Contenido de sales solubles	E-158	Una (1) vez a la semana

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

220.5.2.2 Calidad del producto terminado

220.5.2.2.1 Acabado

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme y ajustada a la rasante y a las pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada y compactada, no deberá variar en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada, medida verticalmente hacia abajo, y en ningún caso la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto o la autorizada por el Interventor.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, se deberán efectuar las siguientes comprobaciones:

220.5.2.2.2 Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de cada una de las capas del terraplén, se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total del terraplén;

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2) en el caso de las capas de la "corona" o cinco mil metros cuadrados (5000 m^2) en el resto de las capas;

- El volumen construido con el mismo material, del mismo corte o préstamo y colocado y compactado con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca de cada capa de terraplén en el terreno se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de terraplén, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

- Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [220.1]$$

- Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [220.2]$$

Siendo:

GC_i: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje;

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total;

$\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 (ensayo normal de compactación) o INV E-142 (ensayo modificado de compactación);

$C\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido sobre una muestra representativa del mismo según las normas de ensayo INV E-141 o INV E-142, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total;

Sobretamaños (fracción gruesa) (P_{FG}): Porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (normas INV E-141 o INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C\gamma_{d,máx}$) que se use para calcular el grado de compactación individual GC_i se obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños, P_{FG}, presente en ese sitio.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, los criterios de aceptación serán los siguientes:

Para materiales de terraplén que clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, el valor del peso unitario seco

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-142 y el lote se acepta si:

GC_I (90) ≥ 90.0 %	(Cimiento y núcleo)	[220.3]

GC_I (90) ≥ 95.0 %	(Corona)	[220.4]

Para otros materiales de terraplén, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-141 y el lote se acepta si:

GC_I (90) ≥ 95.0 %	(Cimiento y núcleo)	[220.5]

GC_I (90) ≥ 100.0 %	(Corona)	[220.6]

Siendo:

GC_I (90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, "Control y aceptación de los trabajos", a partir de los valores individuales del grado de compactación GC_i.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

220.5.2.2.3 Irregularidades

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

220.5.2.2.4 Protección de la corona del terraplén

La corona del terraplén no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del Constructor la reparación de cualquier daño a la corona del terraplén, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

220.6 MEDIDA

La unidad de medida para los volúmenes de terraplenes será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Todos los terraplenes serán medidos por los volúmenes determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de terraplenes. Dichas áreas estarán limitadas por las siguientes líneas de pago:

a) Las líneas del terreno (terreno natural descapotado, afirmado existente, cunetas y taludes existentes);

b) Las líneas del proyecto (subrasante o límite inferior de la subbase, cunetas y taludes proyectados).

No habrá medida ni pago para los terraplenes por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Los rellenos con materiales sobrantes de excavación o de derrumbes que se coloquen sobre taludes de terraplenes terminados no se medirán; su conformación y compactación será cubierta con los Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos", y 211, "Remoción de derrumbes". No se medirán los terraplenes que se efectúen en trabajos de zonas laterales y las de préstamo y desecho.

No se medirán los terraplenes que haga el Constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte de las obras del proyecto.

Tampoco se medirán, ni serán objeto de pago, los rellenos que sean necesarios para restituir la explanación a las cotas proyectadas, debido a un exceso de excavación.

220.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de terraplenes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de escarificación, nivelación, conformación, compactación y demás trabajos preparatorios de las áreas en donde se haya de construir un terraplén nuevo; deberá cubrir, además, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de terraplenes; y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los terraplenes, de acuerdo con esta especificación, los planos y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Habrá pago separado para los diversos ítem relacionados con el desmonte y limpieza; demolición y remoción; los cortes de los taludes en media ladera y de los terraplenes por ampliar y el drenaje de las áreas que hayan de recibir terraplenes, establecidos en los Artículos 200, "Desmonte y limpieza"; 201, "Demolición y remoción"; 210 "Excavación de la explanación, canales y préstamos"; 600, "Excavaciones varias"; y 673 "Subdrenes con geotextil y material granular".

También habrá pago separado para los trabajos de empradización de los taludes de los terraplenes conforme se indica en el Artículo 810, "Protección vegetal de taludes", así como para el suministro y colocación de los geosintéticos a los cuales se

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

hace referencia en el numeral 220.4.2, los cuales se pagarán de acuerdo con la especificación particular establecida para ello.

Los materiales para los terraplenes y su transporte se medirán y pagarán de acuerdo con lo indicado en los Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos" y 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes", respectivamente.

Salvo que el proyecto indique lo contrario, se aplicará el mismo precio unitario a todas las partes del terraplén.

220.8 ÍTEM DE PAGO

220.1	Terraplenes	Metro cúbico (m^3)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

PEDRAPLENES

ARTÍCULO 221 – 13

221.1 DESCRIPCIÓN

221.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la preparación de la superficie de apoyo del pedraplén y la colocación y compactación de materiales pétreos adecuados, de las características indicadas en los numerales 221.2 y 221.4.3, y de acuerdo con los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Interventor.

221.1.2 Partes del pedraplén

En los pedraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

a) Transición, formada por la parte superior del pedraplén y con espesor igual a un metro (1m), salvo que los planos o las especificaciones particulares modifiquen dicha magnitud;

b) Núcleo, parte del pedraplén comprendida entre el cimiento y la transición;

c) Cimiento, parte inferior del pedraplén, en contacto con el terreno natural.

El núcleo y el cimiento constituyen el cuerpo del pedraplén.

221.1.3 Corona (capa subrasante)

Es la zona comprendida entre la transición del pedraplén y la superficie de la explanación. Sus dimensiones y características son las mismas que se establecen para la corona de los terraplenes y están definidas en el Artículo 220, “Terraplenes”.

221.2 MATERIALES

Los materiales por emplear en la construcción de pedraplenes pueden proceder de la excavación de la explanación o de fuentes aprobadas y provendrán de cantos rodados o rocas sanas, compactas, resistentes y durables.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Deberán cumplir con los requisitos establecidos en los documentos técnicos del proyecto. Si los documentos del proyecto no establecen estos requisitos, se utilizarán los siguientes:

221.2.1 Granulometría

- El tamaño máximo no deberá ser superior a los dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada;

- El porcentaje en masa de partículas menores al tamiz de 25.0 mm (1"), será inferior al treinta por ciento (30 %);

- El porcentaje en masa de partículas que pasen el tamiz de 75 µm (No.200), será inferior al diez por ciento (10 %).

En adición a lo anterior, la curva granulométrica se ajustará a la franja indicada en la Tabla 221 - 1, en la cual "D" es el tamaño máximo nominal del material.

Tabla 221 - 1. Otros requisitos granulométricos del material para pedraplenes

TAMAÑO	% QUE PASA
D	90-100
D/4	45-60
D/16	25-45
D/64	15-35

Sin embargo, de acuerdo con la información obtenida durante la fase de experimentación a que se refiere el numeral 221.4.4, el Interventor podrá modificar esta franja, adaptándola a las características del material y al proceso que se apruebe para la ejecución de la obra.

Los requisitos de granulometría que se exigen en el presente numeral se refieren al material ya compactado. Las granulometrías obtenidas en otros instantes solamente tendrán valor orientativo, debido a las segregaciones y alteraciones inevitables durante la construcción.

221.2.2 Resistencia a la abrasión

Al ser sometido al ensayo de desgaste en la máquina de los Ángeles, gradación E, según norma de ensayo INV E-219, el material por utilizar en

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

la construcción del pedraplén no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50 %).

221.3 EQUIPO

El equipo empleado para la construcción de pedraplenes deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

221.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

221.4.1 Generalidades

Los trabajos de construcción de pedraplenes se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor y aprobados por éste. Su avance físico se deberá ajustar al programa de trabajo.

Si los trabajos de construcción de pedraplenes afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones con otras vías, el Constructor será responsable de mantenerlo adecuadamente.

221.4.2 Preparación de la superficie de apoyo

Antes de proceder a la colocación y compactación de los materiales del pedraplén, se deberán realizar el desmonte, la limpieza y la excavación de la capa vegetal y material inadecuado de acuerdo con lo establecido en los Artículos 200, “Desmonte y Limpieza”, y 210, “Excavación de la explanación, canales y préstamos”, si ello está previsto en el proyecto, así como la demolición y remoción de estructuras y obstáculos existentes, conforme se indica en el Artículo 201, “Demolición y remoción”.

Cuando se deban construir pedraplenes directamente sobre terrenos inestables compuestos por turba o arcillas blandas, se asegurará el retiro de estos materiales o su consolidación completa, antes de terminar la estructura de la carretera. En los casos en que dichas operaciones no resulten posibles porque el espesor de la capa inestable sea considerable, estos materiales se desplazarán por cargas sucesivas de material de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

pedraplén, ayudadas o no por voladuras con explosivos, según lo contemple el proyecto.

Si el proyecto lo considera, la superficie de apoyo también se podrá preparar tendiendo directamente sobre el suelo blando un refuerzo con geosintéticos (geotextiles, geomallas, geoceldas o conjunto de estos) encima del cual se construirá el cuerpo del pedraplén. La colocación de los geosintéticos se realizará de conformidad con las indicaciones del proyecto o las instrucciones del Interventor y, en todo caso, será motivo de una especificación particular.

En las zonas de ensanche de pedraplenes existentes o en la construcción de pedraplenes sobre terreno inclinado, el Interventor podrá exigir el escalonamiento de la superficie inclinada mediante la excavación que considere pertinente, si ella no está prevista en los documentos del proyecto. Si el material cortado es del mismo tipo que el nuevo y cumple las condiciones exigidas para éste, se podrá reutilizar mezclándolo con el nuevo para su compactación simultánea; en caso contrario, deberá ser trasladado a un sitio de disposición adecuado

221.4.3 Cuerpo y transición del pedraplén

El Interventor sólo autorizará la colocación de materiales de pedraplén cuando la superficie de apoyo esté adecuadamente preparada, según se indica en el numeral anterior. Se exceptúa de esta instrucción el caso en el cual la superficie de apoyo se obtenga por desplazamiento de suelos blandos mediante cargas sucesivas de material de pedraplén, tal como se indica en el mismo numeral.

El material de pedraplén se colocará en capas sensiblemente paralelas a la superficie de la explanación, de espesor uniforme y adecuado para que, con los medios disponibles, los vacíos entre los fragmentos más grandes se llenen con las partículas más pequeñas del mismo material, de modo que se obtenga el nivel de densificación deseado y sin evidencias visibles de que se requiera una mayor consolidación en el material.

El espesor máximo de las capas compactadas se fijará, salvo autorización en contrario del Interventor, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Cimiento y núcleo: Un metro (1 m);
- Transición: El espesor de las capas compactadas deberá decrecer desde la parte inferior de esa zona hasta la superior, con el fin de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

establecer un paso gradual entre el núcleo y la corona, teniendo como restricción que se debe compactar mínimo en dos capas.

Además, entre los materiales pétreos empleados en las capas sucesivas de la transición, se deberán cumplir las siguientes condiciones:

$$\frac{I_{15}}{S_{85}} < 5 \qquad \text{e} \qquad \frac{I_{50}}{S_{50}} < 25 \qquad [221.1]$$

Siendo I_x la abertura del tamiz por el cual pasa el "x" por ciento en masa del material de la capa inferior y S_x la abertura del tamiz por el cual pasa el "x" por ciento en masa de material de la capa superior.

El espesor total de la transición será de un metro (1 m) o el que fije los planos o las especificaciones particulares, según se establece en el numeral 221.1.2.

El método que se apruebe para compactar las diferentes capas en que se construya el pedraplén deberá garantizar la obtención de las compacidades deseadas y, para ello, se deberán determinar en la fase de experimentación la granulometría del material, el espesor de cada capa, el equipo de compactación y su número de pasadas.

Así mismo, la superficie compactada de cada capa deberá tener la pendiente transversal necesaria para asegurar la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Si las cotas finales de la capa de transición resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Constructor deberá retirar, mediante un procedimiento que resulte adecuado para el Interventor, el espesor en exceso.

221.4.4 Fase de experimentación

Antes de iniciar los trabajos, el Constructor propondrá al Interventor el método de construcción que considere más apropiado para cada tipo de material por emplear, con el fin de cumplir las exigencias de la presente especificación.

En dicha propuesta se especificarán las características de la maquinaria por utilizar, los métodos de excavación, cargue y transporte de los materiales, el procedimiento de colocación, los espesores de las capas y el

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

método para compactarlas. Además, se aducirán experiencias similares con el método de ejecución propuesto, si las hubiere.

Salvo que el Interventor considere que con el método que se propone existe suficiente experiencia satisfactoria, su aprobación quedará condicionada a un ensayo en la obra, el cual consistirá en la construcción de un tramo experimental, en el volumen que estime necesario, para comprobar la validez del método propuesto o para recomendar todas las modificaciones que requiera.

Durante esta fase se determinará, mediante muestras representativas, la gradación del material colocado y compactado y se conceptuará sobre el grado de densificación alcanzado.

Así mismo, se efectuarán apiques y trincheras sobre el material compactado para verificar visualmente la uniformidad con que quedan colocados los materiales de las diversas capas.

Se controlarán, además, mediante procedimientos topográficos, las deformaciones superficiales del pedraplén, después de cada pasada del equipo de compactación.

221.4.5 Corona del pedraplén

Su construcción se deberá ceñir, en todo, a lo establecido en el numeral 220.4.4, "Corona del terraplén", del Artículo 220, “Terraplenes”.

221.4.6 Limitaciones en la ejecución

La construcción de pedraplenes no se llevará a cabo en instantes de lluvia o cuando existan fundados temores de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción de pedraplenes se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

221.4.7 Manejo ambiental

Sobre el particular, resultan aplicables las observaciones indicadas en el numeral 220.4.8 del Artículo 220, “Terraplenes”.

221.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

221.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción;
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados;
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;
- Comprobar que los materiales que se empleen en la construcción del pedraplén cumplan los requisitos de calidad mencionados en los numerales 221.2 y 221.4.3;
- Controlar los espesores y demás requisitos exigidos a las capas compactadas del cuerpo y la transición del pedraplén.

Los controles referentes a la corona se harán de acuerdo con lo que se establece en el numeral 220.5 del Artículo 220, “Terraplenes”.

221.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

221.5.2.1 Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de pedraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y a cada una de ellas se le determinarán:

- La granulometría, según la norma de ensayo INV E-123;
- El desgaste en la máquina de los Ángeles, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-219.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Los resultados de los ensayos anteriores deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 221.2, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las diferentes descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellos que, a simple vista, contengan tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Además, efectuará las verificaciones periódicas de calidad del material que se indican en la Tabla 221 - 2.

Tabla 221 - 2. Verificaciones periódicas de calidad de los materiales

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	Una (1) vez por jornada
Desgaste en la máquina de los Ángeles	E-219	Una (1) vez al mes

El Interventor podrá autorizar el empleo de partículas con tamaño superior a los dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada en la construcción del cimiento y el núcleo, si considera que todos los vacíos son ocupados por material más fino, de modo de formar una masa densa y compacta.

En la construcción de la transición, el Interventor exigirá que la gradación de los materiales empleados se ajuste totalmente a las indicaciones del numeral 221.4.3, sin tolerancia alguna.

221.5.2.2 Calidad del producto terminado

El Interventor exigirá que:

- Los taludes terminados no acusen irregularidades a la vista.
- La distancia entre el eje del proyecto y el borde del pedraplén no sea menor que la distancia señalada en los planos o modificada por él.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Las cotas de terminación de la transición del pedraplén, conformado y compactado, no varíen en más de cincuenta milímetros (50 mm) de las proyectadas, aceptándose solamente tolerancia hacia abajo.

Teniendo en cuenta que la densidad de las capas no se puede verificar por métodos convencionales, ésta se considerará satisfactoria después de que el equipo de compactación pase sobre cada capa el número de veces definido en la fase de experimentación.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

221.6 MEDIDA

La unidad de medida para los pedraplenes será el metro cúbico (m^3) de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final, aproximado al metro cúbico completo. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Los volúmenes de pedraplén serán medidos con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de pedraplenes. Dichas áreas estarán limitadas por las siguientes líneas de pago:

a) Las líneas del terreno (terreno natural o descapotado, afirmado existente, cunetas y taludes existentes);

b) Las líneas del proyecto (línea inferior de la corona, cunetas y taludes proyectados).

En aquellas zonas en que el pedraplén se construya sobre terrenos inestables, mediante el proceso de desplazamiento, el volumen de pedraplén empleado hasta alcanzar el nivel del terreno original, se medirá en metros cúbicos sueltos (m^3), aproximados al metro cúbico completo, los cuales serán verificados por el Interventor con base en el número de viajes vertidos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

No habrá medida de pedraplenes por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, elaborados por el Constructor por negligencia o conveniencia para la operación de sus equipos.

Los rellenos con materiales sobrantes de excavación o de derrumbes que se coloquen sobre taludes de pedraplenes terminados no se medirán; su colocación y conformación deberán ser cubiertas con los Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos" y 211, "Remoción de derrumbes", respectivamente.

221.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de pedraplenes se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir los costos inherentes a los trabajos de preparación de la superficie de apoyo del pedraplén, la colocación, conformación y compactación de los materiales utilizados en la construcción de los pedraplenes y, en general, todo costo relacionado con su correcta construcción, de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Habrá pago separado para los diversos ítem relacionados con el descapote, los cortes de los taludes de los pedraplenes por ampliar, el drenaje de las áreas que hayan de recibir los pedraplenes y la demolición y remoción de estructuras y obstáculos existentes, de acuerdo con los Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos"; 600, "Excavaciones varias"; 673, "Subdrenes con geotextil y material granular" y 201, "Demolición y remoción".

Los materiales para pedraplén se pagarán de acuerdo con lo indicado en el Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos".

El transporte de todos los materiales del pedraplén se pagará conforme se indica en el Artículo 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

Si la preparación de la superficie de apoyo requiere la utilización de geosintéticos, éstos se pagarán con cargo a la especificación particular que se establezca para

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

dicho trabajo. La corona del pedraplén se medirá y pagará conforme se indica en el Artículo 220, “Terraplenes”.

221.8 ÍTEM DE PAGO

221.1	Pedraplén compacto	Metro cúbico (m^3)
221.1	Pedraplén suelto	Metro cúbico (m^3)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TERRAPLENES REFORZADOS CON GEOSINTÉTICOS

ARTÍCULO 223 – 13

223.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de terraplenes reforzados con geosintéticos, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

El sistema de terraplenes reforzados con geosintéticos aplica para taludes con inclinación máxima de 70°.

223.2 MATERIALES

223.2.1 Geosintéticos

Los geosintéticos para el refuerzo de terraplenes podrán ser geotextiles o geomallas fabricados para aplicaciones de refuerzo. El tipo y las propiedades requeridas del geosintético serán los establecidos en los documentos del proyecto; las propiedades de los geosintéticos relacionadas con los requisitos de diseño serán, como mínimo, las indicadas en la Tabla 223-1.

Las propiedades de los geosintéticos se expresan en general en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 223 - 1. Propiedades de los geosintéticos relacionadas con los requisitos de diseño

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
Resistencia a la tensión última en la dirección del refuerzo, mínimo (kN/m): - Geotextiles - Geomallas	D 4595 D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Resistencia a la tensión a largo plazo del geosintético en la dirección del refuerzo, mínimo (kN/m):	Numeral 223.2.1.1	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Resistencia de las uniones o nodos de las geomallas	GRI GG2	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Coeficiente de interacción geosintético/suelo por extracción para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	D 6706	0.85
Coeficientes de deslizamiento pico y residual en la interfaz geosintético/suelo, para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	D 5321	Según lo establecido en los documentos del proyecto
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición, valor mínimo (%)	D 4355	70

Nota 1: GRI método de ensayo del Geosynthetic Research Institute

223.2.1.1 Resistencia a largo plazo

Los valores de resistencia a largo plazo de los geosintéticos deberán cumplir los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; estos valores se deberán determinar a partir de la resistencia última, aplicando los factores de reducción (ecuación 223.1) determinados mediante ensayos o establecidos como valores por defecto, según las recomendaciones de las siguientes guías del *Geosinthetic Research Institute* (Instituto de Investigaciones sobre Geosintéticos):

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- GRI GG4(a) *Determination of the Long-Term Design Strength of Stiff Geogrids* (Determinación de la resistencia a largo plazo de geomallas rígidas);

- GRI GG4(b) *Determination of the Long-Term Design Strength of Flexible Geogrids* (Determinación de la resistencia a largo plazo de geomallas flexibles);

- GRI GT7 *Determination of Long-Term Design Strength of Geotextiles* (Determinación de la resistencia a largo plazo de geotextiles).

$$\mathrm{RF} = RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_{D} \qquad [223.1]$$

Siendo:

RF = Factor de reducción de resistencia combinado, que tiene en cuenta el potencial de degradación a largo plazo debido a daños de instalación, fluencia y degradación química y biológica.

RF_{ID} = Factor de reducción de resistencia para tener en cuenta los daños de instalación.

RF_{CR} = Factor de reducción de resistencia para prevenir la rotura del refuerzo a largo plazo por fluencia (creep).

RF_{D} = Factor de reducción de resistencia para prevenir la rotura del refuerzo por degradación química y biológica.

Así mismo, se deberán tener en cuenta los criterios indicados en las siguientes publicaciones de la AASHTO y la FHWA:

- AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Customary U.S. Units.

- FHWA-NHI-00-043, *Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Design & Construction Guidelines* (Guías de diseño y construcción de muros de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

tierra mecánicamente estabilizada y taludes de suelo reforzado).

- FHWA-NHI-10-024, *Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I* (Diseño y construcción de muros de tierra mecánicamente estabilizada y taludes de suelo reforzado - volumen I).

- FHWA-NHI-10-025, *Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume II* (Diseño y construcción de muros de tierra mecánicamente estabilizada y taludes de suelo reforzado - volumen II)

El Constructor deberá entregar las certificaciones de los ensayos efectuados para determinar los factores de reducción específicos para las condiciones del proyecto, suministradas por el proveedor del geosintético; en ausencia de estos ensayos, se deberán emplear los valores por defecto mencionados en las guías del *Geosinthetic Research Institute* y de la FHWA.

Para la determinación de los factores de reducción se deberán tener en cuenta, además, las consecuencias que pueda tener la falla o el comportamiento deficiente del geosintético, según los criterios establecidos en los documentos de la AASHTO y la FHWA citados anteriormente.

Algunas de las pautas que se deberán tener en cuenta para la selección de los factores de reducción son las siguientes:

- Para geosintéticos que cuenten con todos los ensayos y pruebas específicas para el producto, relacionados con daños durante la instalación, fluencia (creep) y degradación (química y biológica), el valor de reducción de resistencia combinado, RF, deberá estar típicamente entre 3 y 6. En ningún caso, el valor de RF podrá ser menor que 2.0.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Para geosintéticos que no cuenten con todos los ensayos y pruebas específicas para el producto, como soporte para la determinación de los factores de reducción, y sea necesario emplear valores por defecto, el valor de reducción de resistencia combinado, RF, no deberá ser menor que 7.0.

- El período de diseño para la selección de los factores de reducción será el definido en los documentos del proyecto, pero no será menor de 100 años para obras permanentes.

- El factor de reducción por daños durante la instalación, RF_{ID}, se deberá escoger en función del tipo de material de relleno por emplear.

- En cualquier caso, los valores de RF_{ID} y RF_D no podrán ser menores a 1.1.

223.2.1.2 Empalmes en la dirección del refuerzo

Si los documentos del proyecto contemplan la ejecución de empalmes en la dirección del refuerzo (costuras de geotextiles o empalmes mecánicos de geomallas), las resistencias última y a largo plazo a la tensión de esos empalmes, en la dirección perpendicular al empalme, deberán cumplir con los valores especificados en la Tabla 223 – 1; la medición de la resistencia última y el cálculo de la resistencia a largo plazo de los empalmes se realizarán con los mismos procedimientos de ensayo y análisis que se utilizan para determinar las resistencias del geosintético.

223.2.1.3 Documentación de soporte de la resistencia a largo plazo

Para la aprobación de los geosintéticos de refuerzo, el fabricante o proveedor deberá suministrar la información que se menciona en la Tabla 233 – 2, relacionada con la resistencia a largo plazo para diseño.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 223 - 2. Información de soporte para la determinación de la resistencia a largo plazo de los geosintéticos

PROPIEDAD	MÉTODO o NORMA DE ENSAYO
Comportamiento en fluencia para un rango de niveles de carga, para una duración mínima de 10,000 horas	ASTM D 5262
Resultados de ensayos de laboratorio y metodología para la extrapolación de los datos de fluencia para 75 y 100 años	FHWA-NHI-10-025 Vol II Apéndice D
Resistencia última a la tensión: - Geotextiles - Geomallas Los ensayos se ejecutarán a una tasa de deformación de 10 % por minuto	ASTM D 4595 ASTM D 6637
Resultados de ensayos de laboratorio y técnicas de extrapolación que documenten las siguientes características para todos los componentes del geosintético: - Resistencia a la hidrólisis del poliéster (PET) - Resistencia a la oxidación del polipropileno (PP) y polietileno de alta densidad (HDPE) - Resistencia al agrietamiento por esfuerzos del polietileno de alta densidad (HDPE) - Factores de seguridad parciales por degradación por envejecimiento para 75 y 100 años.	Métodos recomendados en el documento FHWA RD 97-144
Resultados de ensayos de campo y laboratorio, así como criterios utilizados de la literatura especializada, que soporten los factores de reducción por deterioro en la instalación en función de la gradación del material de relleno	Guías del documento FHWA-NHI-10-025 Vol II
Resultados de ensayos de laboratorio y metodología para la extrapolación que documenten la resistencia a la degradación biológica de todos los materiales que componen el geosintético y los valores de reducción correspondientes *(Nota 1)*	Guías del documento FHWA-NHI-10-025 Vol II
Resistencia de las uniones o nodos de las geomallas	GRI GG2
Coeficientes de interacción geosintético/suelo por extracción para varios tipos de suelo	ASTM D 6706
Coeficientes de deslizamiento en las interfaces geosintético/suelo, para varios tipos de suelo, y	ASTM D 5321

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

PROPIEDAD	MÉTODO o NORMA DE ENSAYO
geosintético/geosintético	
Información sobre la resina primaria usada en la fabricación del geostintético: - Resina tipo HDPE (polietileno de alta densidad): identificación de tipo, clase, grado y categoría - Resina tipo PP (polipropileno): identificación de grupo, clase y grado - Resina tipo PET (poliéster): - viscosidad intrínseca mínima - grupo carboxilo final máximo	ASTM D 1248 ASTM D 4101 ASTM D 4603 ASTM D 2455
Estabilidad ultravioleta mínima	ASTM D 4355

Nota 1: Para proyectos con riesgo de que se presente degradación biológica.

223.2.1.4 Control de calidad de la producción

El fabricante de los geosintéticos deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI.

El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto; los criterios de aceptación contemplados en el programa de control de calidad del fabricante deberán incluir, como mínimo, las propiedades indicadas en la Tabla 223 – 3, evaluadas bajo las normas de ensayo allí citadas.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 223 - 3. Criterios mínimos de aceptación que debe contemplar el programa de control de calidad del fabricante

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM
Resistencia a la tensión: - Geotextiles: resistencia en tira ancha - Geomallas: resistencia individual de las costillas	D 4595 D 6637
Resistencia de las uniones o nodos de las geomallas	GRI GG2
Productos de polietileno de alta densidad (HDPE): - Gravedad específica - Índice de fluidez	D 1505 D 1238
Productos de polipropileno (PP): - Índice de fluidez	D 1238
Resina de poliéster (PET): - Viscosidad intrínseca - Grupo carboxilo final	D 4603 D 2455

223.2.1.5 Geotextiles

En general, se podrán emplear geotextiles tejidos elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos de un porcentaje mínimo del 95 % en masa de poliolefinas o poliéster; las fibras del geotextil deberán conformar una red estable que mantenga la estabilidad dimensional entre ellas, incluyendo los bordes. El geotextil deberá permitir el libre paso del agua en todo momento.

El geotextil deberá ser fabricado con un 100 % de resina virgen, con un máximo de 5 % de material re-molido en planta. La resina de poliéster deberá tener un peso molecular mínimo de 20,000 (métodos de ensayo GRI-GG6 y ASTM D 4603) y un grupo carboxilo final máximo de 50 (método de ensayo GRI-GG7); los productos de polietileno y polipropileno deberán ser estabilizados con antioxidantes de largo plazo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Las propiedades mecánicas por supervivencia y las propiedades hidráulicas serán las establecidas en los documentos del proyecto; en este numeral se indican las propiedades mínimas que deberá tener el geotextil.

223.2.1.5.1 Propiedades mecánicas por supervivencia a la instalación

Las propiedades mecánicas para condiciones normales de instalación se especifican en la Tabla 223 - 4, en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

Tabla 223 - 4. Propiedades mecánicas del geotextil por supervivencia en términos de VMPR (Medidas en el sentido más débil del geotextil)

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
Elongación, valor máximo	D 4632	50 %
Peso por unidad de área, mínimo (g/m^2)	D 5261	270
Resistencia a la tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	1400
Resistencia de la costura a tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	1260
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro, valor mínimo (N)	D 6241	2750
Resistencia al rasgado trapezoidal, valor mínimo (N) *(Nota 1)*	D 4533	500

Nota 1: El VMPR para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

223.2.1.5.2 Propiedades hidráulicas

El geotextil de refuerzo deberá ser permeable; deberá permitir el flujo libre del agua dentro del relleno, sin atraparla ni generar empozamientos. Salvo que los documentos del proyecto indiquen

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

otra cosa, las propiedades hidráulicas que deberá cumplir el geotextil se indican en la Tabla 223 - 5, en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

Tabla 223 - 5. Propiedades hidráulicas del geotextil en términos de VMPR

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
Permitividad, valor mínimo (s^{-1})	D 4491	0.5
Permeabilidad, valor mínimo (cm/s)	D 4491	Según lo establecido en los documentos del proyecto. Debe ser mayor que la permeabilidad del suelo.

223.2.1.6 Geomallas

La geomalla deberá tener una geometría regular de elementos resistentes a la tensión interconectados, con apertura suficiente para permitir una adecuada trabazón mecánica con los materiales de relleno; deberá ser capaz de mantener su estabilidad dimensional durante su instalación y el tráfico normal de construcción que circule sobre la capa de relleno que se coloque sobre ella. Debe resistir el daño durante construcción, la degradación ultravioleta y debe tener resistencia a largo plazo a la degradación química y biológica.

La geomalla de refuerzo deberá ser, preferiblemente, uniaxial.

La geomalla deberá ser fabricada con un 100 % de resina virgen consistente en polietileno, polipropileno o poliéster, con un máximo de 5 % de material re-molido en planta. La resina de poliéster deberá tener un peso molecular mínimo de 25,000 (métodos de ensayo GRI-GG6 y ASTM D 4603) y un grupo carboxilo final máximo de 30 (método de ensayo GRI-GG7); los productos de polietileno y polipropileno deberán ser estabilizados con antioxidantes de largo plazo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El fabricante deberá documentar la supervivencia de las uniones a la instalación mediante pruebas a escala real, según la norma ASTM D 5818, que demuestren la integridad de las mismas bajo las condiciones del proyecto (suelo de apoyo, espesor de capas, materiales de relleno, equipo de construcción). La geomalla se cubrirá con una capa de material de relleno de 15 cm de espesor mínimo y será sometida al paso repetido de una volqueta cargada hasta producir un ahuellamiento de 10 cm; el informe de las pruebas deberá incluir un registro fotográfico de la geomalla recuperada, que muestre claramente que las uniones no se han desplazado ni sufrido deterioro alguno durante el proceso de instalación.

223.2.1.7 Suministro y manejo de los geosintéticos

El geosintético que se suministre deberá estar debidamente empacado; la identificación, el almacenamiento y el manejo de los rollos de geosintético se deberán hacer atendiendo lo dispuesto en la norma ASTM D 4873.

Los rollos de geosintético se deberán almacenar, preferiblemente, en sitios cubiertos y protegidos de la luz solar. Si el almacenamiento se hace a la intemperie, el empaque deberá ser opaco e impermeable y los rollos de geosintético se deberán colocar elevados sobre soportes o estantes y no sobre el piso.

Los rollos de geosintéticos no podrán ser arrastrados, izados por un extremo, levantados por medio de cables o cadenas o lanzados al piso.

223.2.2 Material de relleno

Los documentos del proyecto definirán los requisitos que deberá cumplir el material de relleno, el cual podrá ser: recebo (Artículo 610, numeral 610.2.2), material granular tipo SBG (Artículo 610, numeral 610.2.3), material granular tipo BG (Artículo 610, numeral 610.2.3), o un material de características diferentes, definidas en los documentos del proyecto. El tamaño máximo del agregado deberá ser de 19 mm (3/4”).

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El pH del material de relleno, determinado según la norma de ensayo AASHTO T 289, deberá estar entre 5.0 y 9.0. El contenido de materia orgánica, determinado según la norma de ensayo INV E-121 para la porción de material que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10), no podrá ser mayor que 1 %.

223.2.3 Materiales accesorios

Los materiales accesorios, tales como grapas, arandelas, elementos de fijación y demás elementos necesarios para la instalación del geosintético, deberán cumplir con los requisitos establecidos por el fabricante del mismo.

223.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para instalar los geosintéticos correctamente, así como de elementos de corte y costura y, además, de todos aquellos que se requieran para explotar, procesar, cargar, transportar, extender y compactar el material de relleno, de conformidad con esta especificación y los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

El equipo que se use para compactar las capas de relleno sobre el geosintético deberá ser acorde con la clase del geosintético, el espesor de capa y las características de los materiales de apoyo y de relleno.

223.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

223.4.1 Generalidades

Durante el transporte y el almacenamiento, los geosintéticos deberán tener empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

El Constructor deberá presentar al Interventor, para su aprobación, los planos detallados de disposición de los geosintéticos, secuencias y procedimientos constructivos, con los detalles de los empalmes (traslapos, empalmes mecánicos, etc), con anticipación no menor a 7 días con respecto a la iniciación de la instalación del geosintético.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

La colocación del geosintético y la colocación, conformación y compactación del material de cobertura se deben realizar de manera que el geosintético quede expuesto el menor tiempo posible.

223.4.2 Preparación del terreno

Antes de iniciar la construcción de los terraplenes reforzados con geosintéticos, el terreno de apoyo deberá ser preparado como se indica en el numeral 220.4.2 del Artículo 220, "Terraplenes".

La superficie deberá quedar nivelada y deberá ser firme. La firmeza se comprobará por medio del paso de una volqueta completamente cargada; toda zona débil deberá ser excavada y reemplazada con un suelo adecuado y compactado. La superficie preparada del terreno deberá ser inspeccionada y aprobada por el Interventor.

La superficie del terreno de apoyo preparado deberá estar libre de rocas, piedras grandes u otros elementos que puedan deteriorar el geosintético.

223.4.3 Colocación de los geosintéticos

223.4.3.1 Extensión

El geosintético de refuerzo se deberá instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; se colocará entre las capas de relleno compactado, según lo indicado en los planos y demás documentos del proyecto, con los ajustes y modificaciones que apruebe el Interventor.

Los rollos se deberán extender en la dirección del refuerzo principal, perpendiculares al talud (vista en planta), sobre la superficie compactada y aceptada del terreno de apoyo o de la capa subyacente de relleno, sin arrugas o dobleces. No se permitirán empalmes en la dirección del refuerzo, a no ser que éstos se muestren en los planos. Los geosintéticos se deberán instalar según las cotas de los planos, sin que difieran de éstas en más de 75mm, y en una longitud nunca menor que la señalada en ellos.

El geosintético se deberá templar manualmente y asegurar a la superficie para mantener la tensión y prevenir movimientos durante la colocación del relleno; la sujeción a

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012-INVIAS

la superficie se deberá hacer según las recomendaciones del fabricante, por medio de grapas o elementos similares.

Los rollos adyacentes se colocarán sin traslapo entre ellos, a no ser que los documentos del proyecto indiquen otra cosa; estos podrán indicar, también, que se deje una separación entre rollos, sin que ésta sea mayor que 1.0 m. El traslapo (mínimo de 15 cm) o conexión mecánica entre rollos adyacentes es indispensable cuando los planos del proyecto indiquen que el geosintético debe envolver la superficie del talud; las conexiones mecánicas (costuras de geotextiles o ganchos en geomallas, etc) se deberán hacer usando los materiales y siguiendo las recomendaciones del fabricante del geosintético.

No se permitirá que el geosintético quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

Bajo ninguna circunstancia se permitirá la circulación de equipos sobre el geosintético antes de que esté cubierto con una capa de relleno de por lo menos 15 cm de espesor. Se debe evitar el frenado brusco o los giros cerrados que ocasiones algún desplazamiento del material de relleno.

223.4.3.2 Empalmes

No se permiten los empalmes de geosintéticos en la dirección del refuerzo, a no ser que su uso esté expresamente indicado en los planos del proyecto.

En caso de que estén contemplados en los documentos del proyecto, los empalmes (costuras de geotextiles o empalmes mecánicos de geomallas) se deberán realizar según las recomendaciones del fabricante del geosintético y deberán cumplir los requisitos de capacidad última y a largo plazo establecidos en el numeral 223.2.1.2.

223.4.3.3 Construcción de la cara del talud

Si los documentos del proyecto muestran que los geosintéticos no envuelven la superficie del talud, lo cual puede ser factible para taludes con inclinación no mayor a

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

1H:1V construidos con una separación pequeña entre niveles de geosintético (cada capa o cada dos capas de relleno, pero no mayor que 40 cm), el geosintético se deberá extender hasta la cara del talud.

Si los documentos del proyecto indican que la superficie del talud debe ser envuelta por los geosintéticos, las tiras de geosintético de refuerzo deberán dar vuelta y regresar al terraplén en una longitud no menor de 1.25 m, o la mostrada en los planos del proyecto, debajo del siguiente nivel de refuerzo, cubriendo completamente la cara del talud; la longitud de retorno del geosintético de envoltura que servirá de anclaje deberá enterrarse dentro del relleno para que no quede en contacto directo con el geosintético del siguiente nivel. Para taludes con fuerte pendiente, se requiere de una formaleta para soportar la cara durante su construcción.

En el caso de refuerzo con geomallas, los planos podrán indicar la colocación de un geotextil detrás de la geomalla que envuelve la cara del talud para retener el material de relleno.

223.4.4 Colocación del material de relleno

El relleno se efectuará por capas sensiblemente horizontales; la operación de extensión del material de relleno sobre el geosintético se deberá realizar cuidadosamente, empleando un método que no dé lugar a daños en el mismo. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geosintético hasta que se conforme y compacte adecuadamente la primera capa de relleno sobre el mismo. En el caso de geotextiles, no se permitirá el giro de maquinaria sobre la primera capa de relleno sobre él.

El espesor de la primera capa compactada de material de cobertura sobre el geosintético deberá estar definido en los documentos del proyecto, en función de la granulometría del material, de las características del geosintético y del equipo de construcción. En general, para materiales pétreos de tamaño máximo igual o mayor a treinta milímetros (≥ 30 mm), el espesor de la primera capa compactada de material de cobertura deberá ser de veinte centímetros como mínimo (≥ 20 cm); para materiales pétreos de tamaño máximo menor de treinta milímetros (< 30 mm), el espesor de la primera capa compactada deberá ser de quince centímetros como mínimo (≥ 15 cm).

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El material de relleno se deberá compactar con el equipo adecuado, hasta lograr el grado de compactación definido en el numeral 223.5.2.3.2, antes de comenzar las labores de colocación de la siguiente capa. El relleno se llevará a cabo hasta la cota indicada en los planos o la ordenada por el Interventor.

En la cercanía la talud (1 o 1.5m), se deberán utilizar equipos manuales para garantizar la adecuada compactación de esta zona; en este caso, el espesor de capas deberá reducirse para que los equipos manuales permitan alcanzar el grado de compactación especificado.

223.4.5 Protección de la cara del talud

Los documentos del proyecto podrán indicar algún sistema de protección de la cara del talud. En ningún caso, los geosintéticos que envuelven la cara del talud deben quedar expuestos a la luz solar, para evitar su deterioro con el tiempo.

223.4.5.1 Empradización de la cara del talud con bloques de césped

Los documentos del proyecto pueden requerir que la fachada sea empradizada mediante la instalación de bloques de césped contra los geosintéticos de fachada, que en este caso deberán ser geomallas para que permitan que el césped atraviese sus espacios libres.

Los bloques de césped deberán cumplir los requisitos establecidos en el Artículo 810, numeral 810.2.1, y se deberán instalar, regar y conservar según lo indicado en los numerales 810.4.3 y 810.4.7 del mismo Artículo.

223.4.5.2 Protección de la cara del talud con productos enrollados para control de erosión

Si los documentos del proyecto indican que la cara del talud se debe proteger con algún tipo de producto enrollado para control de erosión, el trabajo correspondiente se deberá ejecutar según el Artículo 811.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

223.4.5.3 Protección de la cara del talud con malla y mortero

Si los documentos del proyecto indican que la cara del talud se debe proteger con malla de alambre de acero y mortero de cemento hidráulico, el trabajo correspondiente se deberá ejecutar según el Artículo 812.

223.4.5.4 Otros tipos de protección de la carta del talud

La construcción de otros tipos de protección de la cara del talud que se especifiquen en los documentos del proyecto se realizará de acuerdo con la especificación particular correspondiente.

223.4.6 Protección de la superficie superior del terraplén

Si la superficie final del terraplén reforzado con geosintéticos no va a ser la superficie definitiva, aquella no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, la capa superior proyectada se deberá construir en forma inmediata una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del Constructor la reparación de cualquier daño que ocurra en el terraplén por la demora en la construcción de la capa siguiente.

223.4.7 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la seguridad permanente, tanto del personal y de los equipos de construcción, como de usuarios y transeúntes.

223.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

223.4.9 Manejo ambiental

Al respecto, rige en un todo lo especificado en el Artículo 106, "Aspectos ambientales".

223.4.10 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en la extensión, en los traslapos, en las costuras, en los cortes o en los dobleces del geosintético; en la extensión y compactación del material de relleno; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

223.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

223.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.

- Verificar que cada rollo de geosintético tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo.

- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geosintéticos tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

- Verificar que el sistema de almacenamiento garantice la protección de los geosintéticos contra cualquier tipo de deterioro.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado en cuanto a la colocación del geosintético y la construcción de las capas de relleno.

- Verificar que los diferentes niveles de geosintéticos para la construcción del terraplén reforzado sean colocados con las separaciones definidas en los documentos del proyecto, con los ajustes que haga el Interventor.

- Efectuar ensayos de control sobre el geosintético en un laboratorio independiente al del fabricante o del proveedor, y los ensayos pertinentes al material de cobertura.

- Efectuar ensayos de control de calidad sobre el material de relleno.

- Comprobar la compactación de las capas de relleno.

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

223.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

223.5.2.1 Calidad del geosintético

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geosintético, donde se establezca el nombre del producto, la composición química y toda la información que lo describa, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en los documentos del proyecto o en las Tablas 223 - 1, 223 – 4 y 223 - 5, según los que prevalezcan. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geosintéticos que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m^2) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m^2).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geosintético para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 m) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia.

Para la evaluación de las costuras en los geotextiles, se deberán tomar muestras de juntas cosidas cuyo largo sea al menos dos metros (2 m) en el sentido de la costura, y cuyo ancho sea al menos uno punto cinco metros (1.5 m).

El número de especímenes para ensayo y la conformidad con las especificaciones se determinará según las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759. Los especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante, para la realización de las pruebas especificadas en los documentos del proyecto o las Tablas 223 - 6 y 223 - 7, según corresponda.

Tabla 223 - 6. Pruebas de verificación de la calidad del geotextil

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM
Propiedades de refuerzo	
Resistencia última a la tensión en prueba de tira ancha (kN/M)	D 4595
Resistencia última a la tensión de las costuras, medida perpendicularmente al empalme (kN/m)	D 4884
Área abierta, como % del área total	Medido
Tamaño de abertura, mm	Medido
Propiedades de supervivencia	
Elongación (%)	D 4632

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM
Peso por unidad de área (g/m^2)	D 5261
Resistencia a la tensión Grab (N)	D 4632
Resistencia de la costura a tensión Grab (N)	D 4632
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro (N)	D 6241
Resistencia al rasgado trapezoidal (N)	D 4533
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición (%)	D 4355
Propiedades hidráulicas	
Permitividad (s^{-1})	D 4491
Permeabilidad (cm/s)	D 4491

Tabla 223 - 7. Pruebas de verificación de la calidad de la geomalla

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO
Propiedades de refuerzo	
Resistencia última a la tensión del geosintético en prueba con costillas múltiples (kN/m)	ASTM D 6637
Resistencia última a la tensión de los empalmes mecánicos, medida perpendicularmente al empalme (kN/m)	ASTM D 6637
Área abierta, como % del área total	Medido
Tamaño de abertura, mm	Medido
Propiedades de supervivencia	
Resistencia de las uniones o nodos (N)	GRI GG2
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición (%)	D 4355

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tablas 223 - 1, 223 – 4 y 223 - 5, o los se establezcan en los documentos técnicos del proyecto, según los que prevalezcan. No se aceptarán geosintéticos rasgados o usados; en el caso de los geotextiles, no se aceptará la presencia de agujeros en ellos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 MVIAS

223.5.2.2 Calidad del material de relleno

La calidad del material de relleno se evaluará en función de las características del mismo y de los requisitos aplicables de las presentes especificaciones, según sea el tipo de material por utilizar, de acuerdo con lo señalado en el numeral 223.2.2.

223.5.2.3 Calidad del producto terminado

223.5.2.3.1 Acabado

El geosintético instalado deberá tener las dimensiones establecidas y deberá estar libre de dobleces y arrugas; deberá estar templado y sujeto a la superficie de apoyo, según lo indicado en el numeral 223.4.3. Los empalmes deberán tener las características y dimensiones definidas para el proyecto, según se establece en el numeral 223.4.3.2.

Cada capa terminada de relleno deberá presentar una superficie uniforme, ajustada a la rasante y a las pendientes establecidas.

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del relleno no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la capa final del relleno, conformada y compactada, no deberá variar en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada, medida verticalmente hacia abajo; si la capa final del relleno corresponde a la subrasante del pavimento, en ningún caso la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto o la autorizada por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

No se aceptará la presencia de irregularidades que impidan el normal escurrimiento de las aguas en las obras concluidas.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

223.5.2.3.2 Compactación del relleno

Para efectos de la verificación de la compactación de cada una de las capas del relleno, se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total del relleno;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2);
- El volumen de relleno colocado y compactado en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca de cada capa en el terreno se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de relleno, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

– Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [223.2]$$

– Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [223.3]$$

Siendo:

GCi: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños, de manera que corresponda a la muestra total.

$\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$C\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total;

Sobretamaños (fracción gruesa) (P_{FG}): Porción de la muestra total retenida en el tamiz de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C\gamma_{d,máx}$) que se use para calcular el grado de compactación individual GC_i se obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños, $P_{FG,}$ presente en ese sitio.

Para la aceptación del lote se aplicarán los siguientes criterios:

GC_l (90) ≥ 95.0 %	se acepta el lote	[223.4]
GC_l (90) < 95.0 %	se rechaza el lote	[223.5]

Siendo:

GC_l(90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, "Control y aceptación de los trabajos", a partir de los valores individuales del grado de compactación GC_i.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los terraplenes de los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada. Este procedimiento deberá ser adelantado por el Constructor de manera que no se

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

afecte el geosintético subyacente; si el geosintético sufre algún deterioro, se deberá remover la capa de terraplén correspondiente al lote rechazado, se deberá reemplazar el geosintético por uno nuevo y se procederá a colocar de nuevo la capa de terraplén hasta lograr el grado de compactación especificado.

223.6 MEDIDA

223.6.1 Geosintéticos

La unidad de medida de los geosintéticos será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de geosintético colocado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la presente especificación. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirá ningún área por fuera de tales límites, ni se considerarán, para efecto del pago, los traslapos.

223.6.2 Relleno

La unidad de medida del relleno será el metro cúbico (m^3), aproximado al metro cúbico completo, de material suministrado, colocado, compactado y terminado de acuerdo con los planos y debidamente aceptado por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto u ordenadas por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

223.7 FORMA DE PAGO

223.7.1 Geosintéticos

El pago de los geosintéticos se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m^2), para toda obra ejecutada de acuerdo con la presente especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir el suministro, almacenamiento, transporte y colocación del geosintético; la ejecución de los traslapos, costuras, empalmes mecánicos y sujeciones, incluyendo el suministro de todos los elementos para tales labores; todo equipo y mano de obra requeridos para ejecutar esta labor y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado. Además, deberá cubrir los costos por concepto de desperdicios.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

223.7.2 Relleno

El precio unitario deberá cubrir los costos de extracción, preparación y suministro de los materiales en el sitio de la obra; la obtención de los permisos y derechos de explotación, la construcción o adecuación de las vías de acceso a las zonas de préstamo; la adecuación de dichas zonas una vez extraído el material, para recuperar las características hidrológicas superficiales; los cargues, transportes, compactación y conformación del relleno; los costos de los desvíos que fuese necesario construir con motivo de la ejecución de las obras; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento de todo tipo de tránsito durante la ejecución de los trabajos y el período posterior en que se deba impedir o controlar, de acuerdo con las instrucciones del Interventor; todo equipo y mano de obra requeridos para ejecutar esta labor y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado. Además, deberá cubrir los costos por concepto de desperdicios.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se pagarán por aparte las excavaciones y rellenos requeridos para la preparación de la fundación y los elementos de fachada diferentes a los geosintéticos, de acuerdo con los siguientes Artículos:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Excavaciones: Artículo 600, "Excavaciones varias"
- Rellenos: Artículo 610, “Rellenos para estructuras”
- Protección de la fachada del muro con malla y mortero: Artículo 812, “Recubrimiento de taludes con malla y mortero”.
- Empradización de la fachada con bloques de césped: Artículo 810, “Protección vegetal de taludes”.

223.8 ÍTEM DE PAGO

223.1	Geotextil de refuerzo tipo ___ para terraplenes reforzados con geosintéticos	Metro cuadrado (m^2)
223.2	Geomalla de refuerzo tipo ___ para terraplenes reforzados con geosintéticos	Metro cuadrado (m^2)
223.3	Relleno tipo _____ para terraplenes reforzados con geosintéticos	Metro cúbico (m^3)

Nota: se deberá establecer un ítem de pago para cada tipo de geosintético y cada tipo de relleno que se especifique en el contrato

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON ADICIÓN DE MATERIALES

ARTÍCULO 230 – 13

230.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la disgregación del material de la subrasante existente, el eventual retiro de parte de este material, la adición de materiales, la mezcla, humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final, de acuerdo con la presente especificación, y con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

230.2 MATERIALES

Los materiales de adición deberán presentar una calidad tal que la capa de subrasante mejorada cumpla los requisitos exigidos para los suelos seleccionados, en el numeral 220.2 del Artículo 220, “Terraplenes”.

230.3 EQUIPO

El equipo empleado para la ejecución de los trabajos de mejoramiento de la subrasante con adición de materiales deberá ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de la presente especificación.

230.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

230.4.1 Generalidades

Los trabajos de mejoramiento de subrasante se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor y aprobados por éste. Su avance físico se deberá ajustar al programa de trabajo.

Si los trabajos de mejoramiento de la subrasante afectaren el tránsito normal en la vía o en sus intersecciones y cruces con otras vías, el

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Constructor será responsable de tomar las medidas para mantenerlo adecuadamente.

La subrasante existente se escarificará y disgregará en el espesor indicado en los documentos del proyecto, empleando procedimientos aceptables para el Interventor.

Si el proceso implica el retiro de parte del material existente, éste se cargará y transportará a las zonas aprobadas de disposición de sobrantes donde será descargado y dispuesto a satisfacción del Interventor.

El suelo de aporte para el mejoramiento se aplicará en los sitios indicados en los documentos del proyecto o definidos por el Interventor, en cantidad tal, que se garantice que la mezcla con el suelo existente cumpla las exigencias del numeral 230.2, en el espesor señalado en los planos o ajustado por el Interventor.

La mezcla del material existente disgregado y el de adición, se humedecerá o aireará hasta alcanzar la humedad apropiada y, previa la eliminación de partículas mayores de setenta y cinco milímetros (75 mm), si las hubiere, se compactará hasta obtener los niveles de densidad establecidos en el numeral 230.5.2.2.1.

230.4.2 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de mejoramiento de subrasantes sólo se efectuarán cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, sea cuando menos de dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de mejoramiento de la subrasante se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

Se deberá prohibir la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

230.4.3 Manejo ambiental

En relación con este tópico se consideran aplicables las recomendaciones del numeral 220.4.8 del Artículo 220, "Terraplenes". Además, se deberá prohibir el tránsito desordenado de los equipos de obra fuera de la banca de la carretera, con el fin de evitar daños innecesarios a la vegetación.

230.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

230.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se efectuarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo de construcción;
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados;
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos;
- Verificar la compactación de todas las capas de suelo que forman parte de la actividad especificada;
- Realizar medidas para determinar espesores, levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

230.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

230.5.2.1 Calidad de los materiales

Al respecto resulta aplicable lo descrito en el numeral 220.5.2.1 del Artículo 220, "Terraplenes", teniendo en cuenta que el producto que en definitiva constituya la subrasante

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

mejorada deberá cumplir los requisitos exigidos en el numeral 220.2, del mismo Artículo, para los denominados suelos seleccionados.

230.5.2.2 Calidad del producto terminado

La subrasante mejorada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. El Interventor deberá verificar, además, que:

- La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por él;

- La cota de cualquier punto de la subrasante mejorada, conformada y compactada, no varíe en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada, aceptándose tolerancia solamente por abajo.

Así mismo, adelantará las siguientes comprobaciones:

230.5.2.2.1 Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de la subrasante mejorada, se define como "lote", que se aceptará o rechazará en conjunto, la menor área que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de subrasante compactada en su ancho total;

- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2) de subrasante compactada;

- El volumen construido con el mismo material, proveniente del mismo corte o préstamo y colocado y compactado con los mismos equipos, en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad seca en el terreno de cada capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de la subrasante mejorada, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

– Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [230.1]$$

– Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [230.2]$$

Siendo:

GCi: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños, de manera que corresponda a la muestra total;

$\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

compactación) sobre una muestra representativa del mismo;

$C\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total;

Sobretamaños (fracción gruesa) (PFG): Porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C\gamma_{d,máx}$) que se use para calcular el grado de compactación individual GC_i se obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños, P_{FG}, presente en ese sitio.

Para la aceptación del lote se aplicarán los siguientes criterios:

GC_l (90) ≥ 95.0 %	se acepta el lote	[230.3]
GC_l (90) < 95.0 %	se rechaza el lote	[230.4]

Siendo:

GC_l(90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90%, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, “Control y aceptación de los trabajos”, a partir de los valores

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

individuales del grado de compactación GC_i.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

230.5.2.2.2 Espesor

Sobre la base del lote escogido para el control de la compactación y en los mismos puntos de verificación, se determinará el espesor promedio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d \qquad [230.5]$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre que este último valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.90\ e_d \qquad [230.6]$$

Si estos requisitos no se cumplen, el Constructor deberá escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características y recompactar y terminar la capa conforme lo exige el presente Artículo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Si el espesor medio resulta inferior al espesor de diseño, pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño, el Interventor podrá admitir el espesor construido, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías. Si el Constructor no suscribe este compromiso, se procederá como en el párrafo anterior.

230.5.2.2.3 Planicidad

El Interventor comprobará la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, en todos los sitios que considere conveniente hacerlo, empleando para ello una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm), para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia será delimitada por el Interventor, y el Constructor deberá corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente Artículo.

230.5.2.2.4 Protección de la subrasante mejorada

El Constructor deberá responder por la conservación de la subrasante mejorada hasta que se coloque la capa superior y corregirá, a su costa, cualquier daño que ocurra en ella después de terminada, no atribuible a fuerza mayor o caso fortuito.
Todas las áreas de subrasante mejorada donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberán

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

230.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de subrasante mejorada con adición de materiales en las áreas y espesores señalados en los planos o indicados por el Interventor, a plena satisfacción de éste.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No habrá medida ni pago para los mejoramientos de subrasante por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, que haya efectuado el Constructor por negligencia, o por conveniencia para la operación de sus equipos.

230.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de mejoramiento de la subrasante con adición de materiales se pagará al precio unitario pactado en el contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de disgregación del material, la extracción y disposición del material inadecuado, la adición del material necesario para obtener las cotas proyectadas de subrasante y cunetas, su humedecimiento o aireación, compactación y perfilado final; herramientas, equipo, mano de obra, cargues, descargues, tanto de material de adición como de los materiales removidos que no sean utilizables y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

Habrá pago separado para el suministro y transporte del material de adición, así como para el transporte del material inadecuado, de acuerdo con los Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos; y 900, "Transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes".

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

230.8 ÍTEM DE PAGO

230.1	Mejoramiento de la subrasante con adición de materiales	Metro cuadrado (m^2)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

SEPARACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES CON GEOTEXTIL

ARTÍCULO 231 – 13

231.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y la instalación de geotextiles para prevenir la mezcla entre los suelos de subrasante y los materiales que conforman las capas granulares del pavimento, de conformidad con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

Para que la función de separación por parte del geotextil sea efectiva, el suelo de subrasante deberá presentar un valor de CBR mayor o igual a tres por ciento (CBR ≥ 3 %), determinado con el ensayo descrito en la norma INV E-169 "Relación de soporte del suelo en el terreno" o tener un valor de resistencia al corte igual o mayor a noventa kilopascales (≥90 kPa). La determinación de la resistencia al corte se podrá realizar con uno cualquiera de los siguientes ensayos: norma INV E-152 "Compresión inconfinada en muestras de suelos" o INV E-170 "Ensayo de corte sobre suelos cohesivos, usando la veleta de campo". Los sitios para hacer las determinaciones serán los previstos en los planos del proyecto o los indicados por el Interventor. Adicionalmente a lo anterior, el suelo de subrasante no se podrá encontrar en condición saturada.

231.2 MATERIALES

231.2.1 Geotextil

El tipo y las propiedades requeridas del geotextil serán los establecidos en los documentos del proyecto en función de las condiciones y procedimientos de instalación, de las condiciones geomecánicas del suelo de subrasante, de la granulometría y demás características del material de cobertura y de las cargas impuestas por los equipos durante la ejecución de los trabajos. En este numeral se indican las propiedades mínimas que deberá tener el geotextil.

En general, se podrán emplear geotextiles tejidos o no tejidos, elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95 % en masa de poliolefinas o poliéster. El geotextil deberá permitir en todo momento el libre paso del agua.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Las propiedades de los geotextiles se expresan en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.

231.2.1.1 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas del geotextil serán las establecidas en los documentos del proyecto, según las condiciones particulares del mismo y la clase de supervivencia que en ellos se defina; las propiedades mecánicas para su supervivencia en condiciones normales de instalación se especifican en la Tabla 231 - 1, en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

231.2.1.2 Propiedades hidráulicas

Las propiedades hidráulicas que deberá cumplir el geotextil, salvo que los documentos del proyecto especifiquen otros requisitos, son las que se indican en la Tabla 231 - 2 en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

Adicionalmente a los requisitos de permitividad, los documentos del proyecto podrán especificar requisitos de permeabilidad, determinada según la norma de ensayo ASTM D 4491 (por ejemplo, que sea una o varias veces superior a la permeabilidad del suelo).

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 231 - 1. Propiedades mecánicas del geotextil en términos de VMPR
(Medidas en la dirección principal más débil del geotextil)

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	GEOTEXTILES TEJIDOS	GEOTEXTILES NO TEJIDOS
Elongación	D 4632	< 50 %	≥ 50 %
Resistencia a la tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	1100	700
Resistencia de la costura a la tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	990	630
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro, valor mínimo (N)	D 6241	2200	1375
Resistencia al rasgado trapezoidal , valor mínimo (N) (Nota 1)	D 4533	400	250

Nota 1: El VMPR para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

Tabla 231 - 2. Propiedades hidráulicas del geotextil en términos de VMPR

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	VMPR
Permitividad, valor mínimo (s^{-1}). *(Nota 1)*	D 4491	0.02
Tamaño de abertura aparente (TAA), valor máximo (mm). *(Nota 2)*	D 4751	0.60
Estabilidad ultravioleta después de 500 h de exposición, valor mínimo (%)	D 4355	50

Nota 1. La permitividad del geotextil deberá ser mayor que la permitividad del suelo ($\psi_g > \psi_s$).

Nota 2: El valor del tamaño de abertura aparente (TAA) representa el valor máximo promedio por rollo.

231.2.1.3 Control de calidad de la producción

El fabricante de los geotextiles deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI.

El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto.

231.2.2 Material de cobertura

Este material deberá cumplir con todo lo especificado para afirmado, subbase granular o base granular en los Artículos 311, 320 y 330, respectivamente, según sea el caso, de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

231.2.3 Materiales accesorios

Los materiales accesorios, tales como grapas, arandelas, elementos de fijación y demás elementos necesarios para la instalación del geotextil deberán cumplir con los requisitos establecidos por el fabricante del geotextil.

231.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para instalar el geotextil correctamente, así como de elementos de corte y costura y, además, de todos aquellos que se requieran para explotar, procesar, transportar, extender y compactar el material que deba ser colocado sobre el geotextil, de conformidad con la especificación correspondiente y los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

231.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

231.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación de la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

subrasante, la colocación del geotextil y la colocación, conformación y compactación del material de cobertura, de manera que el geotextil quede expuesto el menor tiempo posible.

Durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles deberán tener empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

231.4.2 Preparación de la subrasante

La colocación del geotextil sólo será autorizada por el Interventor cuando la subrasante se haya preparado adecuadamente, de acuerdo con las indicaciones del Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos", numeral 210.4.1.4.

231.4.3 Colocación del geotextil

231.4.3.1 Extensión

El geotextil se deberá extender en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada, sin arrugas o dobleces. Si es necesario colocar rollos adyacentes de geotextil, éstos se deberán traslapar o unir mediante la realización de una costura de acuerdo con lo establecido en el numeral 231.4.3.2.

Los traslapos serán los recomendados por el fabricante y aceptados por el Interventor, y dependerán tanto del CBR de la subrasante como del tránsito que vaya a circular sobre la vía durante la construcción, pero no serán inferiores a los indicados en la Tabla 231 - 3.

Tabla 231 - 3. Traslapo mínimo

CONDICIÓN	TRASLAPO MÍNIMO
CBR $\geq$ 3 %	30 cm o costura
Todo final de rollo	1 m o costura

Las costuras que se usen en reemplazo de los traslapos deberán cumplir las condiciones descritas en el numeral

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

231.4.3.2, con los requisitos adicionales que señale el fabricante.

En las curvas, para desarrollar su geometría, el geotextil podrá ser cortado con sus correspondientes traslapos o costuras, o doblado, según sea el caso

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

231.4.3.2 Elaboración de costuras

Las costuras deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- El tipo de hilo deberá ser kevlar, aramida, polietileno, poliéster o polipropileno. No se permitirán hilos elaborados totalmente con fibras naturales, ni hilos de nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que tengan diez por ciento (10 %) o más, en masa, de fibras naturales. Tampoco se permitirán costuras elaboradas con alambres.

- El tipo de puntada podrá ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).

- La densidad de la puntada deberá ser, como mínimo, de ciento cincuenta a doscientas (150 –200) puntadas por metro lineal.

- La tensión del hilo se deberá ajustar en el campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, se deberán tener los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil.

- Dependiendo del tipo de geotextil y del nivel de esfuerzos a que se va a solicitar, el tipo de costura se podrá realizar en diferentes configuraciones y con una o

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

varias líneas de costura, siempre y cuando se asegure la correcta transferencia de la tensión.

- La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo a la norma ASTM D 4632, deberá ser, como mínimo, el 90% de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo, medida de acuerdo a la misma norma de ensayo.

231.4.4 Colocación del material de cobertura

El material de cobertura se descargará en un lugar previamente escogido y autorizado por el Interventor. Luego, el material se extenderá cuidadosamente, empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geotextil hasta que se conforme y compacte adecuadamente la primera capa del material de cobertura. No se permitirá el giro de maquinaria sobre la primera capa de dicho material de cobertura.

El espesor de la primera capa compactada de material de cobertura sobre el geotextil deberá estar definida en los documentos del proyecto, en función de la granulometría del material, de las características del geosintético y del equipo de construcción. En general, para materiales pétreos de tamaño máximo igual o mayor a treinta milímetros (≥ 30 mm), el espesor de la primera capa compactada de material de cobertura deberá ser de veinte centímetros como mínimo (≥ 20 cm). Para materiales pétreos de tamaño máximo menor de treinta milímetros (< 30 mm), el espesor de la primera capa compactada deberá ser de quince centímetros como mínimo (≥ 15 cm).

El material de relleno se compactará con el equipo adecuado, hasta lograr el grado de compactación exigido para el material en la especificación respectiva o el solicitado por el Interventor, antes de dar paso al tránsito temporal sobre la vía o comenzar las labores de colocación de la siguiente capa. El relleno se llevará a cabo hasta la cota indicada en los planos o la ordenada por el Interventor.

231.4.5 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

seguridad permanente, tanto del personal y de los equipos de construcción, como de usuarios y transeúntes.

231.4.6 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a cinco grados Celsius (5° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

231.4.7 Manejo ambiental

Al respecto, rige en un todo lo especificado en el Artículo 106, “Aspectos ambientales”.

231.4.8 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en la extensión, en los traslapos, en las costuras, en los cortes o en los dobleces del geotextil; en la extensión y compactación del material de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

231.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

231.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción;

- Verificar que la subrasante esté preparada adecuadamente y que se cumplan las dimensiones y cotas señaladas en los planos o las ordenadas por el Interventor, antes de autorizar la colocación del geotextil;

- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo;

- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades;

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la preparación de la subrasante, la colocación del geotextil y la construcción de las capas de material de cobertura;

- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante o proveedor, y los ensayos pertinentes al material de cobertura. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, se deberán hacer de conformidad con lo establecido en las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759;

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

231.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

231.5.2.1 Calidad del geotextil

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geotextil, donde se establezca el nombre del producto, la composición química relevante de los filamentos o cintas y toda la información que describa al geotextil, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todos los requisitos establecidos en las

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tablas 231 - 1 y 231 - 2 del presente Artículo, o los se establezcan en los documentos técnicos del proyecto, según los que prevalezcan.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geotextil que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m^2) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m^2).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 m) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia. El número de especímenes se determinará de conformidad con las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759. Tales especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante o proveedor, para que les sean realizadas las pruebas especificadas en las Tablas 231 - 1 y 231 - 2.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en las Tablas 231 - 1 y 231 - 2, o los se establezcan en los documentos técnicos del proyecto, según los que prevalezcan. No se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

231.5.2.2 Calidad del producto terminado

El geotextil colocado deberá presentar una superficie uniforme, sin arrugas ni dobleces. Se deberá verificar, además, que:

- La distancia entre el eje del proyecto y el borde del geotextil no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por Interventor;

- Los traslapos y las costuras cumplan los requisitos establecidos en este Artículo.

231.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de geotextil colocado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la presente especificación. El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje de la vía, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites, ni se considerarán, para efecto del pago, los traslapos.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

231.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m^2), para todo trabajo ejecutado de acuerdo con la presente especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir el suministro, almacenamiento y transporte del geotextil; la colocación del geotextil; los traslapos y costuras; los desperdicios; los costos de los desvíos que fuese necesario construir con motivo de la ejecución de las obras; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento de todo tipo de tránsito durante la ejecución de los trabajos y el período posterior en que se deba impedir o controlar, de acuerdo con las instrucciones del Interventor; así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El material de cobertura y su colocación se pagarán de acuerdo a la especificación que corresponda al material utilizado, según se indica en el numeral 231.2.2.

231.8 ÍTEM DE PAGO

231.1	Geotextil para separación de suelos de subrasante y capas granulares	Metro cuadrado (m^2)

Nota: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada tipo de geotextil que se especifique en el contrato.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE CON GEOTEXTIL

ARTÍCULO 232 – 13

232.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y la instalación de geotextiles sobre una subrasante blanda y muy húmeda, de conformidad con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor, para desempeñar las funciones de separación, filtración y, en algunos casos, refuerzo.

La función de estabilización es apropiada para suelos de subrasante con CBR entre uno y tres por ciento (1 ≤ CBR < 3 %), determinado con el ensayo descrito en la norma INV E-169 "Relación de soporte del suelo en el terreno" o tener un valor de resistencia al corte entre treinta y noventa kilopascales (30-90 kPa). La determinación de la resistencia al corte se podrá realizar con uno cualquiera de los siguientes ensayos: norma INV E-152 "Compresión inconfinada en muestras de suelos" o INV E-170 "Ensayo de corte sobre suelos cohesivos, usando la veleta". Los sitios para hacer las determinaciones serán los previstos en los planos del proyecto o los indicados por el Interventor.

Esta especificación no aplica para el refuerzo de terraplenes donde las condiciones de esfuerzos puedan causar fallas globales de la fundación o del cuerpo del terraplén.

232.2 MATERIALES

232.2.1 Geotextil

El tipo y las propiedades requeridas del geotextil serán los establecidos en los documentos del proyecto en función de las condiciones y procedimientos de instalación, de las condiciones geomecánicas del suelo de subrasante, de la granulometría y demás características del material de cobertura y de las cargas impuestas por los equipos durante la ejecución de los trabajos. En este numeral se indican las propiedades mínimas que deberá tener el geotextil

En general, se podrán emplear geotextiles tejidos o no tejidos, elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95 % en masa de poliolefinas o poliéster. El geotextil deberá permitir en todo momento el libre paso del agua.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Las propiedades de los geotextiles se expresan en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.

232.2.1.1 Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas del geotextil serán las establecidas en los documentos del proyecto, según las condiciones particulares del mismo y la clase de supervivencia que en ellos se defina; las propiedades mecánicas para su supervivencia en condiciones normales de instalación se especifican en la Tabla 232 - 1, en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

232.2.1.2 Propiedades hidráulicas

Las propiedades hidráulicas que deberá cumplir el geotextil, salvo que los documentos del proyecto especifiquen otros requisitos, son las que se indican en la Tabla 232 - 2 en términos de Valores Mínimos Promedio por Rollo (VMPR).

Adicionalmente a los requisitos de permitividad, los documentos del proyecto podrán especificar requisitos de permeabilidad, determinada según la norma de ensayo ASTM D 4491 (por ejemplo, que sea una o varias veces superior a la permeabilidad del suelo).

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 232 - 1. Propiedades mecánicas del geotextil en términos de VMPR
(Medidas en la dirección más débil del geotextil)

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO	
		GEOTEXTILES TEJIDOS	GEOTEXTILES NO TEJIDOS
Elongación (%)	D 4632	< 50	≥ 50
Resistencia a la tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	1400	900
Resistencia de la costura a la tensión Grab, valor mínimo (N)	D 4632	1260	810
Resistencia a la penetración con pistón de 50 mm de diámetro, valor mínimo (N)	D 6241	2750	1925
Resistencia al rasgado trapezoidal, valor mínimo (N) (Nota 1)	D 4533	500	350

Nota 1: El VMPR para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento deberá ser de 250 N.

Tabla 232 - 2. Propiedades hidráulicas del geotextil en términos de VMPR

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
Permitividad, valor mínimo (s^{-1}). *(Nota 1)*	D 4491	0.05
Tamaño de abertura aparente (TAA), valor máximo (mm). *(Nota 2)*	D 4751	0.43
Estabilidad ultravioleta después de 500 h de exposición, valor mínimo (%)	D 4355	50

Nota 1. La permitividad del geotextil deberá ser mayor que la permitividad del suelo ($\psi_g > \psi_s$).

Nota 2: El valor del tamaño de abertura aparente (TAA) representa el valor máximo promedio por rollo.

232.2.1.3 Control de calidad de la producción

El fabricante de los geotextiles deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI.

El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto.

232.2.2 Material de cobertura

Este material deberá cumplir con todo lo especificado para afirmado, subbase granular o base granular en los Artículos 311, 320 y 330 respectivamente, según sea el caso, de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

232.2.3 Materiales accesorios

Los materiales accesorios, tales como grapas, arandelas, elementos de fijación y demás elementos necesarios para la instalación del geotextil deberán cumplir con los requisitos establecidos por el fabricante del geotextil.

232.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para instalar el geotextil correctamente, así como de elementos de corte y costura y, además, de todos aquellos que se requieran para explotar, procesar, transportar, extender y compactar el material que deba ser colocado sobre el geotextil, de conformidad con la especificación correspondiente y los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

232.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

232.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación de la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

subrasante y de las capas inferiores del pavimento si es el caso, la colocación del geotextil y la colocación, conformación y compactación del material de cobertura, de manera que el geotextil quede expuesto el menor tiempo posible.

Durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles deberán tener empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

232.4.2 Preparación de la subrasante

La colocación del geotextil sólo será autorizada por el Interventor cuando la subrasante se haya preparado adecuadamente. En el caso de la subrasante natural, su preparación deberá estar de acuerdo con las indicaciones del Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos".

232.4.3 Colocación del geotextil

232.4.3.1 Extensión

El geotextil se deberá extender en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada, sin arrugas o dobleces. Si es necesario colocar rollos adyacentes de geotextil, éstos se deberán traslapar o unir mediante la realización de una costura de acuerdo al numeral 232.4.3.2.

Los traslapos serán los recomendados por el fabricante y aceptados por el Interventor y dependerán tanto del CBR de la subrasante, cuando se coloque sobre ésta, como del tránsito que vaya a circular sobre la vía durante la construcción, pero no serán inferiores a los indicados en la Tabla 232 - 3.

Tabla 232 - 3. Traslapo mínimo

CONDICIÓN	TRASLAPO MÍNIMO
1 ≤ CBR < 3%	60 cm o costura
Todo final de rollo	1 m o costura

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Las costuras que se usen en reemplazo de los traslapos deberán cumplir las condiciones descritas en el numeral 232.4.3.2 y con los requisitos adicionales que señale el fabricante.

En las curvas, para desarrollar su geometría, el geotextil podrá ser cortado con sus correspondientes traslapos o costuras, o doblado, según sea el caso.

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

232.4.3.2 Elaboración de costuras

Las costuras deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- El tipo de hilo deberá ser kevlar, aramida, polietileno, poliéster o polipropileno. No se permitirán hilos elaborados totalmente con fibras naturales, ni hilos de nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que tengan diez por ciento (10 %) o más, en masa, de fibras naturales. Tampoco se permitirán costuras elaboradas con alambres;

- El tipo de puntada podrá ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401);

- La densidad de la puntada deberá ser, como mínimo, de ciento cincuenta a doscientas (150 –200) puntadas por metro lineal;

- La tensión del hilo se deberá ajustar en el campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, se deberán tener los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil;

- Dependiendo del tipo de geotextil y del nivel de esfuerzos a que se va a solicitar, el tipo de costura se

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

podrá realizar en diferentes configuraciones y con una o varias líneas de costura, siempre y cuando se asegure la correcta transferencia de la tensión;

- La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo a la norma ASTM D 4632, deberá ser, como mínimo, el 90 % de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo, medida de acuerdo a la misma norma de ensayo;

232.4.4 Colocación del material de cobertura

El material de cobertura se descargará en un lugar previamente escogido y autorizado por el Interventor. Luego, el material se extenderá cuidadosamente, empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geotextil hasta que se conforme y compacte adecuadamente la primera capa del material de cobertura. No se permitirá el giro de maquinaria sobre la primera capa de dicho material de cobertura.

El espesor de la primera capa compactada de material de cobertura sobre el geotextil deberá estar definido en los documentos del proyecto, en función de la granulometría del material, de las características del geosintético y del equipo de construcción. En general, para materiales pétreos de tamaño máximo igual o mayor a treinta milímetros (≥ 30 mm), el espesor de la primera capa compactada de material de cobertura deberá ser de veinte centímetros como mínimo (≥ 20 cm). Para materiales pétreos de tamaño máximo menor de treinta milímetros (< 30 mm), el espesor de la primera capa compactada deberá ser de quince centímetros como mínimo (≥ 15 cm).

El material de cobertura se compactará con el equipo adecuado, hasta lograr el grado de compactación exigido para el material en la especificación respectiva o el solicitado por el Interventor, antes de dar paso al tránsito temporal sobre la vía o comenzar las labores de colocación de la siguiente capa. El relleno se llevará a cabo hasta la cota indicada en los planos o la ordenada por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

232.4.5 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la permanente seguridad, tanto del personal y de los equipos de construcción, como de usuarios y transeúntes.

232.4.6 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a cinco grados Celsius (5° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

232.4.7 Manejo ambiental

Al respecto, rige en un todo lo especificado en el Artículo 106, “Aspectos ambientales”.

232.4.8 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en la extensión, en los traslapos, en las costuras, en los cortes o en los dobleces del geotextil; en la extensión y compactación del material de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

232.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

232.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción;

- Verificar que la subrasante o la capa de apoyo estén preparadas adecuadamente y que se cumplan las dimensiones y cotas señaladas en los planos o las ordenadas por el Interventor, antes de autorizar la colocación del geotextil;

- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo;

- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades;

- Verificar que el sistema de almacenamiento garantice la protección de los geosintéticos contra cualquier tipo de deterioro;

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la preparación de la subrasante, la colocación del geotextil y la construcción de las capas de material de cobertura;

- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante o proveedor, y los ensayos pertinentes al material de cobertura. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, se deberán hacer de conformidad con lo establecido en las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759;

El Interventor medirá, para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

232.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

232.5.2.1 Calidad del geotextil

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del geotextil, donde se establezca el nombre del producto, la composición química relevante de los filamentos o cintas y toda la información que describa al geotextil, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas los requisitos establecidos en las Tablas 232 - 1 y 232 - 2 del presente Artículo, o los se establezcan en los documentos técnicos del proyecto, según los que prevalezcan. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geotextil que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m^2) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m^2).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 m) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia. El número de especímenes se determinará de conformidad con las normas de ensayo ASTM D 4354 y ASTM D 4759. Tales especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante o proveedor, para que les sean realizadas las pruebas especificadas en las Tablas 232 - 1 y 232 - 2.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tablas 232 - 1 y 232 - 2, o los se establezcan en los documentos técnicos del proyecto, según los que prevalezcan. No se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados.

232.5.2.2 Calidad del producto terminado

El geotextil colocado deberá presentar una superficie uniforme, sin arrugas ni dobleces. Se deberá verificar, además, que:

- La distancia entre el eje del proyecto y el borde del geotextil no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por Interventor.

- Los traslapos y las costuras cumplan los requisitos establecidos en este Artículo.

232.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de geotextil colocado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la presente especificación. El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje de la vía, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites, ni se considerarán, para efecto del pago, los traslapos.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

232.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m^2), para todo trabajo ejecutado de acuerdo con la presente especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir el suministro, almacenamiento y transporte del geotextil; la colocación del geotextil; los traslapos y costuras; los desperdicios; los

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

costos de los desvíos que fuese necesario construir con motivo de la ejecución de las obras; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento de todo tipo de tránsito durante la ejecución de los trabajos y el período posterior en que se deba impedir o controlar, de acuerdo con las instrucciones del Interventor; así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El material de cobertura se pagará de acuerdo a la especificación que corresponda al material utilizado, según se indica en el numeral 232.2.2.

232.8 ÍTEM DE PAGO

232.1	Geotextil para estabilización de la subrasante	Metro cuadrado (m^2)

Nota: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada tipo de geotextil que se especifique en el contrato.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y REFUERZO DE CAPAS GRANULARES CON GEOMALLAS

ARTÍCULO 233 – 13

233.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro y la instalación de geomallas sobre la subrasante o entre capas granulares del pavimento, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor.

La función de estabilización es apropiada para suelos de subrasante con CBR entre uno y tres por ciento (1 ≤ CBR < 3 %), determinado con el ensayo descrito en la norma INV E-169 "Relación de soporte del suelo en el terreno" o tener un valor de resistencia al corte entre treinta y noventa kilopascales (30-90 kPa). La determinación de la resistencia al corte se podrá realizar con uno cualquiera de los siguientes ensayos: norma INV E-152 "Compresión inconfinada en muestras de suelos" o INV E-170 "Ensayo de corte sobre suelos cohesivos, usando la veleta". Los sitios para hacer las determinaciones serán los previstos en los planos del proyecto o los indicados por el Interventor.

En el caso de estabilización de suelos de subrasante con geomallas, los documentos del proyecto pueden indicar que se coloque un geotextil de separación entre la subrasante y la geomalla; en este caso, la instalación del geotextil de separación estará cubierta por el Artículo 231, "Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil".

Esta especificación no aplica para el refuerzo de terraplenes donde las condiciones de esfuerzos puedan causar fallas globales de la fundación o del cuerpo del terraplén.

233.2 MATERIALES

233.2.1 Geomalla

La geomalla deberá ser biaxial o multiaxial y deberá ser capaz de mantener su estabilidad dimensional durante su instalación y el tránsito normal de construcción.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Debe resistir el daño durante la construcción, incluyendo la degradación ultravioleta y debe tener resistencia a largo plazo a la degradación química y biológica.

El tipo y las propiedades requeridas de la geomalla serán los establecidos en los documentos del proyecto en función de las condiciones y los procedimientos de instalación, de las condiciones geomecánicas del suelo de subrasante, de la granulometría y demás características del material de cobertura y de las cargas impuestas por los equipos durante la ejecución de los trabajos. En este numeral se indican las propiedades mínimas que deberá tener la geomalla.

Varias de las propiedades de las geomallas se expresan en términos de valores mínimos promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo (VMPR) es una herramienta de control de calidad que le permite a los fabricantes establecer los valores en sus certificados de manera que el comprador tenga un nivel de confianza del 97.7 % de que las propiedades, medidas sobre el producto que compra, cumplen con los valores certificados. Para datos que tengan una distribución normal, el valor VMPR se calcula como el valor típico menos dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores mínimos, o más dos (2) veces la desviación estándar, cuando se especifican valores máximos.

Los valores promedio de los resultados de los ensayos practicados a cualquier rollo deberán satisfacer los requisitos establecidos en este Artículo.

233.2.1.1 Propiedades mecánicas

Las propiedades de la geomalla serán las establecidas en los documentos del proyecto, según las condiciones particulares del mismo y la clase de supervivencia que en ellos se defina, a partir de la siguiente guía de la FHWA:

- FHWA-NHI-08-092, *Geosynthetic Design and Construction Guidelines* (Guías para el diseño y la construcción con geosintéticos)

En las Tablas 233 – 1 y 223 – 2 se indican las propiedades mínimas que deberá tener la geomalla, para las aplicaciones

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

de estabilización de subrasante y refuerzo de las capas granulares, respectivamente.

Tabla 233 - 1. Propiedades mecánicas de la geomalla para estabilización de la subrasante

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO SEGÚN LA CLASE POR SUPERVIVENCIA		
		CLASE 1 (Alta)	CLASE 2 (Moderada-1)	CLASE 3 (Moderada-2)
Propiedades de refuerzo				
Resistencia última a la tensión en prueba con costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Área abierta, como % del área total	Medido	50 a 90		
Tamaño de abertura, mm *(Notas 3 y 4)*	Medido	12.5 a 75 mm ≥ D 50 del agregado encima de la geomalla ≤ 2D 85 del agregado encima de la geomalla		
Propiedades de supervivencia				
Resistencia última a la tensión en prueba de con costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	18	12	12
Resistencia de las uniones o nodos, VMPR (N)	GRI GG2 *(Nota 1)*	110	110	35
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición, valor mínimo (%)	ASTM D 4355	50		

Nota 1: GRI método de ensayo del Geosynthetic Research Institute

Nota 2: Los requisitos para las propiedades de resistencia por supervivencia representan el sentido principal más débil de la geomalla

Nota 3: la abertura de la geomalla se medirá con un calibrador tipo Vernier, con precisión de 0.01 mm; se medirán las dimensiones internas (entre costillas) en cada dirección principal, en 5 sitios escogidos aleatoriamente

Nota 4: D 50 (D 85) corresponde a la abertura del tamiz de menor abertura por el cual pasa el 50 % (85%) del material, en masa, con respecto a la masa total del mismo

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 233 - 2. Propiedades mecánicas de la geomalla para refuerzo de capas granulares

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	REQUISITO SEGÚN LA CLASE POR SUPERVIVENCIA		
		CLASE 1 (Alta)	CLASE 2 (Moderada-1)	CLASE 3 (Moderada-2)
Propiedades de refuerzo				
Resistencia última a la tensión en prueba con costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Módulos secantes a la tensión para el 2 % y el 5 % de elongación, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Coeficiente de interacción geosintético/suelo por extracción para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	ASTM D 6706	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Coeficientes de deslizamiento pico y residual en la interfaz geosintético/suelo, para el tipo de relleno contemplado en el proyecto, mínimo	ASTM D 5321	Según lo establecido en los documentos del proyecto, para cada una de las direcciones principales		
Área abierta, como % del área total	Medido	50 a 90		
Tamaño de abertura, mm *(Nota 3)*	Medido	Según lo establecido en los documentos del proyecto		
Propiedades de supervivencia				
Resistencia última a la tensión en prueba de costillas múltiples, VMPR (kN/m)	ASTM D 6637	18	12	12
Resistencia de las uniones o nodos, VMPR (N)	GRI GG2 *(Nota 1)*	110	110	35
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición, valor mínimo (%)	ASTM D 4355	50		

Nota 1: GRI método de ensayo del Geosynthetic Research Institute

Nota 2: Los requisitos para las propiedades de resistencia por supervivencia representan el sentido principal más débil de la geomalla

Nota 3: la abertura de la geomalla se medirá con un calibrador tipo Vernier, con precisión de 0.01 mm; se medirán las dimensiones internas (entre costillas) en cada dirección principal, en 5 sitios escogidos aleatoriamente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En reemplazo del requisito de resistencia de las uniones o nodos, el fabricante podrá documentar la supervivencia de las uniones a la instalación mediante pruebas a escala real, según la norma ASTM D 5818, que demuestren la integridad de las mismas bajo las condiciones del proyecto (suelo de apoyo, espesor de capas, materiales de relleno, equipo de construcción). La geomalla se cubrirá con una capa de material de relleno de 15 cm de espesor mínimo y será sometida al paso repetido de una volqueta cargada hasta producir un ahuellamiento de 10 cm; el informe de la pruebas deberá incluir un registro fotográfico de la geomalla recuperada, que muestre claramente que las uniones no se han desplazado ni sufrido deterioro alguno durante el proceso de instalación.

233.2.1.2 Control de calidad de la producción

El fabricante de las geomallas deberá contar con un proceso de producción que cuente con un sistema de gestión de la calidad certificado bajo la norma ISO 9001. El laboratorio, propio o externo, que se use para realizar los ensayos de control de la calidad de la producción, deberá estar acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025 o contar con una acreditación GAI-LAP del Instituto de Acreditación de Geosintéticos, GAI.

El fabricante o proveedor deberá suministrar el programa de control de calidad y los datos de soporte, donde se indiquen los requisitos de ensayos, los métodos de ensayo, la frecuencia de los ensayos, los criterios de aceptación en la fabricación y el tamaño del lote para evaluación de cada producto.

233.2.2 Geotextil de separación

En el caso de estabilización de suelos de subrasante, si los documentos del proyecto indican que se debe colocar un geotextil de separación entre la subrasante y la geomalla, sus propiedades deberán cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 231.2.3 del Artículo 231.

Normalmente se requiere un geotextil de separación cuando no se cumple con el siguiente requisito:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

D 85 de agregado sobre la geomalla < 5 D 85 del suelo de subrasante [233.1]

Siendo: D 85: Abertura de tamiz de menor abertura por el cual pasa el 85% del material, en masa, con respecto a la masa total del mismo.

233.2.3 Material de cobertura

Este material deberá cumplir con todo lo especificado para afirmado, subbase granular o base granular en los Artículos 311, 320 y 330 respectivamente, según sea el caso, de acuerdo con los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

233.2.4 Materiales accesorios

Los materiales accesorios, tales como grapas, arandelas, elementos de fijación y demás elementos necesarios para la instalación de la geomalla deberán cumplir los requisitos establecidos por el fabricante de la geomalla.

233.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para instalar la geomalla correctamente, así como de elementos de corte y costura y, además, de todos aquellos que se requieran para explotar, procesar, transportar, extender y compactar el material que deba ser colocado sobre la geomalla, de conformidad con la especificación correspondiente y los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor.

233.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

233.4.1 Generalidades

Los trabajos se deberán efectuar con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación de la subrasante y de las capas inferiores del pavimento si es el caso, la colocación de la geomalla y la colocación, conformación y compactación del material de cobertura, de manera que la geomalla quede expuesta el menor tiempo posible.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Durante el transporte y el almacenamiento, las geomallas deberán tener empaques que las protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades.

233.4.2 Preparación de la subrasante o de la capa granular de apoyo

La colocación de la geomalla sólo será autorizada por el Interventor cuando la subrasante o la capa granular de apoyo se haya preparado adecuadamente. En el caso de la subrasante natural, su preparación deberá estar de acuerdo con las indicaciones del Artículo 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos".

233.4.3 Colocación de la geomalla

233.4.3.1 Extensión

La geomalla se deberá extender en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada; la geomalla se deberá alinear, templar manualmente y asegurar a la superficie para mantener la tensión. La sujeción a la superficie se deberá hacer según las recomendaciones del fabricante, por medio de grapas o pequeñas pilas de agregado de cobertura.

Si es necesario colocar rollos adyacentes de geomalla, éstos se deberán traslapar de acuerdo las recomendaciones del fabricante.

En el caso de subrasantes muy blandas (CBR < 1 %), la geomalla se deberá extender en forma perpendicular a la vía, salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa.

La geomalla no podrá estar expuesta, sin cubrir, por más de 3 días

233.4.3.2 Empalmes

Las geomallas podrán ser traslapadas o podrán ser conectadas por medio de sujetadores mecánicos.

Los traslapos serán los recomendados por el fabricante y aceptados por el Interventor y dependerán tanto del CBR de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

la subrasante, cuando se coloque sobre ésta, como del tránsito que vaya a circular sobre la vía durante la construcción, pero no serán inferiores a los indicados en la Tabla 233 - 3.

Tabla 233 - 3. Traslapo mínimo

CONDICIÓN	TRASLAPO MÍNIMO
CBR ≥ 3%	30 cm
1 < CBR < 3%	60 cm
0.5 < CBR ≤ 1%	90 cm
CBR ≤ 0.5	Unión mecánica
Todo final de rollo	0.90 m

Los traslapos se deberán asegurar con uniones plásticas según las recomendaciones del fabricante, separadas no más de 6 m en las uniones longitudinales o 1.5 m en las uniones transversales; en el caso de subrasantes muy blandas (CBR < 1 %), los traslapos se deben amarrar con cable de nylon para mantener sus dimensiones.

En el caso de conexiones mecánicas, los elementos que se usen y los procedimientos de instalación deberán acogerse a las recomendaciones del fabricante de la geomalla. La durabilidad de estos elementos deberá ser, como mínimo, igual a la durabilidad de la geomalla.

Salvo que los documentos del proyecto indiquen otra cosa, la resistencia última a la tensión de las uniones mecánicas, medida en la dirección perpendicular al empalme, deberá ser, como mínimo, igual a la resistencia última de la geomalla a la tensión en prueba con costillas múltiples especificada en la Tabla 233 – 1; la medición de la resistencia de la unión se realizará con el mismo procedimiento de ensayo que se utiliza para medir la resistencia última a la tensión en prueba con costillas múltiples de la geomalla.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

233.4.4 Colocación del material de cobertura

El material de cobertura se descargará en un lugar previamente escogido y autorizado por el Interventor. Luego, el material se extenderá cuidadosamente, empleando un método que no dé lugar a daños en la geomalla.

Sobre la geomalla no podrán transitar directamente los equipos de construcción de orugas; deberá haber una cobertura mínima de 15 cm para permitir su circulación. Los equipos de llantas podrán transitar sobre la geomalla, siempre y cuando el material de apoyo lo permita, a una velocidad máxima de 5 km/h.

No se permitirá el giro de maquinaria sobre la primera capa de dicho material de cobertura.

El espesor de la primera capa compactada de material de cobertura sobre la geomalla deberá estar definido en los documentos del proyecto, en función de la granulometría del material, de las características del geosintético y del equipo de construcción. En general, para materiales pétreos de tamaño máximo igual o mayor a treinta milímetros (≥ 30 mm), el espesor de la primera capa compactada de material de cobertura deberá ser de veinte centímetros como mínimo (≥ 20 cm). Para materiales pétreos de tamaño máximo menor de treinta milímetros (< 30 mm), el espesor de la primera capa compactada deberá ser de quince centímetros como mínimo (≥ 15 cm).

El material de cobertura se compactará con el equipo adecuado, hasta lograr el grado de compactación exigido para el material en la especificación respectiva o el solicitado por el Interventor, antes de dar paso al tránsito temporal sobre la vía o comenzar las labores de colocación de la siguiente capa. El relleno se llevará a cabo hasta la cota indicada en los planos o la ordenada por el Interventor.

233.4.5 Control del tránsito

El Constructor deberá instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, los cuales deberán garantizar la permanente seguridad, tanto del personal y de los equipos de construcción, como de usuarios y transeúntes.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

233.4.6 Limitaciones en la ejecución

Por ningún motivo se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

233.4.7 Manejo ambiental

Al respecto, rige en un todo lo especificado en el Artículo 106, “Aspectos ambientales.

233.4.8 Reparaciones

Todos los defectos que se presenten en la extensión, en los traslapos, en las uniones, en los elementos de sujeción, en los cortes de la geomalla; en la extensión y compactación del material de cobertura; así como los que se deriven de un incorrecto control del tránsito recién terminados los trabajos, deberán ser corregidos por el Constructor, de acuerdo con las instrucciones del Interventor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías.

233.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

233.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción;

- Verificar que la subrasante o la capa de apoyo estén preparadas adecuadamente y que se cumplan las dimensiones y cotas señaladas en los planos o las ordenadas por el Interventor, antes de autorizar la colocación de la geomalla;

- Verificar que cada rollo de geomalla tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo;

- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, las geomallas tengan los empaques que las protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades;

- Verificar que el sistema de almacenamiento garantice la protección de las geomallas contra cualquier tipo de deterioro;

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la preparación de la subrasante o capa granular de apoyo, la colocación de la geomalla y la construcción de las capas de material de cobertura;

- Efectuar ensayos de control sobre la geomalla, en un laboratorio independiente al del fabricante o proveedor, y los ensayos pertinentes al material de cobertura;

El Interventor medirá, para efectos de pago, las cantidades de obra ejecutadas a satisfacción.

233.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

233.5.2.1 Calidad de la geomalla

Por cada lote de rollos que llegue a la obra, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante de la geomalla, donde se establezca el nombre del producto, la composición química y toda la información que describa la geomalla, así como los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer todas las condiciones establecidas en los documentos del proyecto o en la Tabla 233 - 1, según los que prevalezcan. El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de geomalla que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega.

Además, el Interventor deberá escoger al azar un número de rollos equivalente a la raíz cúbica del número total de rollos que conformen el lote. Se evaluarán rollos estándar con un área entre cuatrocientos y seiscientos metros cuadrados (400 y 600 m^2) cada uno. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes de quinientos metros cuadrados (500 m^2).

De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geomalla para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra, como mínimo de un metro lineal (1 m) por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia. Tales especímenes, debidamente identificados (número de lote, referencia del producto, etc.), se deberán empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante o proveedor, para que les sean realizadas las pruebas especificadas en los documentos del proyecto o en la Tabla 233 - 4, según lo que prevalezca.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos.

Tabla 233 - 4. Pruebas de verificación de la calidad de la geomalla

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO
Propiedades de refuerzo	
Resistencia última a la tensión en prueba con costillas múltiples (kN/m) *(Nota 3)*	ASTM D 6637

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO
Módulos secantes a la tensión para el 2 % y el 5 % de elongación (kN/m)	ASTM D 6637
Área abierta, como % del área total	Medido
Tamaño de abertura, mm *(Nota 2)*	Medido
Propiedades de supervivencia	
Resistencia de las uniones o nodos, VMPR (N)	GRI GG2 *(Nota 1)*
Estabilidad ultravioleta: resistencia retenida después de 500 horas de exposición (%)	ASTM D 4355

Nota 1: GRI método de ensayo del Geosynthetic Research Institute

Nota 2: la abertura de la geomalla se medirá con un calibrador tipo Vernier, con precisión de 0.01 mm; se medirán las dimensiones internas (entre costillas) en cada dirección principal, en 5 sitios escogidos aleatoriamente

Nota 3: Para aplicaciones de refuerzo de capas granulares

233.5.2.2 Calidad del producto terminado

La geomalla colocada deberá presentar una superficie uniforme y templada. Se deberá verificar, además, que:

- La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la geomalla no sea inferior a la señalada en los planos o la definida por Interventor;

- Los traslapos, las uniones y las sujeciones cumplan con los requisitos establecidos en este Artículo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

233.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, de geomalla colocada a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido por la presente especificación. El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje de la vía, por el ancho especificado en los planos u

ordenado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites, ni se considerarán, para efecto del pago, los traslapos.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

233.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m^2), para todo trabajo ejecutado de acuerdo con la presente especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir el suministro, almacenamiento y transporte de la geomalla; la colocación de la geomalla, con sus uniones y elementos de fijación; los traslapos; los desperdicios; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento de todo tipo de tránsito durante la ejecución de los trabajos y el período posterior en que se deba impedir o controlar, de acuerdo con las instrucciones del Interventor; así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El material de cobertura se pagará de acuerdo a la especificación que corresponda al material utilizado, según se indica en el numeral 233.2.3.

La instalación del geotextil de separación, si se requiere, se pagará según el Artículo 231, “Separación de suelos de subrasante y capas granulares con geotextil”.

233.8 ÍTEM DE PAGO

233.1	Geomalla para estabilización de suelos de subrasante	Metro cuadrado (m^2)
233.10	Geomalla para refuerzo de capas granulares	Metro cuadrado (m^2)

Nota: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada tipo de geomalla que se especifique en el contrato.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

CONFORMACIÓN DE TALUDES EXISTENTES

ARTÍCULO 234 – 13

234.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en las operaciones necesarias para mejorar geométricamente superficies irregulares o deterioradas de taludes existentes de excavaciones, terraplenes y pedraplenes que así lo requieran, de acuerdo con los documentos del proyecto.

La ejecución de las labores de acabado geométrico de taludes nuevos que se construyan como parte del proyecto está incluida en las respectivas unidades de obra: Artículos 210, "Excavación de la explanación, canales y préstamos"; 220, "Terraplenes" y 221, "Pedraplenes", según corresponda.

234.2 MATERIALES

Los materiales requeridos para las operaciones de relleno descritas en el numeral 234.4, serán los que autorice el Interventor, provenientes de las obras de la explanación.

234.3 EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más adecuados para las operaciones por realizar; los equipos y procedimientos constructivos deberán garantizar la conservación de obras elaboradas previamente, árboles u otros elementos existentes; y garantizarán el avance físico de ejecución, según el programa de trabajo.

234.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Las obras de conformación de taludes existentes se ejecutarán con posterioridad a la construcción de los drenes y obras de arte que puedan impedir o dificultar su realización.

Se eliminará de la superficie de los taludes cualquier material blando, inadecuado o inestable que no se pueda compactar debidamente o que el Interventor considere

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

que no sirva a los fines previstos. Los huecos resultantes se rellenarán con materiales adecuados provenientes de la misma explanación, de acuerdo con las indicaciones del Interventor.

En caso de que se produzca un deslizamiento o un proceso de inestabilidad en el talud de un terraplén, se deberá retirar y sustituir el material afectado por el mismo, y reparar el daño producido en la obra. El contacto entre el material sustituido y el remanente en el talud se deberá escalonar para asegurar la estabilidad del primero. A continuación, la superficie final del talud se deberá perfilar de acuerdo con los criterios definidos en este Artículo.

Los taludes deberán quedar conformados de acuerdo con el proyecto y las órdenes complementarias del Interventor, debiendo mantenerse en perfecto estado hasta el recibo definitivo de las obras, tanto en lo que se refiere a los aspectos funcionales como a los estéticos.

El perfilado de taludes que se efectúe para armonizar con el paisaje circundante se deberá hacer con una transición gradual entre taludes de distinta inclinación. En los tramos de paso de excavación a terraplén y viceversa, los taludes se alabearán para unirlos sin discontinuidades visibles.

El acabado de los taludes será suave, uniforme y acorde con la superficie del terreno y la vía.

234.4.1 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá adelantar los trabajos objeto del presente Artículo cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2° C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar.

234.4.2 Manejo ambiental

Al respecto, rige en un todo lo especificado en el Artículo 106, “Aspectos ambientales”, de las presentes especificaciones.

234.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

234.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo de construcción;
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de construcción;
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo;
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas conformadas;
- Comprobar que se cumplen las exigencias de la ejecución de los trabajos y las tolerancias definidas en el presente Artículo;

El Interventor medirá, para efectos de pago, las unidades de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

234.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Los taludes deberán ser perfilados de acuerdo con las pendientes establecidas en los planos del proyecto o las instrucciones del Interventor. Ningún punto de su superficie podrá alejarse más de diez centímetros (10 cm) del plano teórico de dicho talud; si el material del talud es conglomerado o roca, la tolerancia será de treinta centímetros (30 cm).

La medida se hará en la dirección perpendicular al plano del talud. Se exceptúan de estos requisitos las áreas con afloramientos rocosos, cuya permanencia haya sido autorizada por el Interventor.

234.6 MEDIDA

La conformación de taludes existentes se pagará por metro cuadrado (m^2), aproximado a la unidad, medido sobre el plano del talud. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

234.7 FORMA DE PAGO

El trabajo de conformación de taludes existentes se pagará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con este Artículo y las instrucciones del Interventor y aceptada a satisfacción por éste.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El precio unitario para la conformación de taludes existentes deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo libre, y descargue de los materiales en la zona de utilización o desecho; así como toda labor, mano de obra, equipo o material necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

234.8 ÍTEM DE PAGO

234.1	Conformación de taludes existentes	Metro cuadrado (m^2)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE CON CEMENTO

ARTÍCULO 235 – 13

235.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el mejoramiento de los suelos de subrasante mediante su mezcla homogénea con cemento hidráulico, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor.

235.2 MATERIALES

235.2.1 Suelos de subrasante

Los suelos de subrasante para su estabilización con cemento deberán cumplir los requisitos mínimos que se indican en la Tabla 235 - 1.

Los documentos del proyecto podrán establecer requisitos adicionales para los suelos de subrasante por estabilizar con cemento.

Tabla 235 - 1. Requisitos de suelos de subrasante para la estabilización con cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Limpieza (F)		
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0.1
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos, expresada como $SO_4^=$, máximo (%)	E-233	0.3
Reactividad Álcali - Agregado: Concentración SiO_2 y reducción de alcalinidad R	E-235	$SiO_2 \leq R$ cuando $R \geq 70$ $SiO_2 \leq 35 + 0{,}5R$ cuando $R < 70$

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

235.2.2 Cemento

El cemento utilizado será hidráulico, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo indicado en el Artículo 501, "Suministro de cemento hidráulico". Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará cemento hidráulico de uso general.

El Constructor deberá presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con el cemento, como parte del diseño de la mezcla.

Si por alguna razón el cemento ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no podrá ser utilizado. Tampoco se permitirá el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores.

235.2.3 Agua

El agua que se requiera para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 235 - 2.

Tabla 235 - 2. Requisitos del agua no potable para la estabilización de subrasantes con cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D-1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$, máximo (g/l)	D-516	1.0

235.3 EQUIPO

Básicamente, el equipo estará constituido por equipos para la escarificación y la elaboración de la mezcla (máquina estabilizadora), motoniveladora, compactadores, carrotanques para aplicar agua, elementos de transporte y herramientas menores.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El Constructor deberá emplear en la obra el tipo de equipo señalado en los documentos del contrato.

Si los documentos del contrato no definen el equipo, se dará por definido el uso de una máquina estabilizadora con cámara de tambor rotatorio como mínima categoría de equipo.

235.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

235.4.1 Diseño de la mezcla y determinación de la fórmula de trabajo

235.4.1.1 Diseño de la mezcla

Los documentos del proyecto establecerán los criterios de diseño de mezcla, dentro de los cuales pueden estar los citados en la Tabla 235 - 3.

Tabla 235 - 3. Criterios de diseño estabilización de subrasantes con cemento

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV
Reducción de la humedad	E-122
Reducción de la plasticidad	E-125 y 126
Reducción de la expansión	E-148
Aumento de la capacidad de soporte	E-148
Resistencia a la compresión inconfinada	E-614

235.4.1.2 Fórmula de trabajo

La fórmula de trabajo establecida como resultado del diseño de la mezcla deberá indicar, como mínimo, lo siguiente:

- La granulometría del material de subrasante por estabilizar;
- El tipo y marca del cemento empleado en el diseño;
- El contenido óptimo de cemento (CFT %);
- El valor de densidad máxima de la mezcla, De;

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- El porcentaje óptimo de agua para mezcla y compactación;

- El valor del índice de plasticidad de la mezcla;

- Los valores de todos los criterios de diseño establecidos en los documentos del proyecto.

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación; la fórmula ajustada deberá satisfacer los requisitos establecidos para el diseño de la mezcla.

Si durante la ejecución de las obras se presentan variaciones en las características de los suelos de la subrasante por estabilizar, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

235.4.2 Fase de experimentación

Al comienzo de los trabajos, el Constructor elaborará secciones de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos de acuerdo con el Interventor, donde se probará el equipo y se determinará el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación.

El Interventor tomará muestras del material estabilizado y decidirá su conformidad en relación con las condiciones especificadas sobre disgregación, humedad, espesor de la capa, proporción de cemento y demás requisitos exigidos.

En caso que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, el Constructor deberá hacer inmediatamente todas las modificaciones necesarias y, si fuese preciso, modificar el diseño, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones, hasta que ellas resulten satisfactorias para el Interventor.

235.4.3 Pulverización de los suelos de subrasante

Antes de aplicar el cemento, el suelo de subrasante se pulverizará con la máquina estabilizadora en el ancho y espesor suficientes que permitan

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

obtener la sección compactada indicada en los planos u ordenada por el Interventor.

La longitud de calzada pulverizada no deberá exceder de la que se pueda tratar y compactar de acuerdo con esta especificación en dos (2) días de trabajo, salvo autorización escrita del Interventor.

Una vez pulverizado el suelo de subrasante, éste se deberá conformar a la sección transversal de la calzada, con el empleo de motoniveladora.

235.4.4 Aplicación del cemento

235.4.4.1 Aplicación del cemento en polvo

El cemento se podrá aplicar en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el suelo pulverizado empleando el procedimiento aceptado por el Interventor durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. Durante la aplicación del cemento, la humedad del material no podrá ser superior a la definida durante el proceso de diseño como adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del material con el cemento. Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el suelo.

El cemento sólo se podrá extender en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

235.4.4.2 Aplicación del cemento en forma de lechada

La lechada de cemento se elaborará con un mezclador apropiado en proporciones aproximadas en masa de 65 % de agua y 35 % de cemento, con una anticipación no mayor a 30 minutos de su utilización.

La lechada de cemento se añadirá al suelo en forma simultánea con la ejecución de la mezcla con el suelo de subrasante por estabilizar.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

235.4.5 Mezcla

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento en polvo o simultáneamente con la adición del cemento en forma de lechada, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en el espesor establecido en los planos u ordenado por el Interventor. El número de pasadas dependerá del equipo utilizado y será el necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea, según se haya definido en la fase previa de experimentación. En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla deberá ser la establecida en la fórmula de trabajo, con una tolerancia de más o menos uno por ciento (+/- 1 %).

235.4.6 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Constructor y aprobado en el Interventor durante la fase previa de experimentación.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio de la mezcla. Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de experimentación, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación. Una vez terminada la compactación, la superficie se deberá mantener húmeda hasta que se aplique el riego de curado.

235.4.7 Juntas de trabajo

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos se deberán cuidar para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente. Al efecto, al término de la jornada de trabajo se formará una junta transversal perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si la capa de subrasante estabilizada con cemento no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, se deberán disponer juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada, mediante un procedimiento aceptable para el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

235.4.8 Curado de la capa compactada

Terminada la conformación y la compactación de la capa de subrasante estabilizada con cemento, ésta se deberá proteger contra pérdidas de humedad por un período no menor de siete (7) días o hasta que la subrasante estabilizada se cubra con la capa superior (sub-base normalmente), mediante humedecimiento frecuente.

235.4.9 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con cemento sólo se podrán llevar a cabo cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cinco grados Celsius (5º C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia y como resultado la humedad de la mezcla supere la tolerancia mencionada en el numeral 235.4.5, el Constructor deberá retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

235.4.10 Manejo ambiental

Todas las labores requeridas para la ejecución de la estabilización de la subrasante con cemento se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. Algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental se describen a continuación, sin perjuicio de los que exijan los documentos de cada proyecto en particular o la legislación ambiental vigente:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Se deberá evitar el tránsito desordenado de equipos de construcción por fuera del área de los trabajos, con el fin de evitar perjuicios innecesarios a la flora y a la fauna, así como interferencias al drenaje natural;

- Los dispositivos de drenaje superficial y la pendiente transversal de la calzada deberán ser mantenidos correctamente durante la ejecución de los trabajos, con el fin de prevenir erosiones y arrastres innecesarios de partículas sólidas;

- El manejo y aplicación del cemento se realizará con las precauciones que exijan las autoridades ambientales.

235.4.11 Conservación de la capa terminada

El Constructor deberá conservar la capa de subrasante estabilizada con cemento en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente deberá corregirlo a plena satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

235.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

235.5.1 Calidad de los materiales

235.5.1.1 Calidad de los suelos de subrasante

Se efectuarán las verificaciones periódicas indicadas en la Tabla 235 - 4. Los resultados obtenidos deberán cumplir con los valores establecidos en la Tabla 235 - 1.

Además, el Interventor podrá adelantar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad del material por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 235 - 4. Verificaciones periódicas sobre el material por estabilizar

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Composición (F)		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Limpieza (F)		
Límite Líquido	E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126	1 por jornada
Contenido de materia orgánica	E-121	1 a la semana jornada
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como $SO_4^=$	E-233	1 al mes
Reactividad Álcali - Agregado: Concentración SiO_2 y reducción de alcalinidad R	E-235	1 al mes

235.5.1.2 Cemento

Cada vez que el Interventor lo considere necesario, se efectuarán los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento. Los resultados obtenidos deberán cumplir con los requisitos establecidos en el Artículo 501, "Suministro de cemento hidráulico", para el tipo de cemento hidráulico especificado en el proyecto.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de cemento endurecido o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

235.5.1.3 Agua

Siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, se verificará su pH y su contenido de sulfatos. Los resultados obtenidos deberán cumplir con los valores establecidos en la Tabla 235 - 2.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

235.5.2 Calidad de la mezcla

235.5.2.1 Contenido de cemento

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, definido como se indica en el numeral 235.5.3, se determinará el contenido de cemento (Norma de ensayo INV E-617).

El porcentaje de cemento promedio de las tres muestras que representan al lote, (CPL %), tendrá una tolerancia de tres por mil (0.3 %), respecto del óptimo definido en la fórmula de trabajo (CFT %).

$$CFT\ \% - 0.3\ \% \leq CPL\ \% \leq CFT\ \% + 0.3\ \% \qquad [235.1]$$

A su vez, el porcentaje de cemento de cada muestra individual (CI %), no podrá diferir del valor promedio del lote (CPL %), en más de medio por ciento (0.5 %), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$CPL\ \% - 0.5\ \% \leq CI\ \% \leq CPL\ \% + 0.5\ \% \qquad [235.2]$$

Un porcentaje de cemento promedio (CPL %) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso de cemento, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la capa de subrasante estabilizada con cemento.

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá retirar la capa y reponerla a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada.

El material retirado será de propiedad del Constructor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

235.5.2.2 Resistencia a la compresión inconfinada (cuando los documentos del proyecto establecen un requisito para este parámetro)

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada en la obra se moldearán probetas (dos por muestra) según la norma de ensayo INV E-611, para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete (7) días de curado, de conformidad con un procedimiento similar al realizado durante el diseño de la mezcla. El ensayo de resistencia a la compresión inconfinada se ejecutará según la norma INV E-614.

La resistencia media de las cuatro (4) o más probetas que representan al lote, (Rm), deberá ser igual o superior al noventa y dos por ciento (92 %) de la resistencia correspondiente al diseño presentado por el Constructor (Rd) y aprobado por el Interventor.

$$Rm \geq 0.92\ Rd \qquad [235.3]$$

A su vez, la resistencia de cada probeta (Ri) deberá ser igual o mayor al noventa por ciento (90 %) del valor medio, (Rm), admitiéndose sólo un valor individual por debajo de ese límite.

$$Ri \geq 0.90\ Rd \qquad [235.4]$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el lote al cual representan las muestras. Si el lote es rechazado, el Constructor deberá retirar la capa y reponerla a satisfacción plena del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada.

El material retirado será de propiedad del Constructor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

235.5.3 Calidad de la capa terminada

Para efectos del control, se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500m) de capa de subrasante estabilizada con cemento;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2) de capa de subrasante estabilizada con cemento;
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustada a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se está construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, se realizarán los siguientes controles:

235.5.3.1 Compactación

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 “Selección al azar de sitios para la toma de muestras”, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de la subrasante estabilizada con cemento, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de compactación en el laboratorio, mediante la siguiente expresión:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [235.5]$$

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Siendo:

GC_i: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje;

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total;

$\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-611 "Relaciones humedad-densidad de mezclas de suelo-cemento", realizado sobre una muestra representativa del mismo.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, se aplicarán los siguientes criterios para la aceptación del lote:

GC_l (90) ≥ 98.0 %	se acepta el lote	[235.6]
GC_l (90) < 98.0 %	se rechaza el lote	[235.7]

Siendo:

GC_l (90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90 %, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, "Control y aceptación de los trabajos", a partir de los valores individuales del grado de compactación GCi.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando. El material retirado será de propiedad del Constructor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá retirar la capa mediante y reponerla a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada.

235.5.3.2 Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el Interventor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d \qquad [235.8]$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser cuando menos igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (e_d), admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.90\ e_d \qquad [235.9]$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote. En este caso, el Constructor deberá retirar la capa y reponerla a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada. El material retirado será de propiedad del Constructor.

Opcionalmente, el Interventor podrá autorizar que la capa de espesor deficiente sea complementada mediante la colocación de un espesor adicional de material estabilizado

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

de similares características que complete el espesor de diseño, siempre y cuando no se alteren los niveles de rasante del proyecto. En caso de ser autorizada, esta labor será adelantada por el Constructor sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

235.5.3.3 Planicidad

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, zonas de acumulación de agua ni irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), norma de ensayo INV E-793, colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

Todas las áreas de capa de subrasante estabilizada con cemento donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

235.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de mezcla colocada y compactada, a satisfacción del Interventor, de acuerdo esta especificación. El volumen se determinará utilizando la longitud real medida a lo largo del eje de la vía y las secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, previa verificación de que su anchura y espesor se encuentren conformes con dichos planos y dentro de las tolerancias permitidas en este Artículo.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobreexcavaciones de la subrasante por parte del Constructor.

Si los documentos del proyecto indican que el cemento se paga por aparte, la unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al kilogramo completo, incorporado en la mezcla, debidamente aceptada por el Interventor.

En este caso, para determinar la cantidad de cemento efectivamente incorporada a la mezcla se tomará el porcentaje de cemento promedio del lote (CPL),

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

determinado en los ensayos de contenido de cemento realizados a la mezcla como se indica en el numeral 235.5.2.1, se efectuará el cálculo correspondiente y se aproximará al kilogramo completo.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

235.7 FORMA DE PAGO

El pago de la subrasante estabilizada con cemento se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con este Artículo y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir la escarificación de la subrasante en el espesor requerido y su posterior pulverización hasta cumplir las exigencias de este Artículo; los costos de suministro del cemento en el sitio; los costos de suministro en el sitio del agua que se pueda requerir para la estabilización y los costos de mezcla, colocación, nivelación y compactación.

El precio unitario deberá incluir, también, el suministro en el sitio y la aplicación del agua para el curado de la capa compactada y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.
El precio unitario deberá cubrir todos los costos de obtención de todos los permisos ambientales requeridos; las instalaciones provisionales; los costos de los desvíos que se requieran construir durante la ejecución de las obras. Además, deberá incluir los costos de la fase de experimentación, de todos los ensayos de campo y de laboratorio que estén a cargo del Constructor así como los de la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, los de la conservación de la capa terminada y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de los requisitos establecidos en el Artículo 106, “Aspectos Ambientales”.

Si los documentos del proyecto indican que el cemento se paga por aparte, el precio unitario de la subrasante estabilizada con cemento excluye el suministro en el sitio del mismo.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

235.8 ÍTEM DE PAGO

Opción 1: El precio unitario de subrasante estabilizada con cemento incluye el suministro del cemento

235.1	Subrasante estabilizada con cemento (incluye suministro del cemento)	Metro cúbico (m^3)

Opción 2: El precio unitario de subrasante estabilizada con cemento no incluye el suministro del cemento

235.10	Subrasante estabilizada con cemento (no incluye suministro del cemento)	Metro cúbico (m^3)
235.11	Cemento para estabilización de subrasante	Kilogramo (Kg)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE CON CAL

ARTÍCULO 236 – 13

236.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el mejoramiento de los suelos de subrasante mediante su mezcla homogénea con cal hidratada, de acuerdo con las dimensiones, alineamientos y secciones indicados en los documentos del proyecto o determinados por el Interventor.

236.2 MATERIALES

236.2.1 Suelos de subrasante

Los suelos de subrasante para su estabilización con cal deberán cumplir los requisitos generales que se indican en la Tabla 236 - 1.

Tabla 236 - 1. Requisitos de suelos de subrasante para la estabilización con cal

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Composición (F)		
- Material que pasa el tamiz de 4.75mm (No. 4), mínimo (%) - Material que pasa el tamiz de 0.075mm (No. 200), mínimo (%)	E-213 E-214	50 25
Limpieza (F)		
Límite líquido, mínimo (%)	E-125	40
Índice de plasticidad, mínimo (%)	E-125 y E-126	10
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0.1
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos, expresada como $SO_4^{=}$, máximo (%)	E-233	0.3

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Reactividad Álcali - Agregado: Concentración SiO_2 y reducción de alcalinidad R	E-234	$SiO_2 \leq R$ cuando $R \geq 70$ $SiO_2 \leq 35 + 0,5R$ cuando $R < 70$

236.2.2 Cal

Se usará cal hidratada que cumpla con los requisitos de la Tabla 236 - 2.

Tabla 236 - 2. Características de la cal hidratada para estabilización de subrasante

PROPIEDADES	PARÁMETRO	REQUISITO
Químicas	Óxido total (CaO + MgO), sobre base no volátil, mínimo (%)	90
	Dióxido de carbono, tomado en la planta de fabricación, máximo (%)	5
	Cal aprovechable según la ASTM C25, o la AASHTO T219, mínimo (%)	90 sobre una base no volátil 70 sobre una base volátil
Físicas	Humedad libre en punto de fabricación, máximo (%)	2
	Distribución de tamaños	- Partículas retenidas en el tamiz de 0.569 mm (No. 30), 3 % máximo. - Partículas retenidas en el tamiz de 0.075 mm (No. 200), 25 % máximo

No se permitirá el empleo de cal que haya fraguado parcialmente o contenga terrones del producto endurecido. Tampoco se permitirá el empleo de cal extraída de bolsas usadas en jornadas anteriores.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

236.2.3 Agua

El agua que se requiera para la estabilización deberá ser limpia y libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias perjudiciales. Puede ser agua potable; si no lo es, deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 236 - 3.

Tabla 236 - 3. Requisitos del agua no potable para la estabilización de subrasantes con cal

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO ASTM	REQUISITO
pH	D-1293	5.5 - 8.0
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^{=}$, máximo (g/l)	D-516	1.0

236.3 EQUIPO

Básicamente, el equipo estará constituido por equipos para la escarificación y la elaboración de la mezcla (máquina estabilizadora), motoniveladora, compactadores, carrotanques para aplicar agua, elementos de transporte y herramientas menores.

El Constructor deberá emplear en la obra el tipo de equipo señalado en los documentos del contrato.

Si los documentos del contrato no definen el equipo, se dará por definido el uso de una máquina estabilizadora con cámara de tambor rotatorio como mínima categoría de equipo.

236.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

236.4.1 Diseño de la mezcla y determinación de la fórmula de trabajo

236.4.1.1 Diseño de la mezcla

Los documentos del proyecto establecerán los criterios de diseño de mezcla, dentro de los cuales pueden estar los citados en la Tabla 236 - 4.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 236 - 4. Criterios de diseño estabilización de subrasantes con cal

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV
Reducción de la humedad	E-122
Reducción de la plasticidad	E-604, E-125 y 126
Reducción de la expansión	E-148, E-607
Aumento de la capacidad de soporte	E-148
Resistencia a la compresión inconfinada	E-605

236.4.1.2 Fórmula de trabajo

La fórmula de trabajo establecida como resultado del diseño de la mezcla deberá indicar, como mínimo, lo siguiente:

- La granulometría del material de subrasante por estabilizar;
- El tipo y marca de la cal empleada en el diseño;
- El contenido de cal útil vial de la cal empleada en el diseño;
- El contenido óptimo de cal (CFT %);
- El valor de densidad máxima de la mezcla, De;
- El porcentaje óptimo de agua para mezcla y compactación;
- El valor del índice de plasticidad de la mezcla;
- Los valores de todos los criterios de diseño establecidos en los documentos del proyecto.

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación; la fórmula ajustada deberá satisfacer los requisitos establecidos para el diseño de la mezcla.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Si durante la ejecución de las obras se presentan variaciones en las características de los suelos de la subrasante por estabilizar, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

236.4.2 Fase de experimentación

Al comienzo de los trabajos, el Constructor elaborará secciones de ensayo de longitud, ancho y espesor definidos de acuerdo con el Interventor, donde se probará el equipo y se determinará el método definitivo de trabajo, de manera que se cumplan los requisitos de la presente especificación.

El Interventor tomará muestras del material estabilizado y decidirá su conformidad en relación con las condiciones especificadas sobre disgregación, humedad, espesor de la capa, proporción de cal y demás requisitos exigidos.

En caso que los ensayos indicasen que el material estabilizado no se ajusta a dichas condiciones, el Constructor deberá hacer inmediatamente todas las modificaciones necesarias y, si fuese preciso, modificar el diseño, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas las correcciones, hasta que ellas resulten satisfactorias para el Interventor.

236.4.3 Pulverización de los suelos de subrasante

Antes de aplicar la cal, el suelo de subrasante se pulverizará con la máquina estabilizadora en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en los planos u ordenada por el Interventor.

La longitud de calzada pulverizada no deberá exceder de la que se pueda tratar y compactar de acuerdo con esta especificación en dos (2) días de trabajo, salvo autorización escrita del Interventor.

Una vez pulverizado el suelo de subrasante, éste se deberá conformar a la sección transversal de la calzada, con el empleo de motoniveladora.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

236.4.4 Aplicación de la cal

236.4.4.1 Aplicación de la cal en polvo

La cal se podrá aplicar en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el suelo pulverizado empleando el procedimiento aceptado por el Interventor durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. Durante la aplicación de la cal, la humedad del material no podrá ser superior a la definida durante el proceso de diseño como adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del material con la cal. Sobre la cal esparcida sólo se permitirá el tránsito del equipo que la va a mezclar con el suelo.

La cal sólo se podrá extender en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

236.4.4.2 Aplicación de la cal en forma de lechada

La lechada de cal se fabricará con un mezclador apropiado en proporciones aproximadas en masa de 65 % de agua y 35 % de cal hidratada, con una anticipación no mayor a 30 minutos de su utilización.

La lechada de cal se añadirá al suelo en forma simultánea con la ejecución de la mezcla con el suelo de subrasante por estabilizar.

236.4.5 Mezcla

Inmediatamente después de ser esparcida la cal en polvo o simultáneamente con la adición de la cal en forma de lechada, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en el espesor establecido en los planos u ordenado por el Interventor. El número de pasadas dependerá del equipo utilizado y será el necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea, según se haya definido en la fase previa de experimentación. En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

deberá ser la establecida en la fórmula de trabajo, con una tolerancia de más o menos uno por ciento (+/- 1 %).

236.4.6 Compactación

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Constructor y aprobado en el Interventor durante la fase previa de experimentación.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio de la mezcla. Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo de mezcla y compactación aprobado durante la fase de experimentación, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación. Una vez terminada la compactación, la superficie se deberá mantener húmeda hasta que se aplique el riego de curado.

236.4.7 Juntas de trabajo

Las juntas entre trabajos realizados en días sucesivos se deberán cuidar para proteger la capa construida cuando se vaya a esparcir y compactar la adyacente. Al efecto, al término de la jornada de trabajo se formará una junta transversal perpendicular al eje de la calzada, haciendo un corte vertical en el material compactado.

Si la capa de subrasante estabilizada con cal no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, se deberán disponer juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada, mediante un procedimiento aceptable para el Interventor.

236.4.8 Curado de la capa compactada

Terminada la conformación y compactación de la capa de subrasante estabilizada con cal, ésta se deberá proteger contra pérdidas de humedad por un período no menor de siete (7) días o hasta que la subrasante estabilizada se cubra con la capa superior (sub-base normalmente), mediante humedecimiento frecuente.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

236.4.9 Limitaciones en la ejecución

Las estabilizaciones con cal sólo se podrán llevar a cabo cuando la temperatura ambiente, a la sombra, sea superior a cinco grados Celsius (5° C) y cuando no haya lluvia o temores fundados de que ella se produzca. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia y, como resultado de ello, la humedad de la mezcla supere la tolerancia mencionada en el numeral 236.4.5, el Constructor deberá retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector deteriorado a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

Los trabajos se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el Constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

236.4.10 Manejo ambiental

Todas las labores requeridas al ejecutar la estabilización de la subrasante con cal se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales. Algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental se describen a continuación, sin perjuicio de los que exijan los documentos de cada proyecto en particular o la legislación ambiental vigente:

- Se deberá evitar el tránsito desordenado de equipos de construcción por fuera del área de los trabajos, con el fin de evitar perjuicios innecesarios a la flora y a la fauna, así como interferencias al drenaje natural;

- Los dispositivos de drenaje superficial y la pendiente transversal de la calzada deberán ser mantenidos correctamente durante la ejecución de los trabajos, con el fin de prevenir erosiones y arrastres innecesarios de partículas sólidas;

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

– El manejo y aplicación de la cal se realizará con las precauciones que exijan las autoridades ambientales.

236.4.11 Conservación de la capa terminada

El Constructor deberá conservar la capa de subrasante estabilizada con cal en perfectas condiciones, hasta que se construya la capa superior prevista en los documentos del proyecto. Todo daño que se presente deberá corregirlo a plena satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

236.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

236.5.1 Calidad de los materiales

236.5.1.1 Calidad de los suelos de subrasante

Se efectuarán las verificaciones periódicas indicadas en la Tabla 236 - 5. Los resultados obtenidos deberán cumplir con los valores establecidos en la Tabla 236 - 1.

Además, el Interventor podrá adelantar las pruebas adicionales que le permitan tener certeza de la calidad del material por estabilizar, de acuerdo con las exigencias de la presente especificación.

Tabla 236 - 5. Verificaciones periódicas sobre el suelo por estabilizar

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Composición (F)		
Granulometría	E-123	1 por jornada
Limpieza (F)		
Límite Líquido	E-604, E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad	E-604, E-125 y E-126	1 por jornada
Contenido de materia orgánica	E-121	1 a la semana
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como $SO_4^=$	E-233	1 al mes

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Reactividad Álcali - Agregado Concentración SiO_2 y reducción de alcalinidad R	E-234	1 al mes

236.5.1.2 Cal

Cada vez que el Interventor lo considere necesario, se efectuarán los ensayos de control que permitan verificar la calidad de la cal. Los resultados obtenidos deberán cumplir con los valores establecidos en la Tabla 236 - 2.

Por ningún motivo se permitirá el empleo de cal endurecida o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

236.5.1.3 Agua

Siempre que tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, se verificarán su pH y su contenido de sulfatos. Los resultados obtenidos deberán cumplir con los valores establecidos en la Tabla 236 - 3.

236.5.2 Calidad de la mezcla

236.5.2.1 Contenido de cal

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, definido como se indica en el numeral 236.5.3, se determinará el contenido de cal (Norma de ensayo INV E-606).

El porcentaje de cal promedio de las tres muestras que representan al lote, (CPL %), tendrá una tolerancia de tres por mil (0.3 %), respecto del óptimo definido en la fórmula de trabajo (CFT %).

$$CFT\ \% - 0.3\ \% \leq CPL\ \% \leq CFT\ \% + 0.3\ \% \qquad [236.1]$$

A su vez, el porcentaje de cal de cada muestra individual (CI %), no podrá diferir del valor promedio del lote (CPL%), en más de medio por ciento (0.5 %), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

$$CPL\ \% - 0.5\ \% \leq CI\ \% \leq CPL\ \% + 0.5\ \% \qquad [236.2]$$

Un porcentaje de cal promedio (CPL %) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso de cal, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la capa de subrasante estabilizada con cal.

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá retirar la capa y reponerla a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada.

El material retirado será de propiedad del Constructor.

236.5.2.2 Resistencia a la compresión inconfinada (cuando los documentos del proyecto establecen un requisito para este parámetro)

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada en la obra se moldearán probetas (dos por muestra) según la norma de ensayo INV E-605, para verificar en el laboratorio su resistencia a compresión simple luego de siete (7) días de curado, de conformidad con un procedimiento similar al realizado durante el diseño de la mezcla.

La resistencia media de las cuatro (4) o más probetas que representan al lote, (Rm), deberá ser igual o superior al noventa y dos por ciento (92 %) de la resistencia correspondiente al diseño presentado por el Constructor (Rd) y aprobado por el Interventor.

$$Rm \geq 0.92\ Rd \qquad [236.3]$$

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

A su vez, la resistencia de cada probeta (Ri) deberá ser igual o mayor al noventa por ciento (90 %) del valor medio, (Rm), admitiéndose sólo un valor individual por debajo de ese límite.

$$Ri \geq 0.90\ Rd \qquad [236.4]$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el lote al cual representan las muestras. Si el lote es rechazado, el Constructor deberá retirar la capa y reponerla a satisfacción plena del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada.

El material retirado será de propiedad del Constructor.

236.5.3 Calidad de la capa terminada

Para efectos del control, se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500m) de capa de subrasante estabilizada con cal;
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2) de capa de subrasante estabilizada con cal;
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustada a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se está construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota de cualquier punto de la capa compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Además, se realizarán los siguientes controles:

236.5.3.1 Compactación

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730, "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de la subrasante estabilizada con cal, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de compactación en el laboratorio, mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

– Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [236.5]$$

– Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [236.6]$$

Siendo:

GC_i: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje;

$\gamma_{d,i}$: Valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección de ella por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total;

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

$\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo, obtenido durante el diseño de la mezcla según se indica en el numeral 6.2.2, "Determinación de la humedad óptima de la mezcla suelo–cal", de la norma de ensayo INV E-605 "Resistencia a la compresión inconfinada de mezclas compactadas de suelo-cal";

$C\gamma_{d,máx}$: Valor del peso unitario seco máximo, obtenido durante el diseño de la mezcla según se indica en el numeral 6.2.2 de la norma de ensayo INV E-605, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total;

Sobretamaños (fracción gruesa) (P_{FG}): Porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-141).

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, se aplicarán los siguientes criterios para la aceptación del lote:

GC_l (90) ≥ 98.0 %	se acepta el lote	[236.7]
GC_l (90) < 98.0 %	se rechaza el lote	[236.8]

Siendo:

GC_l (90): Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 90 %, se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del Artículo 107, "Control y aceptación de los trabajos", a partir de los valores individuales del grado de compactación GCi.

Las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Si el lote es rechazado, el Constructor deberá retirar la capa y reponerla a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada.

El material retirado será de propiedad del Constructor.

236.5.3.2 Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el Interventor determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d \qquad [236.9]$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser cuando menos igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (e_d), admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0.90 \ e_d \qquad [236.10]$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote. En este caso, el Constructor deberá retirar la capa y reponerla a satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías; la capa de reposición deberá mantener las rasantes del proyecto y deberá garantizar unas propiedades de capacidad y estabilidad de la subrasante equivalentes a las contempladas en los documentos del proyecto para la subrasante estabilizada. El material retirado será de propiedad del Constructor.

Opcionalmente, el Interventor podrá autorizar que la capa de espesor deficiente sea complementada mediante la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

colocación de un espesor adicional de material estabilizado de similares características que complete el espesor de diseño, siempre y cuando no se alteren los niveles de rasante del proyecto. En caso de ser autorizada, esta labor será adelantada por el Constructor sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

236.5.3.3 Planicidad

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, zonas de acumulación de agua ni irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), norma de ensayo INV E-793, colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán estar afectados por cambios de pendiente.

Todas las áreas de capa de subrasante estabilizada con cal donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

236.6 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico (m^3), aproximado al entero, de mezcla colocada y compactada, a satisfacción del Interventor, de acuerdo esta especificación. El volumen se determinará utilizando la longitud real medida a lo largo del eje de la vía y las secciones transversales establecidas en los planos del proyecto, previa verificación de que su anchura y espesor se encuentren conformes con dichos planos y dentro de las tolerancias permitidas en este Artículo.

No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando ellas se produzcan por sobreexcavaciones de la subrasante por parte del Constructor.

Si los documentos del proyecto indican que la cal se paga por aparte, la unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al kilogramo completo, incorporado en la mezcla, debidamente aceptada por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En este caso, para determinar la cantidad de cal efectivamente incorporada a la mezcla se tomará el porcentaje de cal promedio del lote (CPL), determinado en los ensayos de contenido de cal realizados a la mezcla como se indica en el numeral 236.5.2.1, se efectuará el cálculo correspondiente y se aproximará al kilogramo completo.

El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

236.7 FORMA DE PAGO

El pago de la subrasante estabilizada con cal se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con este Artículo y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir la escarificación de la subrasante en el espesor requerido y su posterior pulverización hasta cumplir las exigencias de este Artículo; los costos de suministro de la cal en el sitio; los costos de suministro en el sitio del agua que se pueda requerir para la estabilización y los costos de mezcla, colocación, nivelación y compactación.

El precio unitario deberá incluir, también, el suministro en el sitio del agua para el curado de la capa compactada y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de obtención de todos los permisos ambientales requeridos; las instalaciones provisionales; los costos de los desvíos que se requieran construir durante la ejecución de las obras. Además, deberá incluir los costos de la fase de experimentación, de todos los ensayos de campo y de laboratorio que estén a cargo del Constructor así como los de la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, los de la conservación de la capa terminada y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de los requisitos establecidos en el Artículo 106, “Aspectos Ambientales”.

Si los documentos del proyecto indican que la cal se paga por aparte, el precio unitario de la subrasante estabilizada con cal excluye el suministro en el sitio de la misma.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de la administración, los imprevistos y la utilidad del Constructor.

236.8 ÍTEM DE PAGO

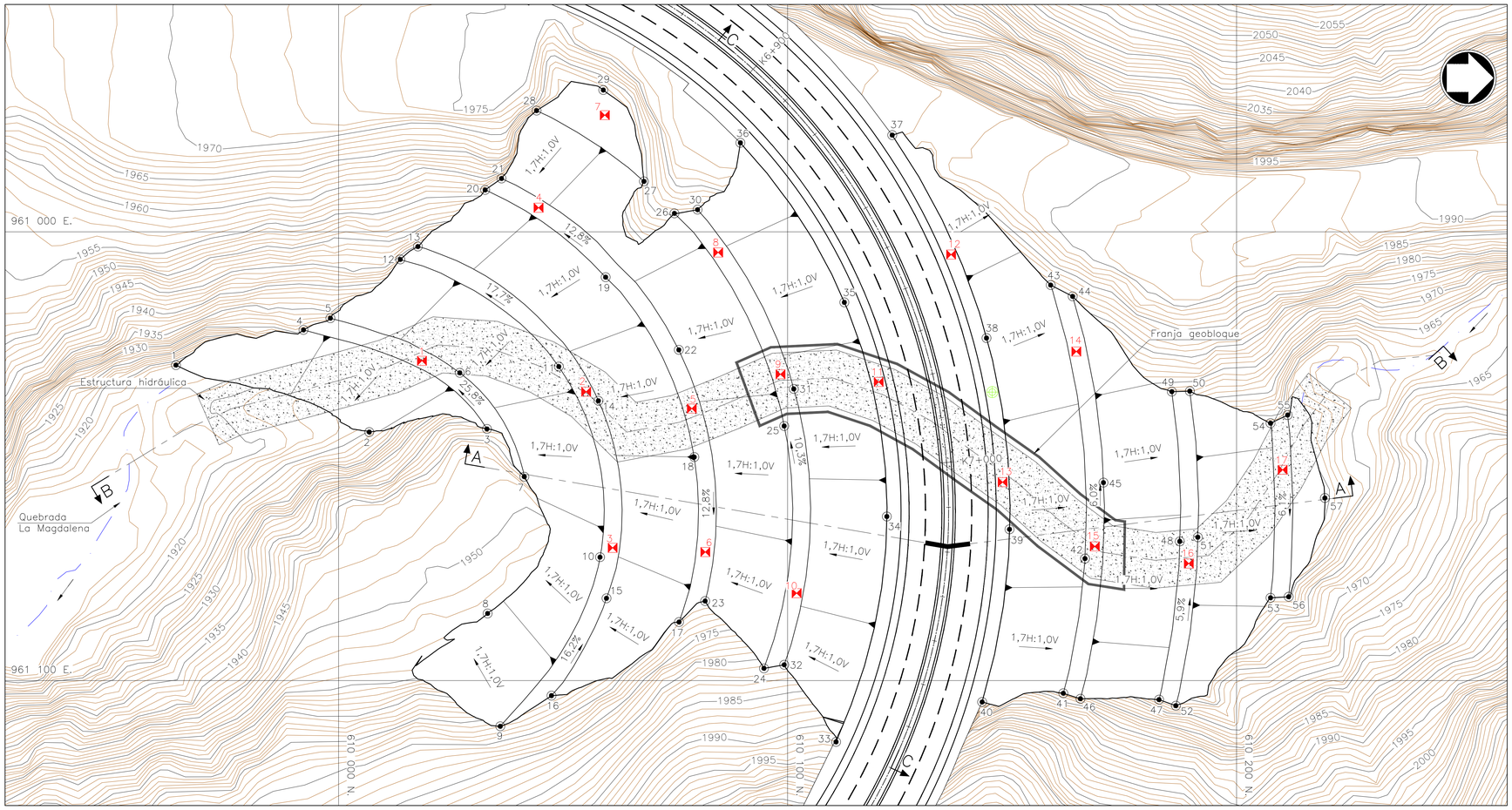
Opción 1: El precio unitario de subrasante estabilizada con cal incluye el suministro de la cal.

236.1	Subrasante estabilizada con cal (incluye suministro de la cal)	Metro cúbico (m^3)

Opción 2: El precio unitario de subrasante estabilizada con cal no incluye el suministro de la cal

236.10	Subrasante estabilizada con cal (no incluye suministro de la cal)	Metro cúbico (m^3)
236.11	Cal hidratada para estabilización de subrasante	Kilogramo (Kg)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS



PLANTA

ESCALA A

MOJÓN	COORDENADAS		ELEV. (msnm)
	NORTE	ESTE	
1	610 018,57	961 028,73	1936,73
2	610 055,14	961 035,63	1953,02
3	610 061,04	961 070,42	1959,01
4	610 044,55	960 994,62	1957,55
5	610 078,67	961 039,38	1964,84
6	610 081,68	961 071,35	1968,85
7	610 059,29	960 974,00	1967,61
8	610 084,54	961 004,59	1971,75
9	610 098,42	961 031,74	1974,76
10	610 102,02	961 080,52	1979,60
11	610 120,31	961 033,45	1985,51
12	610 136,43	961 005,06	1985,43
13	610 147,90	961 055,78	1988,92
14	610 164,32	961 026,67	1977,18
15	610 168,44	961 070,09	1979,79
16	610 189,37	961 073,91	1969,91
17	610 210,27	961 053,03	1958,76

PUNTO	COORDENADAS		ELEV. (msnm)
	NORTE	ESTE	
INCLINÓMETRO	610 145,59	961 035,71	1988,03

CANTIDADES DE OBRA		
Ítem	Unidad	Cantidad
Volumen relleno	(m^3)	245 760,9
Área depósito	(m^2)	16 287
Empradización con hidrosiembra	(m^2)	18 595

PUNTO	COORDENADAS		ELEV. (msnm)
	NORTE	ESTE	
1	609 963,76	961 029,70	1918,00
2	610 006,82	961 044,62	1925,32
3	610 033,04	961 043,94	1942,16
4	609 992,18	961 021,86	1930,26
5	609 998,17	961 019,25	1932,05
6	610 026,99	961 031,42	1938,56
7	610 041,36	961 054,58	1945,56
8	610 033,18	961 085,04	1952,80
9	610 036,01	961 110,19	1966,95
10	610 058,21	961 072,51	1959,29
11	610 049,04	961 030,01	1951,52
12	610 013,73	961 006,15	1943,96
13	610 017,65	961 003,28	1944,63
14	610 057,86	961 037,65	1953,45
15	610 059,66	961 081,67	1960,87
16	610 047,41	961 103,36	1964,83
17	610 075,82	961 086,96	1970,78
18	610 079,21	961 050,19	1966,04
19	610 059,47	961 010,10	1960,26
20	610 032,64	960 990,66	1956,01
21	610 036,28	960 988,11	1955,94
22	610 075,77	961 026,31	1963,16
23	610 081,64	961 082,28	1970,10
24	610 094,74	961 097,28	1981,24
25	610 099,24	961 043,27	1975,75
26	610 074,79	960 995,89	1970,33
27	610 068,00	960 988,75	1969,24
28	610 044,08	960 972,99	1966,02
29	610 058,95	960 968,40	1967,18

PUNTO	COORDENADAS		ELEV. (msnm)
	NORTE	ESTE	
30	610 079,95	960 995,07	1970,69
31	610 101,38	961 035,02	1975,09
32	610 099,25	961 096,49	1981,11
33	610 110,80	961 113,67	1992,12
34	610 122,11	961 063,44	1987,84
35	610 112,64	961 015,71	1983,80
36	610 089,49	960 980,16	1980,28
37	610 123,31	960 978,44	1983,27
38	610 144,30	961 023,67	1986,64
39	610 149,43	961 066,29	1989,53
40	610 143,34	961 104,78	1992,15
41	610 161,41	961 102,84	1981,72
42	610 166,24	961 072,81	1979,93
43	610 158,60	961 011,85	1976,21
44	610 163,49	961 014,38	1976,33
45	610 170,35	961 055,88	1978,81
46	610 165,23	961 104,05	1981,66
47	610 182,73	961 104,25	1971,42
48	610 187,35	961 068,99	1969,55
49	610 185,58	961 035,61	1967,73
50	610 189,59	961 035,50	1967,78
51	610 191,37	961 068,06	1969,48
52	610 186,48	961 105,60	1971,52
53	610 207,57	961 081,56	1960,10
54	610 207,57	961 042,63	1958,26
55	610 211,37	961 040,83	1958,01
56	610 211,61	961 081,33	1959,92
57	610 219,67	961 059,32	1954,69

NOTAS

1. Todas las dimensiones están dadas en metros, excepto otra indicación. Elevaciones en msnm.
2. Se deberá hacer el desmonte, la limpieza y descapote del área que se va a rellenar con materiales de desecho de acuerdo con el artículo 200 del INVIAS–13, haciendo la correspondiente conformación del terreno que permita el drenaje libre de aguas de escorrentía.
3. El contratista deberá hacer un adecuado manejo y/o desvío de aguas lluvias, de drenaje natural que se encuentra dentro de la zona del terraplén.
4. Una vez terminada la disposición de materiales en la zona del terraplén, se deberá proceder a colocar una capa vegetal de especie nativa a partir del material vegetal retirado y recuperado de las obras de corte de taludes y descapote o mediante la instalación de hidrosiembra controlada (de acuerdo con el artículo 810 del INVIAS–13).
5. La fundación del terraplén y de la berma deberá estar libre de todo tipo de material blando, suelto, delezna ble y/o contaminado. En terraplenes sobre terrenos con una inclinación mayor al 20% deberá hacerse un escalonamiento de la fundación para permitir una adecuada compactación del terraplén, la altura del escalón será máximo de 0,50 m.
6. El terraplén deberá conformarse bajo los criterios establecidos en el Artículo 220–13 del INVIAS–13.
7. Revisión sujeta a los resultados de la comprobación y análisis de la Georeferenciación del Proyecto respecto al sistema de referencia geodésico Magna–Sirgas, debido a los posibles desplazamientos de la Placa Tectónica Sudamericana por el sismo de Ecuador del día 16/04/2016.

CONVENCIONES

- Mojón
- Inclinómetro
- Relleno
- Empradización
- Estructura hidráulica
- Franja geobloque

0 10 20 30 40 50 m

ESCALA A 1:500

MINISTERIO DE TRANSPORTE

Agencia Nacional de Infraestructura

CONCESIONARIA:

REPRESENTANTE DE LA CONCESIONARIA:

LUIS A. CASTILLO J.

CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS FASE III DE LA UNIDAD FUNCIONAL 4, DEL CONTRATO 015 DE 2015: FINANCIACIÓN, CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN, MEJORAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR RUMICHACA - PASTO, SUSCRITO ENTRE LA ANI Y LA CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S.

ESTUDIOS Y DISEÑO: CONSORCIO SH

DIRECTOR DE ESTUDIOS Y DISEÑO: JOSÉ IGNACIO SANZ DELGADO

INTERVENTORÍA: HMV CONSULTORÍA

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA: DIEGO BENAVIDES JURADO

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA:

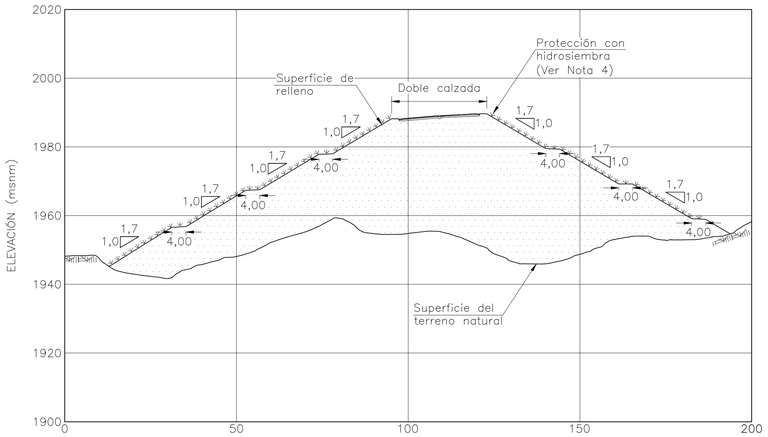
FECHA	VERSIÓN	MODIFICACIONES
2016-07-14	0	
2016-09-20	1	COMENTARIOS CSH Y HMV

DIBUJÓ: INGETEC FECHA: 2016-09-20

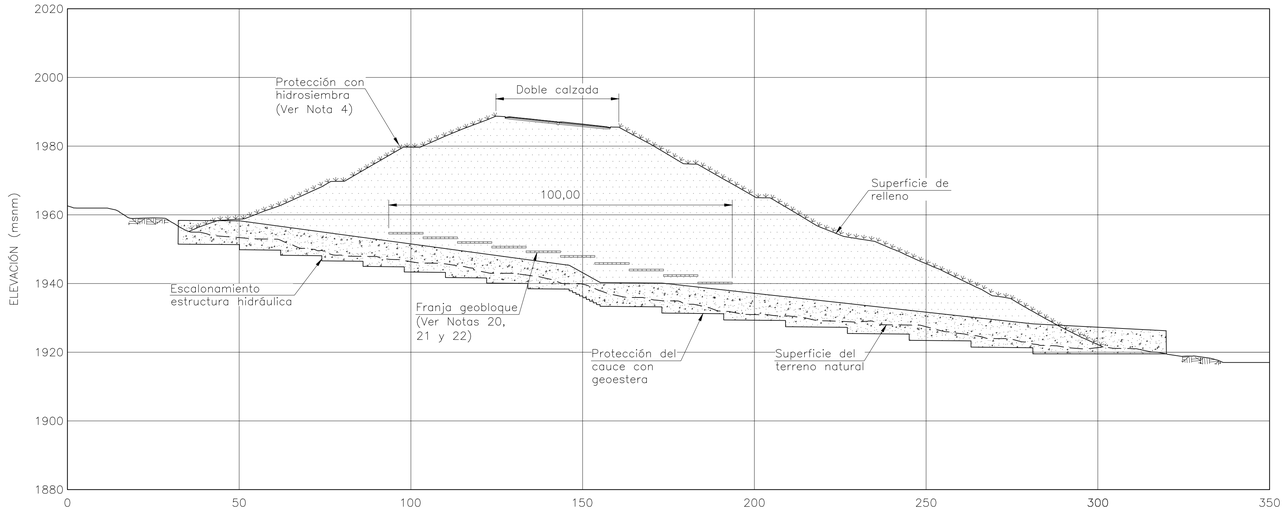
CONTIENE: PLANTA TERRAPLÉN K7+000

ESCALA: INDICADAS

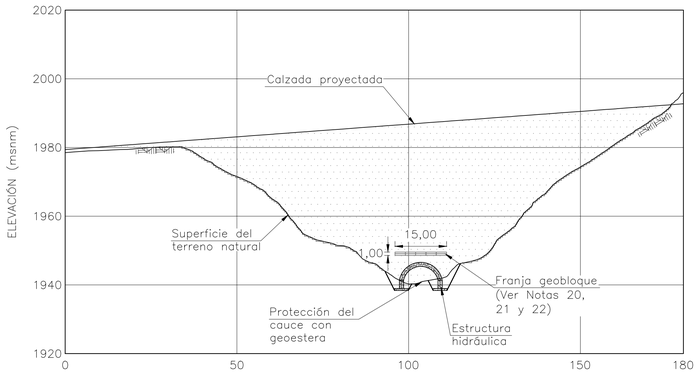
PLANO No.: CSH-4-PL-G-G-5005-1 HOJA 1 DE 1



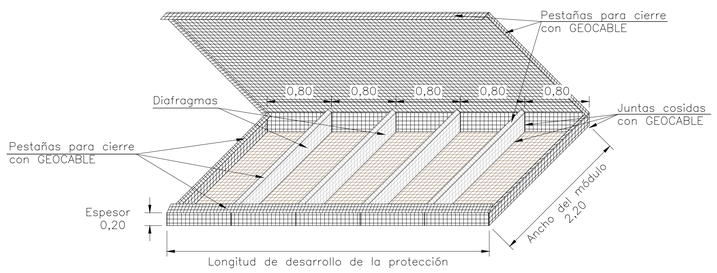
SECCIÓN A–A
ESCALA A



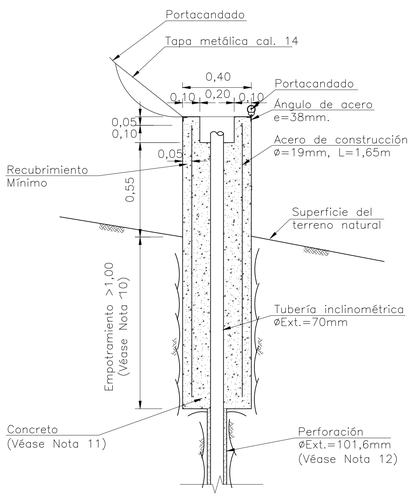
SECCIÓN B–B
ESCALA A



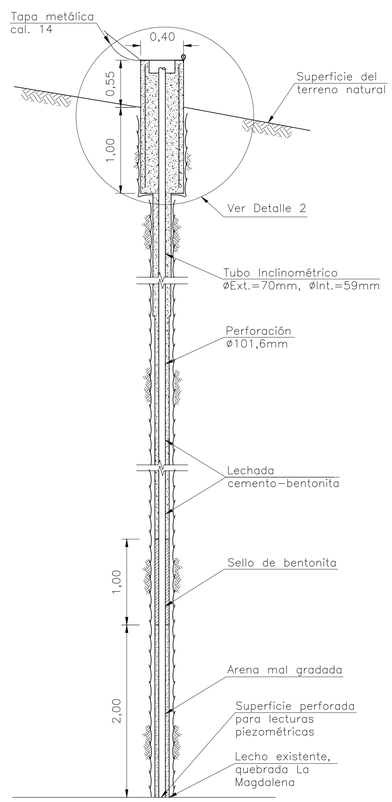
SECCIÓN C–C
ESCALA A



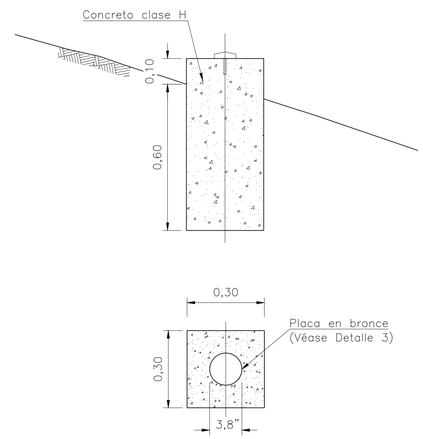
VISTA LATERAL
ENSAMBLE DE MÓDULOS CON GEOESTERA
SIN ESCALA



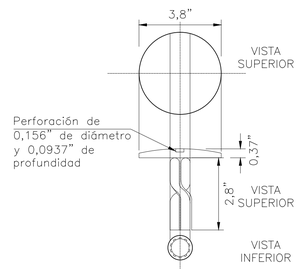
DETALLE 2
ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN PARA INCLINÓMETROS
SIN ESCALA



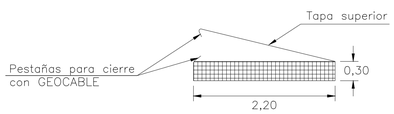
TUBO INCLINOMÉTRICO Y PIEZOMÉTRICO
SIN ESCALA



MOJÓN DE CONTROL TOPOGRÁFICO
SIN ESCALA



DETALLE 3
PLACA DE BRONCE
SIN ESCALA



DETALLE 1
SIN ESCALA

NOTAS

1. Todas las dimensiones están dadas en metros, excepto otra indicación. Elevaciones en msnm.
2. Se deberá hacer el desmonte, la limpieza y descapote del área que se va a rellenar con materiales de desecho de acuerdo con el artículo 200 del INVIAS–13, haciendo la correspondiente conformación del terreno que permita el drenaje libre de aguas de escorrentía.
3. El contratista deberá hacer un adecuado manejo y/o desvío de aguas lluvias, de drenaje natural que se encuentra dentro de la zona del terraplén.
4. Una vez terminada la disposición de materiales en la zona del terraplén, se deberá proceder a colocar una capa vegetal de especie nativa a partir del material vegetal retirado y recuperado de las obras de corte de taludes y descapote o mediante la instalación de hidrosiembra controlada (de acuerdo con el artículo 810 del INVIAS–13).
5. La fundación del terraplén y de la berma deberá estar libre de todo tipo de material blando, suelto, deleznable y/o contaminado. En terraplenes sobre terrenos con una inclinación mayor al 20% deberá hacerse un escalonamiento de la fundación para permitir una adecuada compactación del terraplén, la altura del escalón será máximo de 0,50 m.
6. El terraplén deberá conformarse bajo los criterios establecidos en el Articulo 220–13 del INVIAS–13.
7. La geomalla que forma la geoestera (o equivalente) debe cumplir los requisitos mínimos de resistencia a la tensión, elongación última, tamaño de abertura y estabilidad ultravioleta después de 500 horas de exposición mencionados en las especificaciones técnicas.
8. El geotextil no tejido debe tenderse en la totalidad de la base de la geoestera (o equivalente) con un traslapo mínimo de 0,20 m, los módulos de geoestera deberán amarrarse entre sí y lateralmente deberán amarrarse a la estructura en concreto mediante anclajes.
9. El material del relleno de la geoestera deberá tener tamaños comprendidos entre 75 mm y 150 mm, y presentar superficies angulares.
10. El empotramiento del cabezal del inclinómetro deberá ser mínimo de 1,00 m.
11. El concreto para la estructura de protección del piezómetro e inclinómetro deberá ser de f'c=21 MPa, tamaño máximo de agregado de 38 mm.
12. La perforación para la instalación del tubo inclinométrico deberá ser de diámetro ø=101,6mm (4").
13. Bajo la geoestera y en contacto cn el lecho se deberá colocar un geotextil no tejido NT 3000.
14. Las medidas de protección en la entrada y salida de la estructura así como los drenajes en la superficie de los taludes se presentan en los planos hidráulicos (volumen VII).
15. Los detalles de la estructura hidráulica se presentan en los planos de diseño estructural (volumen VIII).
16. Previo a la conformación de los rellenos deberá perfilarse el terreno de los estribos del cauce, retirando el material vegetal, orgánico o blando que pueda favorecer la entrada de agua al interior del relleno.
17. La profundidad de desplante estimada para la cimentación de la obra de drenaje es de 3m hasta encontrar el nivel IIA de un aglomerado volcánico, color negro marrón, conformado por gravas finas angulosas de andesitas.
18. Con el proposito de lograr una superficie homogénea de apoyo para la estructura, se deberán identificar puntos blandos o duros que puedan generar contrastes de rigidez a nivel de cimentación, y definir en forma conjunta con el Interventor si se requiere implementar medidas de mejoramiento.
19. Con el proposito de evitar asentamientos diferenciales en sentido transversal a la estructura, se deberá verificar que las condiciones de los materiales adyacentes a la de cimentación sean similares. Se deberá analizar en forma conjunta con el Interventor la necesidad de adelantar excavaciones hacia los costados de la estructura.
20. Los geobloques deberán consistir en bloques poliestireno expandido (EPS) con peso unitario mayor o igual a 30Kg/m^3 según norma EN ISO 845, resistencia a la compresión mínima de 200 kPa según norma UNE EN 826.
21. Para el adecuado funcionamiento de los geobloques se debe garantizar que durante su instalación se coloquen de tal forma que queden trabados entre sí para impedir su desplazamiento en cualquier dirección.
22. Los geobloques a colocar tienen dimensiones de 0,50m de altura, 1,20m de ancho y 3,00m de longitud.
23. Revisión sujeta a los resultados de la comprobación y análisis de la Georeferenciación del Proyecto respecto al sistema de referencia geodésico Magna–Sirgas, debido a los posibles desplazamientos de la Placa Tectónica Sudamericana por el sismo de Ecuador del día 16/04/2016.

CONVENCIONES

Relleno

Empradización

0 15 30 45 60 75 m

ESCALA A 1:750

MINISTERIO DE TRANSPORTE

Agencia Nacional de Infraestructura

CONCESIONARIA:

REPRESENTANTE DE LA CONCESIONARIA:

LUIS A. CASTILLO J.

CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS FASE III DE LA UNIDAD FUNCIONAL 4, DEL CONTRATO 015 DE 2015: FINANCIACIÓN, CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN, MEJORAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR RUMICHACA - PASTO, SUSCRITO ENTRE LA ANI Y LA CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S.

ESTUDIOS Y DISEÑO: CONSORCIO SH

DIRECTOR DE ESTUDIOS Y DISEÑO: JOSÉ IGNACIO SANZ DELGADO

INTERVENTORÍA: HMV CONSULTORIA

DIRECTOR DE INTERVENTORÍA: DIEGO BENAVIDES JURADO

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA:

FECHA	VERSIÓN	MODIFICACIONES
2016-07-14	0	
2016-09-20	1	COMENTARIOS CSH Y HMV

CONTIENE: SECCIONES - DETALLES TERRAPLÉN K7+000

DIBUJÓ: INGETEC FECHA: 2016-09-20

ESCALA: INDICADAS

PLANO No.: CSH-4-PL-G-G-5006-1 HOJA 1 DE 1

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01			78.5 3	84.9 3	79.2 3	81.9 3	67.7	56.5 3	70.5	80.8 3	83.1	65.7 3	748.8 3
1984	1	01	65.8 3	60.9 3	70.4 3	62.1 3	66.8 3	63.5 3	72.8 3	82.0 3	70.0 3	68.4 3	71.4 3	77.6 3	831.7 3
1985	1	01	63.4 3	75.3 3	75.9 3	84.6	76.3	83.9	68.1	89.0	92.3	92.8 3	91.3	75.7 3	968.6 3
1986	1	01	65.6 3	67.3 3	51.4 3	73.3	82.1	69.8	85.6	91.8	85.2	77.3	75.5	78.8	903.7 3
1987	1	01	77.6 3	69.0	85.5	66.3 3	85.5	65.4 3	77.8	77.0	104.3	88.5	78.2	67.7 3	942.8 3
1988	1	01	80.9 3	68.9 3	77.5 3	59.9 3	73.2	76.5	79.3	93.7	86.3	77.7	70.4	*	844.3 3
1989	1	01						56.1 3	90.4	89.8	86.9	91.5	77.3	89.8	581.8 3
1990	1	01	91.2	61.1	59.0	65.0	69.9	71.5	92.4	95.5	101.4	93.1 3	76.8 3	65.5 3	942.4 3
1991	1	01	80.9	83.4	84.6 3	65.7	39.8								354.4 3
1992	1	01					*	74.8 3	50.6 3	80.3 3	77.5	77.4	91.2		451.8 3
1993	1	01	*	72.3 3	56.1 3	66.9 3	78.7 3	74.5	73.3	94.0	89.6 3	*	64.1 3	79.7 3	749.2 3
1994	1	01	*	*	68.8	70.5 3	84.1 3	82.6	88.5	79.7	*	86.7 3	81.5	77.4 3	719.8 3
1995	1	01	91.5 3	101.8	78.3	72.4	72.8	65.8	90.2 3	107.1 3		*	83.0	93.0 3	855.9 3
1996	1	01	48.8 3			87.7 3	79.8	81.3	86.0	79.4	105.8	102.9	94.4	78.8 3	844.9 3
1997	1	01	60.9 3	76.9	93.5 3	87.6	76.9 3	70.9	78.4 3	89.3	89.4 3	101.9	79.4	89.3	994.4 3
1998	1	01	89.1	87.0	70.4	75.3 3	81.2 3	70.9	72.5	76.4	100.6	82.3 3	74.1	78.9	958.7 3
1999	1	01	64.3	52.0	74.2	57.5	69.5	61.8	78.2	98.9	64.5	81.4	75.2 3	52.5	830.0 3
2000	1	01	63.5 3	78.2 3	63.2	61.5 3	61.1 3	64.8	77.4	64.6	87.2	88.2	87.3	83.1	880.1 3
2001	1	01	92.1	70.9	76.4	70.2	72.4 3	79.3	74.6	89.4	87.2	128.3	73.3	71.4	985.5 3
2002	1	01	77.6	70.2	78.7	69.2	61.4	73.1	77.1	75.7	89.0	106.3	58.9	88.3	925.5
2003	1	01	89.0	70.6	65.7	70.5	57.2	72.4	79.5	93.9	86.9	86.5	73.8 3	58.0	904.0 3
2004	1	01	85.8 3	84.9	71.1	67.3	67.3 3	52.0	59.8	85.2	75.0 3	68.8 3	60.5	68.7	846.4 3
2005	1	01	68.5	60.2	58.0	61.1	78.9 3	66.2 3	79.8	86.4 3	66.9	66.1 3	76.1	63.1	831.3 3
2006	1	01	51.8 3	61.5	51.0	67.9	81.3	57.6 3	79.4	*	72.1	78.2 3	56.4	70.9	728.1 3

2007	1	01	82.1	83.2 3	68.3 3	62.8	68.9	56.0	83.8	68.4	74.9	71.9 3	66.0	43.2	829.5 3
2008	1	01	50.1 3	46.0 3	57.9 3	56.7 3	57.8 3	64.2 3	62.9	75.3 3	61.5	70.6 3	62.5		665.5 3
2009	1	01				*	74.1 3	59.9 3	61.2 3	63.3 3	67.6 3	75.0 3	86.5	55.3	542.9 3
2010	1	01	*	62.2 3	75.5	71.2 3	65.5 3	64.8	89.7	80.2 3	83.0	71.0	57.1	65.1	785.3 3
2011	1	01	83.5			58.2	81.4	57.9	53.9	80.5	67.6	70.6	93.9	57.0 3	704.5 3
2012	1	01	53.3 3	57.4	66.4	59.0 3	68.3	65.9	76.3	86.7	84.7	81.1	72.5	55.9	827.5 3
2013	1	01	71.0	37.5	61.5	66.7	62.8	58.4	60.8	78.2	78.3	74.4	68.4	69.0	787.0
2014	1	01	80.4	58.6	65.5	78.7	60.7	61.0	65.6	69.1	74.1	69.3	65.5	65.4	813.9
2015	1	01	60.2	57.5	61.5	60.5	65.7	49.9	71.8	72.9	95.9	82.2			678.1 3
MEDIOS			72.7	68.3	69.5	68.7	71.0	67.3	75.2	82.3	82.5	83.0	75.0	70.9	886.3
MAXIMOS			92.1	101.8	93.5	87.7	85.5	83.9	92.4	107.1	105.8	128.3	94.4	93.0	128.3
MINIMOS			48.8	37.5	51.0	56.7	39.8	49.9	50.6	56.5	61.5	66.1	56.4	43.2	37.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						71 3	71 3	73 3	69 3	74 3	79 3	*	73 3
1980	1	01	78 3	78	76	77	73	74	74	68	72	75	77	79	75 3
1981	1	01	75 3	75 3	78	77 3	77	75 3	72	71	69 3	73 3	79 3	77 3	75 3
1982	1	01	79 3	77 3	77 3	77 3	75 3	72 3						78 3	76 3
1983	1	01	75 3	80 1	84 3	84 1	83 1	78 1	77 1	79 1	79 1	77 1	78 3	81 3	80 3
1984	1	01	82 3	79 3	79 3	80 3	80 3	76 1	75 3	74 3	76 3	79 3	82 3	74 3	78 3
1985	1	01	84 3	76 1	77 1	79 3	77 1	74 1	75 3	73 3	74 3	80 3	78 1	83 3	78 3
1986	1	01	76 3	83 3	82 3	78 3	77 3	76 3	74 3	74 3	75 3	80 3	81 1	78 3	78 3
1987	1	01	76 3	75 3	80 1	78 3	78 3	76 1	76 3	72 3	74 3	81 3	79 3	76 3	77 3
1988	1	01	79 3	80 3	77 3	81	78 1	79 3	77 3	73 3					78 3
1989	1	01	81 3	80 3	84 3	75 3	75 1	77 3	74 3	72 3	73 3	76 3	78	80 3	77 3

1990	1	01	76 3	83 3	80 3	80	77 3	78	73 3	72 3	71 3	80 3	80 3	82 3	78 3
1991	1	01	81 3	76 3	85 3	84 3	83 3								82 3
1992	1	01					78 1	75 3	75 3	74 3	75 1	73 1	78 1	80 3	76 3
1993	1	01	78 3	80 1	81 1	80	79 3	78	79 1	76	77 1	79 1	84	80	79 3
1994	1	01	84 3	78 3	81 3	80				75 1	76 3	78 3			79 3
1995	1	01	77 1	73 1	78 3	78	78 3	76	75 3	69 3		76 3	82 3	83 3	77 3
1996	1	01	*					81	74	74 1	71 1	78	77	78 3	76 3
1997	1	01	88	78	79 3	77 1	76	77 1	73	71	72	73 1	80	74 1	77 3
1998	1	01	74	75 1	78	75 3	78	75 1	75 1	73 1	70	77	84 1	81 1	76 3
1999	1	01	84 1	85 1	82 1	79 1	77 1	77 1	75 3	73 1	80 1	78 3	83 3	88 1	80 3
2000	1	01	85 3	82	81	81	80	78	75	75 3	76 3	74 3	78	78 3	79 3
2001	1	01	74 3	78 3	77 1	77 1	77 1	75 1	76 1	73 1	73 1	75 3	79 1	82 3	76 3
2002	1	01	80 3	78 3	78	82 1	80	78 3	77	76 3	73 3	76	80 3	78 3	78 3
2003	1	01	75 3	79 3	82 1	79 1	82 3	79 3	76 3	75 3	75	80 3	81 3	84 3	79 3
2004	1	01	82 3	77 3	78 3	79 1	82 3	81 3	82 3	81 3	77 3	82 3	84 3	83 3	81 3
2005	1	01	84	84 3	85 3	81 3	83 1	81 3	78 1	79 1	79 3	82 3	84 3	87 3	82 3
2006	1	01	85 1	83 3	83 3	83 3	83 3	84 3	83 3	81 3	72 1	79 3	80	82	82 3
2007	1	01	78 3	81 3	80 3	81 3	79 3	78 3	79 3	79 3	78 3	81 3	81	83 3	80 3
2008	1	01	81	85	85 3	84	83 3	81 3	83	83 3	79 3	80	84 3	87 3	83 3
2009	1	01	83	83	82	82	*	*	*	*					83 3
2010	1	01	*	*	*	*	78 3	80 3	72 3	71 3	81 3	89 1	87 3		80 3
2011	1	01	82 3	*	84 1	80 1	76 1	79 1	71 3	76 1	81 1	82 1	84		80 3
2012	1	01	84 3	83 1	79 1	82 3	75 1	73 1	72 1	69 3	70 3	75 3	80 1	86 1	77 3
2013	1	01	84	83	77 1	76	81 1	75 1	76	75 1	73 1	76 1	83 1	79	78
2014	1	01	78 1	79	81 1	74 1	80	77	75	71 1	72	78 1	82 1	81	77
2015	1	01	78 1	78 1	80 1	77 1	76 1	77 1	76 1	74	69	74			76 3
MEDIOS			80	80	80	79	79	77	76	74	74	78	81	81	78
MAXIMOS			88	85	85	84	83	84	83	83	80	82	89	88	89
MINIMOS			74	73	76	74	73	71	71	68	69	73	77	74	68

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE NUBOSIDAD (Octas)

NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	

ELEVACION 2820 m.s.n.m REGIONAL 07 NARINO-CAUCA CORRIENTE AY BOTANILLA

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01	2	2	2	2	2	6 3	6 3	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3
1980	2	01	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	5 3	6 3
1981	2	01	5 3	6 3	6	6 3	6	6 3	5	6 3	5 3	5 3	2	6 3	6 3
1982	2	01	6	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3	2	2	2	2	2	6 3	6 3
1983	2	01	6 3	6 3	6 3	6	6 3	5 3	5 3	6	6	6 3	6 3	7 3	6 3
1984	2	01	6 3	7 3	7 3	7 3	7 3	6	6 3	6 3	6 3	7 3	7 3	6 3	7 3
1986	1	01	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7
1988	2	01						7 3			6 3	6 3	7 3	6 3	6 3
1989	2	01	7 3	6 3	6 3	7 3	7	7 3	7 3	6 3	6 3	6 3	6	6 3	6 3
1990	2	01	7 3	7 3	7 3	7	7 3	7	6 3	6 3	6 3	7 3	6 3	6 3	7 3
1991	2	01	7 3	6 3	6 3										6 3
1992	2	01					6	7 3	6 3	6 3	6	6	6	6 3	6 3
1993	2	01	7 3	7 3	7	7	7 3	7 3	7	7	7 3	7 3	7 3	6 3	7 3
1994	2	01	7 3	7 3	7 3	7	7 3	6 3	7	6	6	7 3	6	7 3	7 3
1995	1	01	6 3	5	7	7 3	6 3	7	6 3	6 3		6 3	6	6 3	6 3
1996	1	01	6		6	7 3	6	7	6	7	7	7 3	7	6 3	7 3
1997	1	01	6	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7
1998	1	01	5	6	5	7	7	7	7	4	5	5	7	7 3	6 3
1999	1	01	7	7 3	7	7	7	7	7 3	6	7	7	7 3	7	7 3
2000	1	01	7 3	6	7 3	4	5	5	7	7 3	7 3	6 3	7	6	6 3
2001	1	01	6 3	7 3	6 3	7	7	7	7	7	6	6 3	6	7 3	7 3
2002	1	01	7 3	7	7	6	7	7 3	7	7 3	6 3	6	7 3	6 3	7 3
2003	1	01	6 3	7 3	7	7	6 3	7 3	7 3	6 3	7 3	7 3	6 3	7 3	7 3
2004	1	01	6 3	6 3	7 3	6	7 3	6	6 3	6 3	5 3	6 3	7	6 3	6 3
2005	1	01	6	7	7 3	7 3	6 3	6 3	6	6 3	6 3	7 3	7	6 3	6 3
2006	1	01	7 3	6	6 3	7 3	6 3	6 3	7 3	6	6	6 3	7 3	7	6 3
2007	1	01	6	6 3	7 3	6 3	7 3	7 3	6	6	6	7 3	7	7	7 3
2008	1	01	7 3	7 3	7 3	7 3	7 3	7 3	6 3	6 3	6 3	7 3	7 3	7 3	7 3
2009	1	01	7 3	7 3	7 3	7 3									7 3
2010	1	01						6 3	5	6 3	5 3	5 3	7 3	7	6 3
2011	1	01	6			7	7	7 3	7	6	6	7	6	7 3	7 3
2012	1	01	7 3	7	7	7 3	7	6	6	6	6	6	6	7	7 3

2013	1	01	6	7	7	6	7 3	7	7	6	6	7	7	7	7 3
2014	1	01	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2015	1	01	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6			7 3
MEDIOS			6	6	7	7	7	6	6	6	6	6	7	6	6
MAXIMOS			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
MINIMOS			5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4

VALORES MEDIOS MENSUALES DE PUNTO DE ROCIO (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01						7.6 3	7.0 3	7.5 3	7.4 3	8.9 3	9.3 3		8.0 3
1980	2	01	9.0 3	9.3 3	8.9	9.3	8.6	8.2	7.5	6.5	7.6	8.3	8.8	8.9	8.4 3
1981	2	01	8.4 3	8.4	9.3	9.3 3	9.2	8.1 3	6.6	7.4	6.7 3	8.4 3	9.7 3	9.1 3	8.4 3
1982	2	01	8.7	9.1	9.5	9.1	9.0							9.3 3	9.1 3
1983	2	01	9.3 3	9.9	10.9 3	10.7	10.6	9.0	8.2	8.3	8.1	8.3	8.8 3	8.6 3	9.2 3
1984	2	01	8.3 3	8.3 3	8.5 3	8.9 3	8.9 3	8.0	7.0 3	7.4 3	7.5 3	8.5 3	8.6 3	8.2 3	8.2 3
1985	2	01	9.1 3	7.0	8.2 3	8.6 3	8.4	7.2	6.5 3	6.7 3	7.5 3	8.9 3	8.2	9.2 3	8.0 3
1986	2	01	8.2 3	8.7 3	8.6 3	9.0 3	8.7 3	8.0 3	6.7 3	7.4 3	7.8 3	9.1 3	9.2	8.9 3	8.4 3
1987	2	01	8.5 3	8.6 3	9.4	9.2 3	9.2 3	8.6	8.8 3	8.2 3	8.1 3	9.8 3	9.4 3	8.6 3	8.9 3
1988	2	01	9.3 3	9.6 3	8.6 3	9.6	9.1	9.0 3	7.4 3	7.1 3					8.7 3
1989	2	01	12.9 3	8.4 3	9.0 3	8.2 3	8.2	8.2 3	6.8 3	6.8 3	7.4 3	8.4 3	8.9	8.5 3	8.5 3
1990	2	01	8.4 3	9.5 3	9.3 3	9.5	8.8 3	8.6	6.8 3	6.8 3	7.2 3	9.4 3	9.2 3	9.3 3	8.6 3
1991	2	01	9.0 3	8.7 3	10.5 3	9.6 3	9.9 3								9.5 3
1992	2	01					9.2	8.0 3	6.7 3	7.2 3	7.5	7.6	8.7	9.3 3	8.0 3
1993	2	01	8.2 3	8.9	8.9	9.4	9.6 3	8.8	8.2	7.7	8.2	8.9	9.8	9.6	8.9 3
1994	2	01			9.2 3	9.4				6.9	7.9 3	8.6 3			8.4 3
1995	1	01	8.4	7.7	8.8 3	9.2	8.8 3	8.5	7.6 3	6.8 3		8.2 3	9.6 3	9.5 3	8.5 3

1996	1	01						9.2	7.0	7.0	7.1	8.9	8.1	8.4 3	8.0 3
1997	1	01	9.7	8.5	9.2 3	8.8	8.8	8.4	6.9	6.7 3	7.3	8.5	9.5	8.7	8.4 3
1998	1	01	8.9	9.6	9.7	10.1 3	9.8	8.5	7.7	7.5	7.4	8.7	9.9	9.0	8.9 3
1999	1	01	9.6	9.4	9.3	9.0	8.4	8.4	7.3 3	6.8	8.4	8.3 3	9.5 3	9.9	8.7 3
2000	1	01	9.2 3	8.8	9.1	9.1	9.1	8.8	7.5	7.4 3	7.8 3	8.0 3	8.6	8.5 3	8.5 3
2001	1	01	7.1 3	8.2 3	8.3	8.3	8.8	7.6	7.8	6.8	7.5	9.0 3	9.2	10.1 3	8.2 3
2002	1	01			9.2	9.7				7.8 3	7.6 3	8.5	9.0 3	9.4 3	8.7 3
2003	1	01	8.6 3	9.4 3	9.5	9.5	10.0 3	8.9 3	7.8 3	8.1 3	8.5	9.5 3	9.7 3	9.8 3	9.1 3
2004	1	01	9.3 3	8.7 3	9.1 3	9.5	9.9 3	8.6 3	8.9 3	8.2 3	8.2 3	9.4 3	9.9 3	9.5 3	9.1 3
2005	1	01	9.7	10.5 3	10.3 3	9.8 3	10.0	9.4 3	8.6	8.3	8.5 3	9.5 3	9.7 3	9.7 3	9.5 3
2006	1	01	9.7	10.3 3	10.1 3	9.9 3	10.0 3	9.7 3	9.0 3	8.9 3	7.7	9.4 3	9.3	9.8	9.5 3
2007	1	01	9.0 3	8.9 3	9.1 3	9.8 3	9.5 3	8.5 3	8.7 3	8.0 3	8.3 3	9.4 3	9.2	9.0 3	9.0 3
2008	1	01	8.7 3	9.2 3	9.3 3	9.3 3	9.4 3	9.6 3	9.1	9.1 3	8.5 3	8.9 3	9.8 3	9.7 3	9.2 3
2009	1	01	9.6 3	9.4	9.5	9.7 3									9.6 3
2010	1	01						9.0 3	8.9 3	7.1 3	7.1 3	9.0 3	10.0	9.8 3	8.7 3
2011	1	01	9.0 3			10.1	9.9	9.1	8.8	7.7 3	8.4	9.5	10.0	10.0	9.3 3
2012	1	01	10.1 3	9.6	9.2	9.8 3	8.8	8.0	7.5	6.5 3	7.1 3	8.5 3	9.9	10.4	8.8 3
2013	1	01	10.5	9.9	9.5	9.1	10.1	8.7	8.0	8.1	8.0	8.8	9.8	9.6	9.2
2014	1	01	9.5	9.6 3	9.9	9.1	9.8	8.8	8.2	7.0	7.8	9.0	10.2	9.8	9.1 3
2015	1	01	8.9	9.4	9.8	9.4	9.2	8.7	8.6	8.1	7.5	8.9			8.9 3
MEDIOS			9.1	9.1	9.3	9.4	9.3	8.6	7.8	7.5	7.7	8.8	9.3	9.3	8.8
MAXIMOS			12.9	10.5	10.9	10.7	10.6	9.7	9.1	9.1	8.5	9.8	10.2	10.4	12.9
MINIMOS			7.1	7.0	8.2	8.2	8.2	7.2	6.5	6.5	6.7	7.6	8.1	8.2	6.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						43.5	56.0	83.4 3	41.6	77.7	78.7	80.2 3	461.1 3

1980	1	01	92.3	117.6	92.1 3	110.5	56.3	61.7	67.1	41.0	68.4	119.5	105.4	81.6	1013.5 3
1981	1	01	40.3	28.6	111.1	75.9	110.2	58.6	79.3	86.3	20.5	43.7	156.0	133.8	944.3
1982	1	01	86.0	90.2	122.1	135.1 3	65.7	39.4	55.4 8	44.7 8	49.5 8	101.5 8	108.7 8	154.4	1052.7 3
1983	1	01	36.1	74.4	89.0 3	126.8	82.4	25.6	25.4 3	20.9	54.0	151.6	50.3	122.3 3	858.8 3
1984	1	01	174.3	89.1 3	74.6	142.1	84.1	26.1	33.2	46.3	69.0	165.3 3	116.9	60.1	1081.1 3
1985	1	01	108.1	46.7	64.9	87.7	113.1	44.9	38.9	37.3	79.3	74.9	57.1	99.3	852.2
1986	1	01	52.1 3	69.3	110.1	76.4	79.8	43.3	42.2	39.1	14.0	175.6	126.0	51.3	879.2 3
1987	1	01	48.9 3	50.0	88.3	168.9	98.8	29.8	41.7	39.5	31.7	144.9	49.6	67.9	860.0 3
1988	1	01	45.4	42.4	37.3	124.5	87.3	79.1	46.7	79.8	58.5	98.5	191.6	100.0	991.1
1989	1	01	108.2	83.0	69.9	42.9	50.5	108.1	47.2	45.5	30.0	67.9	25.5	54.8	733.5
1990	1	01	69.9	91.1	74.3	65.3	71.3	68.0	69.6	28.0	37.1	94.3	79.1	57.7	805.7
1991	1	01	68.8	71.2	84.3	44.8	20.8	39.8 8	31.2 8	20.5 8	25.6 8	77.7 8	85.4 8	75.2 8	645.3
1992	1	01	62.5 8	57.0 8	74.5 8	82.4 8	53.5	21.7	47.4	34.2 3	48.4	24.9	45.3	42.9	594.7 3
1993	1	01	71.1	90.2	129.1	79.5 3	70.2	46.9	56.4	27.2	38.4	59.2 3	137.7	133.9	939.8 3
1994	1	01	64.8	18.8	115.5	159.9	97.6	49.2	32.7	56.0	54.7	66.0	111.4	90.4	917.0
1995	1	01	27.1	37.6	46.6	72.6	92.7	72.7	58.0	29.0	.0	42.4	131.5	84.7	694.9
1996	1	01	82.9	71.8 8	117.3 3	86.6	111.2	64.2	38.1	45.4	25.9	127.0	88.1	77.1	935.6 3
1997	1	01	140.4	61.2	116.2	86.5	57.6	105.6	32.3	16.6	47.7	56.4	84.9	58.2	863.6
1998	1	01	27.0	61.0	82.8	42.2	149.0	64.6	53.9	58.4	29.0	118.4	132.9	76.3	895.5
1999	1	01	130.6	217.3	71.1	102.7	58.1	66.4	44.5	43.7	128.8	95.2	129.1	204.3	1291.8
2000	1	01	122.8	182.8	52.7	143.5	184.5	90.7	47.0	47.1	71.4	50.7	65.6	61.7	1120.5
2001	1	01	77.1	68.5	50.4	69.9	48.4	71.8	53.2	25.1	48.1	26.1	86.3	105.4	730.3
2002	1	01	75.2	50.0	70.4	97.2	78.1	64.6	57.5	30.1	59.9	110.5	116.3	83.1	892.9
2003	1	01	9.8	35.6	103.0	107.8	62.3	56.2	61.2	10.3	74.1	82.8	96.2	68.7 3	768.0 3
2004	1	01	57.0	12.5	82.6	74.3	70.1	75.2	47.0	27.0	37.4 3	127.3 3	111.8 3	40.6	762.8 3
2005	1	01	61.6	104.4	114.0	135.4	82.4	66.3	62.3	27.3	29.6	97.2	77.7	144.0	1002.2
2006	1	01	71.5 3	59.2	155.8	128.9	37.3	76.4	40.2	40.2	23.0	100.5	116.9	81.9	931.8 3
2007	1	01	60.7	39.7	117.7	78.9	45.1	85.7	52.7	56.0	24.1	170.5	176.8	137.3 3	1045.2 3
2008	1	01	122.5	99.5	148.5	108.8	159.7	48.5	34.2	53.1	48.5	160.1	121.5	137.4	1242.3
2009	1	01	134.6	101.3	137.1	75.0 3	45.0	46.3	49.0	33.4	45.6	78.0	104.0	61.6 3	910.9 3
2010	1	01	*	96.2	55.6	169.0	114.4	57.5	78.8	17.2	40.7 3	129.3	211.7	107.7	1078.1 3
2011	1	01	117.6			130.4	135.1	72.3	104.4	37.1	43.6	104.1	98.8	201.2 3	1044.6 3
2012	1	01	175.1	95.2	110.1	122.0	49.3	33.7	29.1	39.4	20.2	73.3	91.7	59.2	898.3
2013	1	01	39.0	131.9	75.6	87.1	121.9	34.8	105.6	63.5	30.8	77.9	101.2	76.3	945.6
2014	1	01	93.4	32.8	96.5	65.9	170.0	103.3	60.7	32.0	32.2	99.8	162.8	128.5	1077.9
2015	1	01	85.0	47.1	111.0	49.1	63.8	81.7	83.6	48.6	10.7	51.1			631.7 3

MEDIOS	81.1	75.0	92.9	98.8	85.5	60.1	53.1	40.8	43.0	95.2	106.4	94.5	926.4
MAXIMOS	175.1	217.3	155.8	169.0	184.5	108.1	105.6	86.3	128.8	175.6	211.7	204.3	217.3
MINIMOS	9.8	12.5	37.3	42.2	20.8	21.7	25.4	10.3	0.0	24.9	25.5	40.6	0.0

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						21	17	23 3	18	20	25	16 3	140 3
1980	1	01	22	17	23	23	22	24	24	19	20	23	19	22	258
1981	1	01	13	12	23	24	22	20	16	20	16	16	24	23	229
1982	1	01	21	18	30	25 3	19	17						29	159 3
1983	1	01	16	17	20 3	20	26	22	19 3	24	27	23	24	24	262 3
1984	1	01	25	20	22	23	22	25	23	14	21	26	24	18	263
1985	1	01	22	13	17	16	21	17	21	19	19	15	13	21	214
1986	1	01	16 3	16	25	17	19	24	17	15	16	27	18	22	232 3
1987	1	01	18 3	18	16	21	22	15	18	19	12	24	14	17	214 3
1988	1	01	14	17	16	24	21	21	20	19	20	21	26	19	238
1989	1	01	18	17	16	18	20	26	17	17	16	18	21	16	220
1990	1	01	17	18	18	21	23	20	13	15	11	17	15	18	206
1991	1	01	14	15	23	15	8								75 3
1992	1	01					19	16	24	13 3	17	10	12	17	128 3
1993	1	01	16	15	24	15 3	16	17	20	15	14	14 3	24	19	209 3
1994	1	01	10	7	17	19	18	19	17	19	17	16	21	20	200
1995	1	01	13	6	18	18	22	22	20	12	0	12	21	21	185
1996	1	01	14		29 3	19	25	18	16	17	14	18	14	16	200 3
1997	1	01	25	20	17	19	23	20	16	17	11	9	18	13	208
1998	1	01	10	8	18	16	21	21	20	19	12	18	23	17	203
1999	1	01	25	27	22	22	21	24	20	10	28	16	18	25	258

2000	1	01	23	22	19	25	27	24	19	26	21	13	17	15	251
2001	1	01	15	14	16	17	20	20	23	13	16	4	18	22	198
2002	1	01	24	11	13	16	21	15	19	16	13	17	19	16	200
2003	1	01	9	17	20	20	21	19	20	10	13	21	20	22 3	212 3
2004	1	01	16	12	16	18	25	23	22	14	12 3	17 3	22 3	15	212 3
2005	1	01	19	19	21	25	23	25	23	14	14	23	14	21	241
2006	1	01	25 3	15	16	19	12	12	14	11	12	21	24	21	202 3
2007	1	01	9	9	22	23	23	23	17	23	16	24	24	23 3	236 3
2008	1	01	22	24	22	19	24	19	19	20	22	26	22	26	265
2009	1	01	24	23	21	24 3	16	24	22	18	13	16	14	17 3	232 3
2010	1	01	*	20	21	26	20	16	17	10	15 3	22	27	28	222 3
2011	1	01	15			29	20	20	24	15	22	24	17	25 3	211 3
2012	1	01	22	27	24	26	22	21	20	13	8	19	20	20	242
2013	1	01	13	25	17	17	29	18	27	21	18	21	24	22	252
2014	1	01	19	16	22	24	25	26	20	18	19	19	23	24	255
2015	1	01	20	19	25	25	24	27	28	20	12	14			214 3
MEDIOS			18	17	20	21	21	21	20	17	16	18	20	20	228
MAXIMOS			25	27	30	29	29	27	28	26	28	27	27	29	30.0
MINIMOS			9	6	13	15	8	12	13	10	0	4	12	13	0.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						15.0	8.9	22.1 3	10.6	18.0	10.3	17.7 3	22.1 3
1980	1	01	15.7	23.1	23.0 3	18.4	18.8	12.0 1	13.8	8.8	14.4	29.4	16.2	22.3	29.4 3
1981	1	01	8.2	6.4	34.4 1	12.0 1	23.7	20.7	17.6	26.3	5.1	8.6	28.0	40.6	40.6
1982	1	01	9.3	21.2	25.4	22.0 3	17.0	14.3						27.1	27.1 3
1983	1	01	8.9	19.5	17.1 3	24.7	13.6	5.6	4.6 3	2.8	9.3	29.2	12.4	17.1 3	29.2 3

1984	1	01	21.8	15.2 3	21.2	23.3	13.4	5.5	7.0	23.3	17.9	22.8 3	16.2	36.6	36.6 3
1985	1	01	12.2	17.5 1	33.1 1	28.8 1	18.8 1	6.5 1	5.5	10.0	25.4	26.8 1	15.1	15.6 1	33.1
1986	1	01	20.3 3	13.8	27.5	18.5	12.1	9.9 1	5.9	9.6 1	4.4 1	23.0	20.1 1	7.9	27.5 3
1987	1	01	16.2 3	17.0	18.6	51.6	26.1	9.5	8.4 1	10.0	16.7	33.3 1	16.5	13.8	51.6 3
1988	1	01	10.0	8.2 1	9.0	30.0	26.2	16.9 1	15.2 1	20.2 1	13.8 1	30.0	39.4 1	20.5	39.4
1989	1	01	18.3	17.1 1	11.2 1	6.8 1	15.0	12.7	7.5	9.4 1	8.8 1	15.7 1	6.6	9.7	18.3
1990	1	01	22.6 1	19.0	27.3	13.2 1	13.8	23.0	24.5		13.5	24.5	15.8	12.5	27.3 3
1991	1	01	13.0	*	13.2	10.9	12.0								13.2 3
1992	1	01					13.8	6.3		11.3 3	12.8	15.0		12.2	15.0 3
1993	1	01	17.8	37.8	23.5	23.5 3	10.0		11.0	13.5	15.4	15.6 3	17.8	40.0	40.0 3
1994	1	01	16.8	6.0	30.0	30.7	38.4	10.4	5.3	8.0	25.4	18.4	28.7	20.0	38.4
1995	1	01	8.0	13.6	15.7	21.8	28.5	12.4	13.4	8.8	.0	9.7	27.0		28.5 3
1996	1	01	22.0		21.3 3	26.0	18.3	23.0	14.5	18.3	7.4	24.9	33.4	13.1	33.4 3
1997	1	01	26.0	8.8	31.4	26.0	12.0 1	26.2 1	8.1	2.7	25.3	21.2	29.0	22.3	31.4
1998	1	01	12.8	45.7 1	36.0	8.8 1	32.4	14.6	8.4	14.3	13.6	24.2	35.4	12.3	45.7
1999	1	01	21.2	33.8	17.7	16.1	10.6	9.9	11.1	14.7	21.7	32.0	19.7	28.4	33.8
2000	1	01	20.6	31.5	16.4	31.7 1	33.3	21.3	9.4	15.3 1	13.4	18.1	11.9	24.0 1	33.3
2001	1	01	12.8	22.0	13.0	15.2 1	12.4	15.2	16.9	5.6	20.2	14.6	21.6	22.7	22.7
2002	1	01	9.2	21.8	18.0	46.5	17.4	14.6	13.1	8.0	41.7	29.9	23.2	22.8	46.5
2003	1	01	4.4	13.5	23.4	35.6	15.6	12.9	14.8	4.5	35.0	24.0	18.4	12.3 3	35.6 3
2004	1	01	20.7	3.0	17.0	27.6	14.2	9.9	8.4	7.2	12.8 3	28.5 3	31.2 3	9.5	31.2 3
2005	1	01	15.6	27.2	28.9	22.9	26.0	14.7	13.6	12.5	6.7	13.8	31.1	17.1	31.1
2006	1	01	8.4 3	32.4	31.1	40.5	10.1	24.2	8.8	9.1	6.5	26.0	23.2	14.2	40.5 3
2007	1	01	29.6	18.8	36.1	14.1	6.2	12.0	17.4	10.4	4.5	28.7	21.8	21.7 3	36.1 3
2008	1	01	23.7	14.2	30.1	27.7	34.9	12.2	6.4	12.2	14.9	41.2	24.9	21.7	41.2
2009	1	01	24.2	21.1	38.5	22.1 3	15.2	13.3	11.1	6.2	23.6	14.0	29.3	8.6 3	38.5 3
2010	1	01	*	22.5	14.9	25.5	28.7	20.5	22.0	10.2	15.0 3	25.5	29.0	15.4	29.0 3
2011	1	01	24.0			21.5	22.5	23.7	18.0	9.4	7.7	14.2	23.9	33.8 3	33.8 3
2012	1	01	33.2	17.9	26.7	24.5	7.0	5.2	4.5	11.7	6.2	16.7	26.6	13.2	33.2
2013	1	01	9.0	40.0	28.5	30.4	19.2	11.8	18.8	15.6	6.1	13.0	26.8	20.0	40.0
2014	1	01	21.4	14.3	14.6	12.6	38.0	27.9	11.6	9.7	8.1	22.0	34.0	23.4	38.0
2015	1	01	28.2	17.0	22.5	8.1	16.4	10.4	16.1	7.2	3.1	17.8			28.2 3
MEDIOS			17.2	20.0	23.4	23.4	19.2	14.4	11.8	11.4	13.9	22.0	23.2	19.7	18.3
MAXIMOS			33.2	45.7	38.5	51.6	38.4	27.9	24.5	26.3	41.7	41.2	39.4	40.6	51.6
MINIMOS			4.4	3.0	9.0	6.8	6.2	5.2	4.5	2.7	0.0	8.6	6.6	7.9	0.0

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01					13.1 8	12.5 3	11.9 3	12.1 3	12.9 3	13.1 3	12.8 3	12.9 8	12.7 3
1980	1	01	12.8 3	13.1	13.0	13.2	13.1	12.6	11.9	12.1	12.5	12.6	12.6	12.4	12.7 3
1981	1	01	12.6	12.8	13.0	13.1	13.0	12.4	11.3	12.3	12.0 3	13.0 3	13.3 3	13.1 3	12.7 3
1982	2	01	12.5 3	13.1 3	12.8 3	13.1 3	13.4 3	12.6 3	12.0 8	12.4 8	12.8 8	13.2 8	13.2 8	13.1 3	12.9 3
1983	1	01	13.6 3	13.3	13.4	13.3	13.3	12.5	11.9	11.8	11.6	12.0	12.4 3	11.7	12.6 3
1984	1	01	11.3 3	11.7 3	12.1 3	12.2 3	12.2 3	11.9	11.2 3	11.6 3	11.5 3	11.9 3	11.6 3	12.6 3	11.8 3
1985	1	01	11.6 3	11.2	12.0	12.3	12.3	11.7	10.7 3	11.3 3	11.8 3	12.2 3	12.0	12.0 3	11.8 3
1986	1	01	12.2 3	11.6 3	11.5 3	12.7 3	12.5 3	12.0 3	11.0 3	11.6 3	12.0 3	12.3 3	12.2	12.5 3	12.0 3
1987	1	01	12.7 3	12.8 3	12.7	12.8 3	12.9 3	12.6	12.5 3	12.1 3	12.4	12.7 3	12.5	12.2 3	12.6 3
1988	2	01	12.9 3	13.2 3	12.7 3	12.9	13.0	12.2 3	11.4 3	11.8 3	12.2 8	12.6 8	12.5 8	12.4 8	12.5 3
1989	1	01	12.6 3	12.0 3	11.7 3	12.7 3	12.7	12.1 3	11.4 3	11.8 3	12.2 3	12.6 3	12.7	12.2 3	12.2 3
1990	1	01	12.8 3	12.6 3	12.6 3	12.8	12.6 3	12.3	11.5 3	11.5 3	12.1 3	12.7 3	12.5 3	12.1 3	12.3 3
1991	2	01	12.2 3	12.6 3	13.0 3	12.3 3	12.8 3	12.2 8	11.5 8	11.8 8	12.2 8	12.6 8	12.5 8	12.5 8	12.4 3
1992	2	01	12.2 8	12.5 8	12.4 8	12.8 8	12.8	12.2 3	10.9 3	11.7 3	11.9	12.2	12.4	12.6 3	12.2 3
1993	1	01	12.2 3	12.2	12.0	12.8	13.0 3	12.4	11.6	11.6	12.1	12.2	12.2	12.9	12.3 3
1994	2	01	12.2 3	13.0 3	12.3 3	12.6	12.5 8	12.0 8	11.3 8	11.1	12.0 3	12.4 3	12.4 8	12.4 8	12.2 3
1995	2	01	12.4	12.6	12.6	13.0	12.4 3	12.5	11.9	12.3	12.3 8	12.3 3	12.5	12.2 3	12.4 3
1996	2	01	12.1 8	12.4 8	12.4 8	12.7 8	12.6 8	12.1	11.5	11.4	12.1	12.5	12.0	12.0 3	12.2 3
1997	1	01	11.7	12.2	12.7 3	12.7	12.9	12.3	11.4	11.6 3	12.3	13.1	13.0	13.1	12.4 3
1998	1	01	13.4	14.0	13.5	14.4 3	13.5	12.6	11.9	12.1	12.6	12.6	12.5	12.0	12.9 3
1999	1	01	12.1	11.9	12.2	12.5	12.2	12.2	11.5 3	11.3	11.7	12.0 3	12.3 3	11.8	12.0 3
2000	1	01	11.5 3	11.7	12.2	12.3	12.4	12.3	11.7	11.5 3	11.9 3	12.5 3	12.3	12.1 3	12.0 3
2001	1	01	11.7 3	11.9 3	12.3	12.3	12.7	11.9	11.8	11.3	12.0	13.2 3	12.7	13.0 3	12.2 3
2002	1	01	12.5 3	12.8	12.9	12.5	12.7	11.8 3	12.2	11.7 3	12.4 3	12.5	12.3 3	13.1 3	12.5 3
2003	1	01	12.9 3	13.1 3	12.5	13.0	13.0 3	12.4 3	11.7 3	12.2 3	12.6	12.8 3	12.8 3	12.3 3	12.6 3

2004	1	01	12.5 3	12.8 3	12.8 3	12.9	12.9 3	11.6 3	11.6	11.3	12.0 3	12.4 3	12.5 3	12.3 3	12.3 3
2005	1	01	12.3	13.1	12.7 3	13.0	12.9	12.5	12.1	11.8	12.0 3	12.6	12.3	11.8	12.4 3
2006	1	01	12.1	13.1	12.9	12.7	12.9	12.1 3	11.6	11.8	12.5	12.8	12.4	12.7	12.5 3
2007	1	01	12.6	12.1	12.5 3	12.8 3	13.0	12.0	11.9 3	11.3	11.7	12.4 3	12.3	11.6	12.2 3
2008	1	01	11.7 3	11.3 3	11.5 3	11.9 3	12.1 3	12.4 3	11.7	11.7	11.9 3	12.2 3	12.4 3	11.6	11.9 3
2009	1	01	12.3 3	12.3	12.5	12.6 3	*	*	*	*	12.1 8	12.5 8	12.4 8	12.2 8	12.4 3
2010	1	01		*	*	*	*	12.6 3	12.2 3	12.0 3	12.3 3	12.1 3	11.7	11.8 3	12.1 3
2011	1	01	12.1 3		*	12.7	13.3	13.2	12.2	12.7 3	12.5	12.5	13.0	12.7	12.7 3
2012	1	01	12.7 3	12.4	12.8	12.8	13.1	12.6	12.4	12.1	12.4 3	12.9 3	13.3	12.7	12.7 3
2013	1	01	13.3	12.8	13.6	13.4	13.4	13.0	11.9	12.5	12.9	13.3	12.8	13.3	13.0
2014	1	01	13.4	13.3 3	13.2	13.7	13.4	12.9	12.6	12.2	12.9	12.9	13.3	13.2	13.1 3
2015	1	01	12.7	13.3	13.4	13.4	13.5	12.7	12.9	12.8	13.4	13.7			13.2 3
MEDIOS			12.4	12.6	12.6	12.8	12.9	12.3	11.7	11.8	12.2	12.6	12.5	12.4	12.4
MAXIMOS			13.6	14.0	13.6	14.4	13.5	13.2	12.9	12.8	13.4	13.7	13.3	13.3	14.4
MINIMOS			11.3	11.2	11.5	11.9	12.1	11.6	10.7	11.1	11.5	11.9	11.6	11.6	10.7

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01											19.6 3	18.4 3	19.6 3
1984	1	01	18.0 3	18.6 3	19.4	18.0	19.2 3	17.8 3	17.4 3	18.8 3	18.2 3	18.2	18.2 3	19.6 3	19.6 3
1985	1	01	19.0 3	18.0	19.8	19.2	19.0	17.2	17.8 3	18.6 3	19.8	19.6 3	19.6	18.4 3	19.8 3
1986	1	01	19.2 3	18.6	17.7 3	19.2	19.8 3	19.0	16.0 3	18.6 3	18.4	19.6 3	19.4 3	19.2 3	19.8 3
1987	1	01	19.4 3	20.4	20.4	20.2	18.6	20.0 3	18.8 3	18.4	20.0	20.8	20.2	18.1 3	20.8 3
1988	1	01	20.6	20.0	20.6	19.8	19.8	19.0 3	17.6	18.8					20.6 3
1989	1	01	19.2 3	17.4 3	19.4 3	18.8 3	19.2 3	17.8 3	18.8	18.6 3	19.4 3	19.0 3	19.8 3	19.6 3	19.8 3
1990	1	01	19.6 3	20.0 3	20.2 3	19.0 3	18.2 3	17.4	18.8 3	19.6 3	18.5 3	19.5 3	19.4 3	18.4 3	20.2 3
1991	1	01	19.0 3	20.2	22.2 3	19.0 3	19.6 3								22.2 3

1992	1	01					19.3	17.8 3	17.8 3	18.2 3	19.8	19.8	20.0	19.8 3	20.0 3
1993	1	01	19.2 3	19.3	19.2	18.5	19.9 3	17.8	17.9	18.0 3	19.8	18.8	19.5	19.8	19.9 3
1994	1	01	*	20.2 3	19.4 3	18.4 3				19.2	20.4	20.1 3			20.4 3
1995	1	01	19.8	20.4 3	20.4	20.0	20.8 3	20.2	18.3	20.4			20.3 3	19.8 3	20.8 3
1996	1	01	19.2 3					19.0	20.2	18.2	20.2	20.2	20.2	19.4 3	20.2 3
1997	1	01	19.0 3	19.2	20.2	20.4	19.2	18.6	18.0	18.4	20.0	20.8	20.2	20.6	20.8 3
1998	1	01	20.4	21.6	20.6	22.4 3	20.4	18.2	17.8	20.4	20.4	20.4	19.2	20.0	22.4 3
1999	1	01	19.4	19.0	19.0	18.4 3	18.4	18.6	16.2	18.2	18.6	18.8	20.4	18.8	20.4 3
2000	1	01	19.6 3	18.6	18.6	18.0	19.6	19.0	18.0	17.2 3	19.8	21.8	18.6	19.8 3	21.8 3
2001	1	01	18.6	19.8	20.4	19.8	20.6	17.8	18.4 3	17.8	20.4	21.4	19.2	19.8	21.4 3
2002	1	01	19.6	20.4	20.2	19.6 3	19.2 3	18.2 3	20.0	18.6	20.2 3	20.4	18.8	21.0	21.0 3
2003	1	01	21.2 3	21.8	20.2	20.6	19.6 3	20.2	18.0	19.0	20.2	20.2	20.0	20.2	21.8 3
2004	1	01	20.8	21.6	20.0	21.2	19.8 3	19.8 3	18.0 3	17.6 3	18.8 3	20.2 3	19.4	20.0 3	21.6 3
2005	1	01	19.8 3	20.4 3	20.4	19.8 3	19.2	18.8	18.8	19.6	19.2 3	20.8	20.2	18.8 3	20.8 3
2006	1	01	19.4	20.8 3	19.8	20.0	19.4	20.4	18.4	19.0	20.4 3	20.6	20.4	20.4 3	20.8 3
2007	1	01	19.6	21.2 3	22.6	20.0 3	20.0	19.2	18.8 3	19.2	19.4 3	21.0 3	20.0 3	18.8	22.6 3
2008	1	01	18.6 3	18.0 3	19.4	19.8	18.4 3	20.0 3	20.0	19.8 3	20.2	20.0 3	19.6 3	18.8	20.2 3
2009	1	01	19.8 3	20.2 3	20.0 3	20.4 3	21.4 3	20.2 3	19.2 3	21.2 3					21.4 3
2010	1	01						*							
2011	1	01			19.6 3	20.2 3	20.4	20.2 3	18.8	19.8 3	20.8	20.2	21.6 3	21.6	21.6 3
2012	1	01	20.4	19.6	21.2	20.4	19.6	20.4	20.4	21.4 3	21.2	22.2	22.0	21.6	22.2 3
2013	1	01	21.2	21.8	21.0	22.4	21.0	19.8	18.6	20.6	21.2	22.2	20.0	20.2	22.4
2014	1	01	20.8	21.4	22.0	21.0	21.2	20.2	19.0	18.4	22.0	20.6	21.8	21.2 3	22.0 3
2015	1	01	19.8	20.8	21.0	20.6	21.6	18.6	19.4	18.8	21.4	22.4			22.4 3
MEDIOS			19.7	20.0	20.2	19.8	19.7	19.0	18.5	19.0	20.0	20.4	19.9	19.7	19.6
MAXIMOS			21.2	21.8	22.6	22.4	21.6	20.4	20.4	21.4	22.0	22.4	22.0	21.6	22.6
MINIMOS			18.0	17.4	17.7	18.0	18.2	17.2	16.0	17.2	18.2	18.2	18.2	18.1	16.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MINIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01											7.2 3	6.0 3	6.0 3
1984	1	01	5.2	7.8 3	6.3 3	7.2 3	6.4 3	7.0	5.2 3	4.8 3	5.6 3	6.6 3	4.8	6.8	4.8 3
1985	1	01	5.6 3	4.0	3.8	6.3	5.4	7.8	4.2	5.1 3	5.4	6.0 3	1.8 3	5.6 3	1.8 3
1986	1	01	7.2	6.4	6.2 3	5.6 3	3.2 3	5.4	6.6 3		4.6 3	6.2	4.6	5.6	3.2 3
1987	1	01		6.4	6.8	7.2	8.0 3	8.0 3	6.9 3	7.0 3	6.3 3	6.4	4.6 3	6.2 3	4.6 3
1988	1	01	6.2 3	6.7	5.6 3	7.6 3	8.4 3	6.8 3	6.0 3	4.8					4.8 3
1989	1	01	6.4 3	6.5 3	5.4 3	6.7 3	7.0 3	6.1	5.4	5.4 3	4.7	5.4	6.0 3	4.0	4.0 3
1990	1	01	7.2	6.8 3	6.6 3	6.4 3	8.2 3	9.0 3	4.2 3	5.0 3	6.0	6.3 3	6.6	6.4	4.2 3
1991	1	01	6.6 3	5.6 3	7.0 3	6.0	7.8 3								5.6 3
1992	1	01					7.8	6.8 3	5.7 3	6.4 3	5.4	5.8	3.4	5.8 3	3.4 3
1993	1	01	5.2 3	5.0	5.5 3	8.4 3	5.3 3	7.8	5.8	6.0 3	6.5	6.7	6.4	7.2	5.0 3
1994	1	01	5.8 3	*	7.0 3	6.6				5.2	5.2	5.8 3			5.2 3
1995	1	01	6.0 3	4.7	4.8	7.4 3	7.0 3	5.9	5.0	5.4			6.0 3	6.2 3	4.7 3
1996	1	01	*					5.6	3.1	6.2	3.6	5.0 3	2.0	6.2 3	2.0 3
1997	1	01	5.1	5.5	6.8 3	6.6	8.2	5.8	6.6 3	5.4 3	5.6	6.6	7.6	7.4	5.1 3
1998	1	01	7.8	8.2	7.6 3	8.4	8.6	8.4	6.0 3	6.2	5.2	6.2	7.2	6.2	5.2 3
1999	1	01	6.8	8.0	6.0	8.8 3	7.4	6.2	6.0	4.2	5.2	4.6	5.0	6.2	4.2 3
2000	1	01	6.2	5.0	6.6	7.6	7.6	7.2	5.0	7.0 3	5.6 3	6.2 3	5.0	5.2	5.0 3
2001	1	01	4.4	4.6	6.4	6.6	6.4 3	5.2	4.8	6.6 3	5.0	5.6	5.6	7.2	4.4 3
2002	1	01	5.8	6.2	7.2	6.6	7.6	7.0	7.2	6.6 3	5.6	5.4	6.4	7.2	5.4 3
2003	1	01	4.8	6.4	5.8	7.8	8.6	6.4	6.6	6.0	6.0	7.0	6.0	5.0 3	4.8 3
2004	1	01	3.6 3	5.0	7.2	6.4	5.4 3	7.0	6.4 3	5.0	5.4 3	6.2 3	6.6	3.4 3	3.4 3
2005	1	01	4.8 3	6.2	5.8	7.8	5.6	7.0	5.4	5.0	7.2	6.0	4.0	6.2	4.0 3
2006	1	01	6.0	5.2	6.4	7.2 3	6.8 3	6.8 3	5.6 3	7.4	5.0 3	6.8 3	6.6	6.8	5.0 3
2007	1	01	6.8	2.4 3	6.2	6.8	6.4	7.8 3	5.0	5.2 3	6.8	6.2	6.0 3	4.8 3	2.4 3
2008	1	01	6.8 3	6.4	6.2 3	7.0 3	6.8 3	5.6	5.0	4.8	5.0	6.0 3	5.6	5.6	4.8 3
2009	1	01	6.4	6.0	6.2 3	6.8 3	6.6	5.8	6.2 3	5.8 3					5.8 3
2010	1	01						6.2 3	5.0 3	4.2	4.2 3	4.6	5.0	5.6	4.2 3
2011	1	01	5.4 3		7.4 3	6.2	6.2	5.4	5.4	5.0	5.0	5.4	4.8	5.8	4.8 3
2012	1	01	6.2	5.6	6.6	6.8	6.4	5.4	5.2	3.8 3	4.0 3	5.0	5.4	5.6	3.8 3
2013	1	01	6.2 3	7.2 3	7.4	3.0	7.6	5.4	5.2	5.6	3.6	4.6	6.0	6.6	3.0 3
2014	1	01	5.6	6.2	5.4	7.6	6.0	7.6	5.8	4.2	5.2	5.4	6.0	6.4	4.2
2015	1	01	6.8 3	5.2	5.0	7.8	6.6	7.6	6.4	6.0	5.6	5.6			5.0 3

MEDIOS	6.0	5.9	6.2	6.9	6.9	6.7	5.6	5.5	5.3	5.8	5.4	6.0	6.0
MAXIMOS	7.8	8.2	7.6	8.8	8.6	9.0	7.2	7.4	7.2	7.0	7.6	7.4	9.0
MINIMOS	3.6	2.4	3.8	3.0	3.2	5.2	3.1	3.8	3.6	4.6	1.8	3.4	1.8

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TENSION DE VAPOR (Mb) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01						10.5 3	10.0 3	10.4 3	10.3 3	11.4 3	11.8 3		10.7 3
1980	2	01	11.5 3	11.8 3	11.4	11.8	11.2	10.9	10.4	9.7	10.5	11.0	11.4	11.4	11.1 3
1981	2	01	11.1 3	11.1	11.7	11.7 3	11.7	10.9 3	9.8	10.3	9.9 3	11.1 3	12.1 3	11.6 3	11.1 3
1982	2	01	11.4	11.6	11.9	11.6	11.5							11.7 3	11.6 3
1983	2	01	11.8 3	12.3	13.1 3	12.9	12.8	11.5	10.9	11.0	10.8	11.0	11.3 3	11.2 3	11.7 3
1984	2	01	11.0 3	10.9 3	11.1 3	11.5 3	11.4 3	10.7	10.0 3	10.3 3	10.4 3	11.2 3	11.2 3	10.9 3	10.9 3
1985	2	01	11.6 3	10.1	10.9 3	11.2 3	11.1	10.2	9.7 3	9.8 3	10.4 3	11.5 3	11.0	11.7 3	10.8 3
1986	2	01	10.9 3	11.3 3	11.2 3	11.5 3	11.3 3	10.7 3	9.9 3	10.3 3	10.6 3	11.6 3	11.7	11.5 3	11.0 3
1987	2	01	11.1 3	11.2 3	11.9	11.6 3	11.7 3	11.2	11.4 3	10.8 3	10.8 3	12.1 3	11.8 3	11.2 3	11.4 3
1988	2	01	11.8 3	12.0 3	11.2 3	11.9	11.6	11.0 3	10.3 3	10.1 3					11.2 3
1989	2	01	10.6 3	11.1 3	11.5 3	10.9 3	10.9	10.9 3	10.0 3	9.9 3	10.3 3	11.1 3	11.5	11.2 3	10.8 3
1990	2	01	11.1 3	11.9 3	11.7 3	11.9	11.3 3	11.2	10.0 3	9.9 3	10.2 3	11.8 3	11.7 3	11.7 3	11.2 3
1991	2	01	11.5 3	11.2 3	12.8 3	12.0 3	12.3 3								12.0 3
1992	2	01					11.6	10.8 3	9.8 3	10.2 3	10.4	10.4	11.3	11.7 3	10.8 3
1993	2	01	11.0 3	11.5	11.4	11.9	12.0 3	11.4	10.9	10.5	10.9	11.4	12.1	12.0	11.4 3
1994	2	01			11.6 3	11.8				10.0	10.7 3	11.2 3			11.1 3
1995	1	01	11.1	10.6	11.4 3	11.7	11.3 3	11.1	10.4 3	9.9 3		10.9 3	12.1 3	12.0 3	11.1 3
1996	1	01						11.7	10.1	10.1	10.1	11.5	10.9	11.1 3	10.8 3
1997	1	01	12.1	11.1	11.7 3	11.4	11.3	11.0	10.0	9.9 3	10.3	11.2	11.9	11.3	11.1 3
1998	1	01	11.4	12.0	12.1	12.4 3	12.2	11.1	10.5	10.4	10.3	11.3	12.2	11.5	11.5 3
1999	1	01	12.0	11.9	11.7	11.5	11.1	11.0	10.3 3	9.9	11.1	11.0 3	11.9 3	12.3	11.3 3

2000	1	01	11.7 3	11.4	11.6	11.6	11.6	11.3	10.4	10.3 3	10.6 3	10.8 3	11.2	11.2 3	11.1 3
2001	1	01	10.2 3	10.9 3	11.0	11.0	11.3	10.5	10.6	9.9	10.4	11.5 3	11.7	12.4 3	11.0 3
2002	1	01			11.7	12.0				10.6 3	10.5 3	11.2	11.5 3	11.9 3	11.3 3
2003	1	01	11.2 3	11.9 3	11.9	11.9	12.3 3	11.4 3	10.6 3	10.8 3	11.1	11.9 3	12.1 3	12.1 3	11.6 3
2004	1	01	11.8 3	11.3 3	11.6 3	11.9	12.3 3	11.2 3	11.5 3	10.9 3	10.9 3	11.9 3	12.2 3	11.9 3	11.6 3
2005	1	01	12.1	12.7 3	12.6 3	12.1 3	12.3	11.9 3	11.3	11.0	11.2 3	12.0 3	12.1 3	12.1 3	12.0 3
2006	1	01	12.1	12.5 3	12.4 3	12.3 3	12.4 3	12.1 3	11.5 3	11.5 3	10.6	11.9 3	11.8	12.2	11.9 3
2007	1	01	11.5 3	11.5 3	11.6 3	12.2 3	12.0 3	11.1 3	11.3 3	10.8 3	11.0 3	11.9 3	11.7	11.5 3	11.5 3
2008	1	01	11.3 3	11.6 3	11.7 3	11.8 3	11.9 3	12.0 3	11.6	11.6 3	11.1 3	11.5 3	12.2 3	12.1 3	11.7 3
2009	1	01	12.0 3	11.9	11.9	12.1 3									12.0 3
2010	1	01						11.5 3	11.5 3	10.2 3	10.2 3	11.5 3	12.3	12.1 3	11.3 3
2011	1	01	11.6 3			12.4	12.3	11.6	11.3	10.6 3	11.1	12.0	12.4	12.3	11.8 3
2012	1	01	12.4 3	12.0	11.6	12.2 3	11.3	10.8	10.4	9.8 3	10.1 3	11.2 3	12.3	12.7	11.4 3
2013	1	01	12.8	12.2	11.9	11.7	12.4	11.3	10.8	10.9	10.8	11.4	12.2	12.0	11.7
2014	1	01	11.9	12.0 3	12.2	11.6	12.2	11.4	10.9	10.1	10.6	11.5	12.4	12.1	11.6 3
2015	1	01	11.5	11.9	12.1	11.8	11.6	11.3	11.2	10.9	10.5	11.5			11.4 3
MEDIOS			11.5	11.6	11.8	11.8	11.7	11.2	10.6	10.4	10.6	11.4	11.8	11.8	11.3
MAXIMOS			12.8	12.7	13.1	12.9	12.8	12.1	11.6	11.6	11.2	12.1	12.4	12.7	13.1
MINIMOS			10.2	10.1	10.9	10.9	10.9	10.2	9.7	9.7	9.9	10.4	10.9	10.9	9.7

****

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	55.0	25.0	50.0	147.0	127.0	51.0	31.0	18.0	8.0	105.0	59.0	76.0	752.0
1958	3	02	*	64.0	42.0	130.0	150.0	42.0	3.0	66.0	2.0	126.0	245.0	187.0	1057.0 3
1959	3	02	93.0	11.0	25.0	21.0	130.0	40.0	26.0	24.0	7.0	130.0	92.0	196.0	795.0
1960	3	02	218.0	159.0	16.0	54.0	116.0	12.0	21.0	15.0	17.0	249.0	183.0	215.0	1275.0
1961	3	02	57.0	93.0	138.0	210.0	14.0	55.0	95.0	6.0	84.0	208.0	386.0	83.0	1429.0
1962	3	02	196.0	81.0	259.0	153.0	188.0	24.0	9.0	95.0	47.0	65.0	118.0	97.0	1332.0
1963	3	02	43.0	434.0	121.0	164.0	110.0	76.0	25.0	8.0	3.0	75.0	113.0	88.0	1260.0
1964	3	02	69.0	15.0	28.0	64.0	41.0	364.0	26.0	46.0	28.0	218.0	304.0	274.0	1477.0
1965	3	02	54.0	30.0	27.0	152.0	175.0	1.0 3	3.0	23.0	95.0	195.0	616.0	173.0	1544.0 3
1966	3	02	26.0	14.0 3	239.0	132.0	278.0	70.0	43.0	19.0	33.0	132.0	457.0	654.0	2097.0 3
1967	3	02	55.0	136.0	270.0	176.0	97.0	162.0	55.0	16.0	15.0	73.0	58.0	4.0	1117.0
1968	3	02	187.0	62.0	344.0	300.0	35.0	208.0	10.0	48.0	43.0	430.0	230.0	63.0	1960.0
1969	1	01	84.0	187.0	36.0	256.0	37.0	85.0	6.0	36.0	156.0	180.0	128.0	143.0	1334.0
1970	1	01	59.0 3	99.0	83.0	87.0	109.0	30.0	32.0	36.0	104.0	145.0	128.0	51.0	963.0 3
1971	1	01	109.0	205.0	237.0	95.0	55.0	26.0	11.0	20.0	95.0	290.0	159.0	122.0	1424.0
1972	1	01	221.0	121.0	217.0	263.0	181.0	82.4 8	30.0	135.0	31.0	107.0	216.0	135.0	1739.4
1973	1	01	16.0	91.0	76.0	154.0	80.0	58.0	77.0	59.0	84.0	161.0	189.0	154.0	1199.0
1974	1	01	147.0	236.0	189.0	110.0	115.0	65.0	47.0	12.0	136.0	203.0	219.0	164.0	1643.0
1975	1	01	40.0	224.0	50.0	174.0	147.0	121.0	134.0	64.0	65.0	101.0	250.0	214.0	1584.0
1976	1	01	46.0	168.0	88.0	142.0	121.0	27.0	32.0	17.0	52.0	128.0	130.0	72.0	1023.0
1977	1	01	41.0	24.0	97.0	121.0	73.0	46.0	21.0	39.0	115.0	120.0	74.0	56.0	827.0
1978	1	01	100.0	19.0	155.0	254.0	75.0	39.0	32.0	13.0	64.0	88.0	173.0	229.0	1241.0
1979	1	01	177.0	27.0	107.0	187.0	179.0	30.0	83.0	146.0	117.0	127.0	119.0	119.0	1418.0
1980	1	01	91.0	97.0	47.0	63.0	8.0	43.0	5.0	37.0	67.1	175.0	184.6	213.0	1030.7

1981	1	01	119.5	49.5	148.4	173.3	139.7	26.1	103.9	168.1	8.5	152.0	245.0	181.1	1515.1
1982	1	01	341.2	152.8	204.3	341.7	185.0	14.7	13.0	10.0	18.0	160.0	131.0	256.0	1827.7
1983	1	01	31.0	62.0	132.0	258.0	201.0	47.0	19.0	13.0	22.0	140.0	71.9	171.3	1168.2
1984	1	01	161.2	125.6	126.9	231.9	182.5	27.0	10.0	30.0	55.5	134.2	154.8	35.2	1274.8
1985	1	01	94.9	13.5	77.3	108.4	77.7	18.5	22.6	21.3	70.0	49.6	71.3	118.1	743.2
1986	1	01	62.0	103.8	107.5	134.5	63.1	15.1	8.2	12.5	24.1	194.5	119.8	40.5	885.6
1987	1	01	37.2	28.8	97.1	186.2	169.1	2.4	29.7	19.9	62.2	213.0	66.1	50.0	961.7
1988	1	01	100.2	68.4	10.3	215.2	90.7	84.2	28.0	61.5	50.6	82.5	177.5	86.5	1055.6
1989	1	01	80.1	67.1	101.0	66.6	65.2	100.8	68.2	14.3	13.9	99.8	28.6	120.2	825.8
1990	1	01	10.1	93.1	33.4	69.5	49.8	44.6	28.0	.0	14.7	154.3	50.6	50.8	598.9
1991	1	01	46.0	21.5	189.2	58.2	106.0	54.6	50.4	10.6	116.0	32.3	179.0	71.3	935.1
1992	1	01	18.5	39.5	19.7	72.8	49.3	7.8	11.0	20.4	123.0	49.1	75.8	129.1	616.0
1993	1	01	105.0	80.3	138.3	109.1	137.5	6.9	23.4	12.8	63.2	89.4	233.6	202.9	1202.4
1994	1	01	197.5	109.8	110.9	241.4	62.7	12.3	16.0	14.8	57.3	99.2	175.8	83.3	1181.0
1995	1	01	22.5	55.9	47.0	94.8	80.7	34.3	81.3	226.0	7.9	73.7	161.4	108.1	993.6
1996	1	01	124.7	170.9	213.7	149.5	156.1	101.2	14.2	23.4	26.9	147.5	66.4	106.8	1301.3
1997	1	01	208.3	39.1	122.3	82.3	39.3	98.0	1.2	1.6	74.6	83.3	146.2	78.0	974.2
1998	1	01	1.0	64.5	87.6	78.0	219.6	23.1	35.0	33.1	40.2	121.1	148.6	59.3	911.1
1999	1	01	209.2	214.3	66.2	127.7	78.6	97.1	13.6	17.1	95.5	155.5	192.7	232.7	1500.2
2000	1	01	207.1	124.7	143.4	147.6	189.4	67.0	22.4	16.9	99.7	57.4	43.7	61.2	1180.5
2001	1	01	57.6	96.5	53.3	49.5	84.7	100.5	22.5	1.6	59.1	32.5	98.8	106.1	762.7

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	62.3	40.3	89.5 8	118.7 8	81.7 8	31.0	9.0	5.9	48.7	137.1	127.1	58.0	809.3
2003	1	01	8.8	40.4	153.0	64.8	49.6	29.5	32.2	6.9	88.6	95.0	105.7	75.0	749.5
2004	1	01	42.9	42.1	44.2	114.2	68.9	8.0	53.7	4.1	40.6	177.0	115.7	92.2	803.6
2005	1	01	105.1	53.2	127.1	166.1	114.4	41.0	24.1	23.7	33.3	166.3	85.5	172.8	1112.6

2006	1	01	86.0	117.5	155.3	244.3	17.9	93.7	21.7	11.8	14.2	59.6	153.6	152.9	1128.5
2007	1	01	60.8	25.6	167.1	149.2	61.9	28.0	46.5	29.9	5.7	188.3	137.4	185.1	1085.5
2008	1	01	134.7	164.3	174.7	131.6	154.0	58.1	8.3	35.3	37.2	169.9	132.8	137.6	1338.5
2009	1	01	137.6	138.3	129.4	93.4	47.3	36.9	23.9	11.7	9.0	97.9	109.7	113.6	948.7
2010	1	01	8.7	65.0	35.5	157.9	169.0	59.4	86.2	43.3	51.4	171.4	251.7	142.8	1242.3
2011	1	01	91.7	154.0	150.6	237.0	93.2	61.7	79.3	35.6	37.6	112.9	172.5	185.2	1411.3
2012	1	01	157.0	72.3	94.2	121.1	19.8	10.9		8.2	4.4	74.3	96.9	94.7	753.8 3
2013	1	01	21.9	178.5	85.6		131.9	8.2	20.4	28.3	9.4	82.6	161.8	63.4	792.0 3
2014	1	01	153.9	41.1	129.8	54.1	228.3	63.3	15.5	9.7	34.2	116.8	111.2	134.7	1092.6
2015	1	01	67.6	72.6	108.2	68.0	17.3	13.2	22.9	.0	6.7	102.3	81.9		560.7 3
MEDIOS			95.8	95.1	115.5	143.5	107.2	55.7	33.1	33.6	50.7	134.0	157.8	133.4	1155.4
MAXIMOS			341.2	434.0	344.0	341.7	278.0	364.0	134.0	226.0	156.0	430.0	616.0	654.0	654.0
MINIMOS			1.0	11.0	10.3	21.0	8.0	1.0	1.2	0.0	2.0	32.3	28.6	4.0	0.0

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	9	11	12	22	21	17	11	7	3	11	14	5	143
1958	3	02	*	7	12	13	13	4	2	9	1	13	18	19	111 3
1959	3	02	10	6	9	8	11	9	8	9	4	15	11	19	119
1960	3	02	15	17	8	10	14	5	9	6	5	20	19	17	145
1961	3	02	10	8	13	17	6	6	6	3	6	14	21	9	119
1962	3	02	19	14	19	15	17	7	4	11	8	12	17	15	158
1963	3	02	13	27	14	21	18	15	8	4	3	11	15	14	163
1964	3	02	12	2	5	7	3	19	8	7	8	22	19	23	135
1965	3	02	10	7	9	18	13	1 3	2	2	10	20	27	18	137 3
1966	3	02	7	3 3	22	13	19	8	7	6	6	9	19	26	145 3

1967	3	02	8	11	17	9	7	8	6	3	2	7	6	1	85	
1968	3	02	11	9	17	17	4	13	4	3	4	21	17	5	125	
1969	1	01	7	13	8	26	10	8	2	5	11	15	14	13	132	
1970	1	01	8 3	11	12	7	13	3	12	22	17	15	17	14	151	3
1971	1	01	13	15	21	8	9	7	4	4	9	22	21	10	143	
1972	1	01	17	11	21	18	16	*	10	10	7	11	22	12	155	3
1973	1	01	12	12	13	18	14	13	15	10	19	22	20	20	188	
1974	1	01	16	20	16	17	18	17	12	9	14	19	24	14	196	
1975	1	01	9	16	10	11	14	16	16	13	14	15	23	21	178	
1976	1	01	8	10	13	15	11	7	6	5	7	16	13	12	123	
1977	1	01	4	7	11	16	7	9	6	7	8	11	5	4	95	
1978	1	01	5	2	14	20	10	6	7	4	9	13	10	15	115	
1979	1	01	15	5	9	11	14	5	10	11	14	14	13	12	133	
1980	1	01	13	10	6	9	4	7	4	8	5	13	13	16	108	
1981	1	01	9	11	12	16	10	2	6	11	3	11	16	13	120	
1982	1	01	15	9	13	23	10	3	4	1	4	17	10	14	123	
1983	1	01	6	6	17	15	13	5	7	6	5	20	13	16	129	
1984	1	01	14	16	12	22	24	15	9	6	12	17	11	11	169	
1985	1	01	19	8	5	11	13	7	7	8	8	13	10	16	125	
1986	1	01	12	12	14	15	13	9	6	6	5	23	17	13	145	
1987	1	01	6	5	11	11	16	2	11	7	5	23	13	7	117	
1988	1	01	11	10	7	20	9	11	7	12	13	10	20	11	141	
1989	1	01	9	7	14	8	8	13	3	5	3	13	6	12	101	
1990	1	01	4	13	7	9	12	5	5	0	5	25	10	10	105	
1991	1	01	12	5	18	11	12	5	6	3	9	6	14	13	114	
1992	1	01	1	6	3	9	8	2	1	3	11	6	9	11	70	
1993	1	01	12	15	18	18	22	4	8	6	9	13	21	21	167	
1994	1	01	16	10	10	18	19	6	3	2	5	18	21	14	142	
1995	1	01	8	7	10	9	12	6	11	7	6	13	18	13	120	
1996	1	01	14	21	20	19	21	12	9	10	9	18	10	14	177	
1997	1	01	26	14	23	19	12	13	1	2	8	11	13	5	147	
1998	1	01	1	8	9	13	15	5	11	11	9	19	26	11	138	
1999	1	01	24	19	13	21	16	14	4	3	23	20	21	24	202	
2000	1	01	24	23	21	18	21	15	10	9	19	9	14	18	201	
2001	1	01	13	10	16	17	16	10	11	2	7	7	19	26	154	

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O		FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	IMUES		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA			

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *	
2002	1	01	11	9				8	5	8	8	15	15	11	90	3
2003	1	01	9	11	20	18	14	13	8	4	8	18	21	20	164	
2004	1	01	15	9	11	21	21	8	13	4	11	22	18	12	165	
2005	1	01	18	15	22	19	13	6	7	4	12	25	18	21	180	
2006	1	01	24	16	16	20	11	9	6	5	9	15	24	18	173	
2007	1	01	9	6	21	25	18	11	12	18	9	22	23	24	198	
2008	1	01	21	19	18	21	17	15	8	15	7	20	21	22	204	
2009	1	01	24	20	20	15	11	11	8	8	5	12	17	16	167	
2010	1	01	6	19	10	24	15	13	18	5	15	17	27	26	195	
2011	1	01	15	21	17	29	14	14	17	10	11	20	18	24	210	
2012	1	01	26	24	19	22	10	9		6	5	13	20	16	170	3
2013	1	01	6	19	16		25	7	13	12	6	17	20	13	154	3
2014	1	01	14	11	22	13	19	11	6	3	11	13	17	18	158	
2015	1	01	13	8	18	17	13	9	8	0	1	12	14		113	3
MEDIOS			12	12	14	16	14	9	8	7	8	15	17	15	147	
MAXIMOS			26	27	23	29	25	19	18	22	23	25	27	26	29.0	
MINIMOS			1	2	3	7	3	1	1	0	1	6	5	1	0.0	

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O		FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	IMUES		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA			

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	14.0	4.0	8.0	18.0	17.0	7.0	5.0	6.0	5.0	35.0	11.0	40.0	40.0
1958	3	02	*	45.0	12.0	41.0	35.0	22.0	2.0	19.0	2.0	36.0	57.0	42.0	57.0 3
1959	3	02	25.0	3.0	10.0	5.0	40.0	14.0	10.0	5.0	2.0	23.0	20.0	40.0	40.0
1960	3	02	60.0	23.0	4.0	18.0	46.0	4.0	5.0	4.0	10.0	28.0	35.0	37.0	60.0
1961	3	02	20.0	25.0	40.0	40.0	4.0	25.0	20.0	3.0	40.0	40.0	45.0	22.0	45.0
1962	3	02	25.0	19.0	35.0	24.0	22.0	6.0	4.0	35.0	15.0	13.0	19.0	20.0	35.0
1963	3	02	6.0	40.0	28.0	20.0	14.0	11.0	6.0	3.0	1.0	14.0	25.0	18.0	40.0
1964	3	02	11.0	11.0	9.0	20.0	21.0	55.0	7.0	11.0	7.0	40.0	43.0	40.0	55.0
1965	3	02	14.0	9.0	7.0	18.0	35.0	1.0 3	2.0	14.0	25.0	30.0	54.0	24.0	54.0 3
1966	3	02	7.0	7.0 3	35.0	37.0	55.0	25.0	14.0	6.0	14.0	28.0	74.0	75.0	75.0 3
1967	3	02	18.0	54.0	52.0	34.0	41.0	52.0	21.0	6.0	11.0	18.0	19.0	4.0	54.0
1968	3	02	43.0	24.0	61.0	40.0	14.0	54.0	4.0	36.0	18.0	51.0	43.0	23.0	61.0
1969	1	01	24.0	34.0	6.0	40.0	8.0	28.0	4.0	13.0	40.0	35.0	23.0	27.0	40.0
1970	1	01	14.0 3	26.0	18.0	35.0	25.0	14.0	8.0	4.0	14.0	29.0	21.0	26.0	35.0 3
1971	1	01	21.0	34.0	43.0	39.0	13.0	5.0	5.0	8.0	37.0	52.0	17.0	50.0	52.0
1972	1	01	45.0	30.0	25.0	45.0	24.0	*	11.0	45.0	8.0	30.0	50.0	38.0	50.0 3
1973	1	01	3.0	29.0	37.0	39.0	20.0	12.0	29.0	14.0	11.0	23.0	37.0	31.0	39.0
1974	1	01	37.0	40.0	57.0	23.0	30.0	16.0	23.0	2.0	24.0	40.0	48.0	31.0	57.0
1975	1	01	18.0	33.0	20.0	42.0	53.0	29.0	22.0	21.0	14.0	15.0	70.0	53.0	70.0
1976	1	01	15.0	56.0	12.0	23.0	37.0	6.0	13.0	6.0	17.0	12.0	27.0	20.0	56.0
1977	1	01	21.0	9.0	20.0	22.0	46.0	21.0	9.0	19.0	52.0	23.0	20.0	20.0	52.0
1978	1	01	33.0	14.0	33.0	30.0	18.0	10.0	10.0	4.0	16.0	15.0	31.0	42.0	42.0
1979	1	01	37.0	12.0	26.0	50.0	32.0	8.0	24.0	19.0	28.0	27.0	20.0	22.0	50.0
1980	1	01	21.0	21.0	22.0	14.0	4.0	20.0	2.0	17.0	18.0	31.0	24.0	23.8	31.0
1981	1	01	47.6	11.0	38.0	30.4	35.7	13.7	52.1	30.5	5.3	31.0	46.7	40.5	52.1
1982	1	01	58.4	41.8	29.8	38.8	39.5	12.5	7.4	10.0	8.0	48.0	39.0	42.0	58.4
1983	1	01	9.0	23.0	26.0	59.0	39.0	15.0	7.0	6.0	7.0	29.0	13.7	38.3	59.0
1984	1	01	45.4	23.4	48.8	42.5	41.2	8.9	2.8	7.5	14.8	30.5	32.3	10.4	48.8
1985	1	01	11.1	5.2	44.4	40.7	22.8	10.4	10.3	11.3	24.2	10.6	13.0	18.5	44.4
1986	1	01	16.0	30.6	19.2	50.6	16.6	5.3	3.2	3.2	17.6	34.8	26.9	7.9	50.6
1987	1	01	18.4	13.3	45.9	56.1	40.0	1.2	6.8	7.3	37.7	33.9	17.8	23.7	56.1
1988	1	01	50.0	15.4	2.4	43.4	30.5	20.0	13.6	17.3	8.6	30.0	20.7	11.3	50.0
1989	1	01	20.0	31.2	20.3	28.4	20.0	30.0	38.2	7.0	8.5	21.6	15.3	43.5	43.5

1990	1	01	5.0	20.3	12.5	25.4	9.1	24.8	10.3	.0	10.0	37.2	9.7	10.5	37.2
1991	1	01	8.5	6.0	47.0	17.5	27.4	29.1	19.0	7.0	76.5	12.3	34.5	12.4	76.5
1992	1	01	18.5	14.3	8.8	27.0	14.4	5.1	11.0	14.2	31.8	16.0	20.5	25.5	31.8
1993	1	01	26.0	19.2	20.0	20.0	42.0	5.2	9.0	5.4	30.7	19.7	31.0	41.8	42.0
1994	1	01	37.2	25.7	28.6	48.0	30.0	4.9	12.2	11.8	32.1	31.0	32.8	14.6	48.0
1995	1	01	11.4	33.0	13.0	44.0	26.0	16.0	26.0	75.0	2.9	29.8	26.5	25.1	75.0
1996	1	01	22.9	33.3	58.3	23.0	45.0	21.0	4.9	8.0	12.0	22.2	19.0	27.7	58.3
1997	1	01	27.5	6.3	25.0	21.9	19.5	22.5	1.2	1.1	31.5	20.0	25.0	41.0	41.0
1998	1	01	1.0	40.1	30.1	30.0	57.1	14.4	7.9	11.5	10.0	19.5	23.0	24.0	57.1
1999	1	01	29.2	27.7	11.4	40.7	16.1	35.9	7.0	15.9	12.3	19.3	26.1	22.4	40.7
2000	1	01	29.3	19.2	28.7	35.6	51.0	17.3	11.0	4.6	33.0	20.6	8.5	14.7	51.0
2001	1	01	22.0	34.5	16.5	9.0	35.1	92.2	7.3	1.3	29.0	16.2	15.5	14.5	92.2

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	19.7	20.5				7.2	5.5	1.7	17.0	27.0	18.5	14.0	27.0 3
2003	1	01	3.5	26.0	53.6	22.1	13.1	10.0	14.0	2.9	35.4	19.1	22.1	14.4	53.6
2004	1	01	8.6	15.7	13.2	19.0	10.5	3.0	18.9	1.7	8.8	24.8	19.2	20.6	24.8
2005	1	01	20.5	8.5	34.4	48.9	21.3	15.8	14.3	18.6	8.6	26.0	22.7	30.0	48.9
2006	1	01	8.9	38.0	35.5	37.2	5.2	26.8	6.8	6.8	3.3	19.0	20.5	32.8	38.0
2007	1	01	36.0	22.4	63.5	29.0	15.5	6.5	8.4	9.5	1.9	39.5	28.7	25.4	63.5
2008	1	01	31.6	51.0	44.1	26.5	32.0	20.0	2.0	10.3	15.8	30.4	24.7	32.0	51.0
2009	1	01	21.1	33.0	44.2	23.7	12.3	12.9	9.2	3.1	5.6	24.2	34.5	20.0	44.2
2010	1	01	5.0	11.0	14.9	30.9	40.8	20.4	16.7	24.6	9.2	42.4	34.6	20.4	42.4
2011	1	01	40.5	26.0	35.6	33.2	23.2	22.6	18.4	12.9	12.4	32.6	43.7	31.6	43.7
2012	1	01	46.8	11.7	20.0	30.5	5.6	2.7		4.9	2.0	18.0	35.8	21.8	46.8 3
2013	1	01	11.2	61.4	23.4		17.3	3.2	6.8	10.3	5.3	21.5	33.3	12.3	61.4 3
2014	1	01	39.6	12.2	24.7	12.7	56.5	25.4	6.4	5.6	20.3	36.3	20.8	33.5	56.5

2015	1	01	22.7	22.2	24.8	17.5	5.3	3.9	6.7	.0	6.7	58.0	17.3		58.0	3
MEDIOS			23.5	24.3	28.0	31.2	27.1	17.8	11.4	11.7	17.4	27.8	28.9	27.4	23.0	
MAXIMOS			60.0	61.4	63.5	59.0	57.1	92.2	52.1	75.0	76.5	58.0	74.0	75.0	92.2	
MINIMOS			1.0	3.0	2.4	5.0	4.0	1.0	1.2	0.0	1.0	10.6	8.5	4.0	0.0	

****

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas)

NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	129.1	107.2 3	126.5	144.2	507.0 3
1988	1	01	157.9	127.9	103.9 3	70.9 3	98.7 3	82.5 3	136.3 3	139.5	124.4	112.6	69.2	113.8	1337.6 3
1989	1	01	80.9 3	91.6	131.8 3	79.8	144.5	96.6 3	189.4	164.6	127.1	109.3	114.7	159.4	1489.7 3
1990	1	01	134.4 3	79.2	102.2	85.0	113.4	117.4	181.5	177.9	180.6	120.6 3	127.4	102.7 3	1522.3 3
1991	1	01	133.0	143.6	108.6	113.3 3		124.7	132.4	95.4	120.2	146.4	92.9	121.8	1332.3 3
1992	1	01	151.9 3	112.4	124.7	107.7		123.2 3	152.9	165.3	131.4	132.9	147.7 3	101.5	1451.6 3
1993	1	01	139.4	87.4	77.1	84.8	110.9	144.2	155.0	190.9		106.4	137.8	111.4	1345.3 3
1994	1	01	115.2	98.7					170.4 3	147.2	140.4	117.5			789.4 3
1995	1	01	139.7	183.9	91.1	93.4	109.8	116.2	174.1	159.1	143.3			154.3	1364.9 3
1996	1	01	87.7	71.3	78.1	86.6	108.8	106.8	163.7 3	149.5	*	122.6 3	151.9 3	123.1	1250.1 3
1997	1	01	*	81.9 3	123.3	100.1	114.2	133.2	168.4	161.9	*	134.5	79.3 3	90.2 3	1187.0 3
1998	1	01	116.6	106.6	80.5	115.2	118.2	132.9 3	129.4	144.5	99.7 3			151.5	1195.1 3
1999	1	01	85.8	51.6 3	88.6	112.0	99.0 3	111.4 3	149.3	181.1	95.0	105.6 3	112.3	69.0	1260.7 3
2000	1	01	101.9	111.8	72.4	88.2 3	94.8	115.5	142.3	155.6	104.6 3	140.6	136.0	145.6	1409.3 3
2001	1	01	146.2	109.4	99.8	133.3	100.7	148.2	151.5 3	199.1	132.0	211.8	113.7	99.6	1645.3 3
2002	1	01	140.0	129.3	91.0 3	102.1	108.3	142.2	159.9	191.0	157.2	139.5	92.9	134.8	1588.2 3
2003	1	01	162.3	107.2	102.7	107.5	122.7 3	111.1	169.9	178.0	115.1	134.1	118.4	93.6	1522.6 3
2004	1	01	172.8	135.9 3	107.7	104.4 3	102.4	149.9	113.9	149.9	*	110.5	99.6	136.3 3	1383.3 3
2005	1	01	151.1	103.3	84.2	83.8	115.8	117.6	177.1	172.8	146.4	121.4	141.5	106.2	1521.2
2006	1	01	76.4	102.8	83.5	101.9	143.5	130.3	186.3	166.4	141.0	136.1	80.9	100.1 3	1449.2 3
2007	1	01	129.1 3	171.7	81.0	92.8	108.2	120.0	174.3	119.2	115.2	81.8	90.3 3	71.4	1355.0 3
2008	1	01	86.2	69.1	48.8 3	102.4 3	100.2 3	140.3 3	135.3	116.0	128.3	111.0 3	97.4	85.3	1220.3 3
2009	1	01	77.6	90.0	109.8	119.3	153.6	125.5	168.0	178.2	189.8	152.7	163.7	125.6 3	1653.8 3
2010	1	01	177.3	114.9	111.1	97.0	112.1	108.1	129.8	176.9	150.8	101.3	55.6		1334.9 3

2011	1	01	*	*	90.4 3	112.3 3	121.4 3	134.6	159.2 3	104.4	115.8	144.3	89.6	1072.0 3
2012	1	01	73.2 3	63.2 3							98.3 3	103.7 3	99.0 3	437.4 3
2013	1	01					97.0 3	136.6	161.3	118.6	125.7	103.0	116.9	859.1 3
2014	1	01	112.7	106.6	74.5	115.9	100.4	127.4	175.8	140.2	132.7	98.6 3	87.6	87.4 3	1359.8 3
2015	1	01	97.3	121.6	73.4	98.4	104.1	149.1	157.6	149.4 3	161.3	111.1		1223.3 3
MEDIOS			121.9	106.7	93.7	99.4	112.9	122.8	156.1	158.9	132.9	122.4	111.5	112.9	1452.1
MAXIMOS			177.3	183.9	131.8	133.3	153.6	149.9	189.4	199.1	189.8	211.8	163.7	159.4	211.8
MINIMOS			73.2	51.6	48.8	70.9	94.8	82.5	113.9	95.4	95.0	81.8	55.6	69.0	48.8

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	92.6 3	78.8	84.5 3	90.7	346.6 3
1988	1	01	84.3	73.0	96.5	77.4	71.5 3	69.4	78.2	95.7	95.5	85.2	65.2	77.2	969.1 3
1989	1	01	70.3	70.2	87.1 3	72.3	78.9	76.1	97.1	99.2	69.8	87.4	78.9	88.7	976.0 3
1990	1	01	86.8 3		83.7 3	71.0 3	74.2 3	83.3	97.0	126.8	115.1 3	97.6 3	99.6	86.2	1021.3 3
1991	1	01	89.6	100.3	56.4	*	84.7	89.4	109.3	94.6	100.8	124.3	73.5	88.1	1011.0 3
1992	1	01	99.7	89.9		91.4	80.9	107.8	118.5	111.1	104.8	117.2 3	96.7	88.0	1106.0 3
1993	1	01	103.9	99.6	67.0 3	92.6	72.1 3	90.7	99.1 3	116.5	119.9	106.6	81.7	85.0	1134.7 3
1994	1	01	81.0	49.6 3	56.9	75.0	92.2	92.0	83.2	112.5	118.1	98.6	65.6	92.7	1017.4 3
1995	1	01	94.3	95.1	86.1	79.0	78.2	77.7	89.6	105.0	121.0	95.2	84.6 3	104.8	1110.6 3
1996	1	01	81.0	102.6 3	90.7	79.4 3	79.4 3	84.1 3	108.3	100.4 3	114.7 3	*		92.3 3	932.9 3
1997	1	01	72.3	*	103.0	87.1	91.2 3	75.4	123.6	125.8	125.4	119.9	94.6	104.2	1122.5 3
1998	1	01	91.7 3	91.3	85.1	85.3	79.3 3	91.8 3	93.7	102.3	103.6	96.4	82.9	93.2	1096.6 3
1999	1	01	73.7	80.0	77.4	77.7	67.7	68.0	89.5	91.7	82.5	74.2	82.8	68.7	933.9
2000	1	01	70.1 3	77.4 3	68.4 3	70.0 3	66.8 3	74.6	87.9	105.9	89.2	97.1	95.3 3	99.0	1001.7 3
2001	1	01	92.7	81.5	84.5	87.8	83.2	99.6	100.3	134.2	102.3	147.3	97.3	85.7	1196.4
2002	1	01	95.5	87.9	79.2	76.8	86.4	91.5	111.0	130.6	110.4	96.5	80.9	95.6	1142.3

2003	1	01	110.4	91.0	83.2	77.4	85.0	87.4	106.7	117.0	92.7	92.7	85.1	85.8	1114.4
2004	1	01	100.1	92.0	93.6	82.0 3	75.5	88.2	94.3	134.2		98.9	73.2	75.9	1007.9 3
2005	1	01	96.4	72.0	64.8	92.4	87.0	93.7	112.4	121.3	121.0	105.4	90.7	76.9	1134.0
2006	1	01	74.0	65.9	82.4	82.2	91.2	86.6	112.6	104.9	108.4	109.0	60.2	67.0	1044.4
2007	1	01	90.4	109.0	86.5	71.2 3	73.6 3	83.8 3	99.4 3	91.4	102.1	82.0	82.2	69.9	1041.5 3
2008	1	01	63.1	63.0	67.5	81.1	73.6	92.3	92.5	93.0	103.9	78.1 3	78.3	66.2 3	952.6 3
2009	1	01	69.5	67.6	80.0	81.9	90.1	88.7	110.0	115.9	134.0	103.9	104.9	90.2	1136.7
2010	1	01	115.7	89.9	92.2	83.1	76.1	75.0	84.4	109.2	101.1	89.2	66.8	56.3	1039.0
2011	1	01	92.0	61.6	85.5	85.8	79.3 3	90.6	82.3	118.7	94.9	87.3	92.7	80.2	1050.9 3
2012	1	01	71.0	62.0						129.1	121.8	100.9	93.5	82.8	661.1 3
2013	1	01				114.1 3	64.5	99.1	95.8	107.7	109.7 3	108.9	86.0	91.6	877.4 3
2014	1	01	93.3	70.7	74.1	97.4	80.9	86.0	116.2	111.3	101.1	89.5 3	77.2	69.1	1066.8 3
2015	1	01	82.4	72.3	75.4	89.7	91.9	100.1 3	117.9	107.3 3	121.6	102.2			960.8 3
MEDIOS			86.9	80.6	80.3	83.1	79.8	86.8	100.4	111.2	106.4	98.9	83.5	84.0	1081.9
MAXIMOS			115.7	109.0	103.0	114.1	92.2	107.8	123.6	134.2	134.0	147.3	104.9	104.8	147.3
MINIMOS			63.1	49.6	56.4	70.0	64.5	68.0	78.2	91.4	69.8	74.2	60.2	56.3	49.6

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	70 3	89 3	86 3	76 3	80 3
1988	1	01	78	80	76	86	81	80	76	75	81	87	91	88 1	82
1989	1	01	85 1	84	84	79	83	83	81 3	79 1	82 3	81 3	83 3	83 3	82 3
1990	1	01	83 3		85	87	86	81	79	76	*	80 3	82	82	82 3
1991	1	01	78	78	83 1	82 3	78 3	78 3	79 1	84 3	81 3	80	82	80	80 3
1992	1	01	74	78	72	71	77	74	78 3	76 3	78	74 3	83	86	77 3
1993	1	01	81 3	86 3	86	82	80	79 1	78	71	73 3	79 3	84 3	80 3	80 3

1994	1	01	83 3	81					81 1	81 3	78 1	82 1	87 1	84 3	82 3
1995	1	01	79	78	83	81	83	84	82 1	79	78	81 3	85 3	84	81 3
1996	1	01	83 3	83	86	83 1	84	84 3	79	77	74	80	80	82	81 3
1997	1	01	91	82 3	80 1	82	79	81	65	70 1	58	65	75	66	75 3
1998	1	01	68	71	74 1	76	78	76	75 1	75	71	76	83	81	75
1999	1	01	86	85 1	83	83	83	80 1	75 1	74	81	80	85	87	82
2000	1	01	87 1	83	82	79	80 3	80	79 1	76	77 3	74 3	80 1	77	80 3
2001	1	01	75 1	77	78 3	77 3	76	76	77	70	72	69	78	78	75 3
2002	1	01	77	78	75	79	78	79 1	74 1	75	72	76	80 1	78	77
2003	1	01	75 3	78 3	*	79 3	77 3	77	76	72	74	75	79	82 1	77 3
2004	1	01	79	74 3	72 3	78 3	76 3	77 3	76 3	70 1	*	78	78	77	76 3
2005	1	01	76 3	74	79 3	76 3	78	79 1	80	75	77	81 3	82 3	85 3	79 3
2006	1	01	85 3	81 3	81 3	82 3	78 3	80 3	79 3	78 3	75 1	79 3	82	80 1	80 3
2007	1	01	78 3	78 3	79 3	80 1	79 1	79 1	79 3	80 3	77 3	82 1	83 3	87 3	80 3
2008	1	01	85 1	86 3	85 3	82 3	84 3	82 3	83 3	81 3	77 3	80 1	82 1	84 3	83 3
2009	1	01	84 1	84 1	82 3	82 3	78 1	77 3	76 3	74 3	73 3	75 3	76 3	79	78 3
2010	1	01	73 1	77	74 1	79 3	81	80	80	72	73 1	81 3	88 3	87 3	79 3
2011	1	01	81 1	85 1	86 3	84 1	83 3	81	82 1	77 1	78 1	84 1	84 3	85 3	83 3
2012	1	01	86 1	86 1						72 3	71 3	76 3	81 3	86 1	80 3
2013	1	01				77 3	83 1	74 1	75	75	72	76 1	84 1	81 1	77 3
2014	1	01	81 1	80 3	82	74	81	79	*	*	71 1	79 3	82 1	82 3	79 3
2015	1	01	82 1	81	85	79	78 3	76	72	70 3	63	73			76 3
MEDIOS			80	80	81	80	80	79	78	75	74	78	82	82	79
MAXIMOS			91	86	86	87	86	84	83	84	82	89	91	88	91
MINIMOS			68	71	72	71	76	74	65	70	58	65	75	66	58

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE NUBOSIDAD (Octas)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL

1988	2	01	3	3 3	3	4 3	3	4	3	4	4	4	5	4	4 3
1989	2	01	5 3	5	5 3	4	4	4	3	3	3	4	4	4 3	4 3
1990	2	01	4 3		5 3	4 3	3 3	2	2 3	3	2 3	4 3	4	4	3 3
1991	2	01	3	3	4	3	3 3	3 3	3	3 3	2	3	4	3	3 3
1992	2	01	2	3	2	2	2 3	2 3	2 3	2 3	2	2 3	3	3	2 3
1993	2	01	3	6	4	3	3 3	3	3	3	2	2	4 3	3	3 3
1994	2	01	4	3 3	4	3	3	2	2	2	2	3	5	3	3 3
1995	1	01	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	4	4	3
1996	1	01	4	5	4 3	4	3	3	2	2	2	2 3	2	3	3 3
1997	1	01	6	3	3	3	3	2	2	5	6	6	6	5	4
1998	1	01	2	3	6	5	5	5	3	3	3	4	4	3	4
1999	1	01	5	6	5	5	4	4	4	3	5	4 3	5	5	5 3
2000	1	01	5	5	4	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7
2001	1	01	7	4	4 3	3 3	3	2	3	2	2	2	4	4	3 3
2002	1	01	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	4	3	3
2003	1	01	3	4 3	5	4	3 3	3	3	2	3	3	3	3	3 3
2004	1	01	3	3	3	4 3	4 3	2	2	2		3 3	5	2	3 3
2005	1	01	4	3	5	3	2	2	2	2	3	4	4	5	3
2006	1	01	5	4	4	4	3	3	3 3	2	2	3	4	3	3 3
2007	1	01	2 3	3	4	4 3	3 3	2 3	2 3	3	2	4	4 3	5	3 3
2008	1	01	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3 3	4	5 3	4 3
2009	1	01	4	4	4 3	3	2 3	3	2	2	2	3	3	4 3	3 3
2010	1	01	2 3	4 3	2	4 3	3	3	4	2	3	4 3	6 3	5	4 3
2011	1	01	3 3	5 3	4	4 3	3 3	3 3	3 3	2	2 3	4	3 3	4 3	3 3
2012	1	01	4 3	4						2 3	2 3	3 3	2 3	3	3 3
2013	1	01				3 3	4 3	2	3 3	2 3	2 3	3 3	4	4 3	3 3
2014	1	01	4	3	5	3	4	3 3	2	2	2	3 3	4 3	3	3 3
2015	1	01	2 3	2 3	3	2	3 3	2 3	2 3	2 3	2	2			2 3
MEDIOS			4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3
MAXIMOS			7	6	6	8	8	8	8	7	7	7	7	7	8
MINIMOS			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

VALORES MEDIOS MENSUALES DE PUNTO DE ROCIO (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	2	01									8.2 3	11.3 3	10.7 3	9.3 3	9.9 3
1988	2	01	9.5	9.9	9.0 3	10.5 3	9.9 3	8.9	8.1 3	8.1	9.3	10.6	11.0	9.9	9.6 3
1989	2	01	9.7	9.6	9.4 3	9.4	10.0	9.6	8.9 3	9.1	9.7	10.1 3	10.5 3	10.1 3	9.7 3
1990	2	01	10.6 3		10.5	10.8	10.7	9.9 3	9.2	8.6		9.6 3	10.1	9.8	10.0 3
1991	2	01	9.5	9.7	10.4	10.0 3	9.9 3	10.1 3	9.6	9.5 3	9.9 3	9.5	10.0	10.2	9.9 3
1992	2	01	9.3	9.9	9.5	9.2	9.9 3	9.3	8.7 3	9.0 3	9.0	9.2 3	9.9	10.5	9.5 3
1993	2	01	9.9	10.5	10.1	10.5	10.2	9.8	9.5	8.5	9.3 3	10.1 3	8.8 3	10.1 3	9.8 3
1994	2	01	9.9 3	9.9					9.6	9.4 3	9.6	10.0			9.7 3
1995	1	01	9.7	9.6 3	10.1	10.3	10.1	10.2	9.9	9.8 3	9.7	10.1 3	10.4 3	10.2	10.0 3
1996	1	01	9.7 3	9.3	10.4	10.4	10.4	10.3 3	9.5	9.7	9.7	10.1	9.9	10.3	10.0 3
1997	1	01	10.6	10.2 3	10.2	10.3	10.2	10.2	6.5	8.1	5.7	7.0	8.9	7.6	8.8 3
1998	1	01	8.2	9.2	9.7	10.2	10.0	9.5	8.9	9.1	8.8	9.4	10.2 3	10.1	9.4 3
1999	1	01	10.4	10.1	10.0	10.1	9.9	9.7	8.4	8.3	9.6	9.6	10.3	10.2	9.7
2000	1	01	10.2	9.6	9.7	9.7	9.7 3	9.9	9.4	8.9	9.3 3	9.2 3	9.9	9.6	9.6 3
2001	1	01	9.1	9.2	9.3 3	9.4 3	9.6	9.0	9.2	7.8	8.5	8.9	9.8	10.0	9.2 3
2002	1	01	9.6	9.8	9.6	9.7	10.0	9.3	9.3	9.1	9.0	9.5 3	9.8	10.0	9.6 3
2003	1	01	9.6 3	10.0 3		10.0 3	10.0 3	9.7	9.2	8.9 3	9.1	9.6	9.8	10.1	9.6 3
2004	1	01	9.8	9.5 3	9.5 3	9.8 3	9.9 3	9.5 3	9.3 3	8.6		9.8	9.9	10.0	9.6 3
2005	1	01	9.7 3	9.7	10.0 3	10.0 3	10.0	10.0	9.6	8.9	9.4	9.5 3	10.0 3	10.3 3	9.8 3
2006	1	01	10.4 3	10.1 3	10.2 3	10.1 3	10.0 3	9.9 3	9.7 3	9.8 3	9.3	10.0 3	10.2 3	10.2	10.0 3
2007	1	01	10.1 3	9.5 3	10.0 3	10.2	10.2	9.9	9.7 3	9.9 3	9.8 3	10.1	10.4 3	10.5 3	10.0 3
2008	1	01	10.4	10.5 3	10.4 3	9.9 3	10.2 3	10.2 3	10.2 3	9.9 3	9.3 3	9.6	10.1	10.2 3	10.1 3
2009	1	01	10.2	10.0	10.0 3	10.2 3	9.5	9.4 3	9.1 3	8.8 3	8.2 3	9.0 3	9.5 3	9.7 3	9.5 3
2010	1	01	8.7	9.9	9.4	10.1 3	10.3	9.7	9.3	7.7	7.8	9.4 3	10.0 3	10.0 3	9.4 3
2011	1	01	9.4	9.9	10.0 3	10.3	10.3 3	9.9	9.5	8.8	9.2	10.0	10.2 3	10.2 3	9.8 3
2012	1	01	10.2	10.2						7.7 3	7.7 3	9.1 3	10.3 3	10.7	9.4 3
2013	1	01				9.4 3	10.1	8.7	8.1	8.2	8.0	8.9	10.1	9.8	9.0 3
2014	1	01	9.8	9.7 3	10.1	9.0	10.0	9.5			7.6	9.1 3	10.2	10.0 3	9.5 3

2015	1	01	9.8	10.1	10.6	9.8	9.6 3	9.0	8.3	7.9 3	6.8	8.9			9.1 3
MEDIOS			9.8	9.8	9.9	10.0	10.0	9.7	9.1	8.8	8.8	9.6	10.0	10.0	9.6
MAXIMOS			10.6	10.5	10.6	10.8	10.7	10.3	10.2	9.9	9.9	11.3	11.0	10.7	11.3
MINIMOS			8.2	9.2	9.0	9.0	9.5	8.7	6.5	7.7	5.7	7.0	8.8	7.6	5.7

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								33.9 3	36.9 3	166.8 3	65.6	46.4	349.6 3
1988	1	01	59.5	64.2	32.1	169.0	92.8	81.2	29.5	79.3	103.6	129.5	266.6	147.3	1254.6
1989	1	01	87.9	103.4	97.5	45.0	53.9	98.7	13.1	33.4	53.2	110.0	49.5	77.6 3	823.2 3
1990	1	01	73.0 3	63.0 8	60.1	90.0	41.9	52.1	35.4	3.9	31.2	152.1	83.6	67.2	753.5 3
1991	1	01	73.1	54.4	182.6	148.0	95.5	27.3	52.3	21.9	17.2 3	59.1	180.4	101.6	1013.4 3
1992	1	01	24.1	48.9	20.6 3	73.6	60.5	6.0	30.5	19.6	82.2	33.3	103.5	112.4	615.2 3
1993	1	01	111.6 3	127.1	86.5 3	102.3	141.6 3	75.4	22.6 3	21.2	68.8	111.9 3	222.8	175.2	1267.0 3
1994	1	01	207.6	69.2	134.2	164.0	82.2	19.4	36.6	21.6	40.0	103.2	163.4	105.5	1146.9
1995	1	01	38.1	60.4	74.7	120.7	88.6	51.7	44.8	29.1	16.1	97.9	187.5	78.1	887.7
1996	1	01	117.4	170.3	166.3	128.7	147.5	122.4	29.3	22.4	34.4	91.7 3	71.4	117.3	1219.1 3
1997	1	01	228.4	56.0	90.8	84.6	52.1	58.4	6.7	.5 3	53.2 3	109.3	170.2	70.7	980.9 3
1998	1	01	19.0	54.7	75.0	71.8	139.7	23.7	35.6	39.0	46.2	116.4	191.5	101.6	914.2
1999	1	01	154.5	235.6	84.5	97.2	81.4	65.3	19.8	25.7	135.9	123.8	165.3	233.5	1422.5
2000	1	01	155.2	150.3	89.8	133.3	187.1	84.7	36.9	25.7	99.5	63.1	47.2	42.5	1115.3
2001	1	01	83.3	48.3	50.7	45.8	49.7	39.8	40.6	2.6	57.1	42.7	121.0	103.6	685.2
2002	1	01	83.2	39.5	60.5	127.9	61.8	61.8	13.1	9.4	39.9	94.3	103.7	83.4	778.5
2003	1	01	27.3	37.0	78.9	87.4	54.8	38.9	34.6	2.6	72.7	96.9	102.5	49.8	683.4
2004	1	01	56.3	40.0	49.8	113.4 3	101.5	14.7	18.0	4.9	46.8 8	148.9	177.4	69.9	841.6 3
2005	1	01	85.9	98.3	131.1 3	109.2	143.8	38.1	22.3	15.7	50.3	151.5	91.0	169.6	1106.8 3
2006	1	01	117.0	74.5	169.1	171.0	56.0	118.0	8.8	10.8	18.0	86.3	150.6	155.2	1135.3

2007	1	01	52.9	19.8	154.6	135.1	78.8	50.0	44.5	33.9	9.5	191.8	133.1	124.4	1028.4
2008	1	01	121.8	95.2	102.5	121.3	138.5	55.0	16.6	23.6	29.2	143.8	134.2	159.5	1141.2
2009	1	01	110.3	106.8	83.7	109.5	50.9	49.7	24.1	25.8	30.6	82.5	105.3	147.5	926.7
2010	1	01	13.7	60.3	45.4	183.3	123.6	49.7	92.1	15.8 3	61.9	118.5	257.3	129.5	1151.1 3
2011	1	01	87.0	153.2	161.7	184.5	89.0	57.1	103.2	24.0	36.9	105.9	103.0	177.5	1283.0
2012	1	01	197.0	100.1						11.1	2.2	108.7	112.6	39.6	571.3 3
2013	1	01				70.5	144.5 3	10.6	50.7	35.8	16.9	83.0	62.6	65.3	539.9 3
2014	1	01	119.8	54.8	102.4	66.4	171.7	90.2	23.9	15.7 3	30.8	118.8 3	161.0	129.0	1084.5 3
2015	1	01	80.4	50.4	79.6	66.4	34.9	17.9 3	29.8	7.8	4.5	84.5			456.2 3
MEDIOS			95.8	82.8	94.8	111.8	95.0	54.0	33.9	21.3	45.7	107.8	135.1	110.0	988.0
MAXIMOS			228.4	235.6	182.6	184.5	187.1	122.4	103.2	79.3	135.9	191.8	266.6	233.5	266.6
MINIMOS			13.7	19.8	20.6	45.0	34.9	6.0	6.7	0.5	2.2	33.3	47.2	39.6	0.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								2 3	3 3	18 3	10	18	51 3
1988	1	01	17	18	15	27	19	24	12	20	22	21	29	25	249
1989	1	01	19	21	22	17	24	25	16	15	17	20	23	18 3	237 3
1990	1	01	13 3		20	26	21	11	13	11	10	22	18	25	190 3
1991	1	01	21	12	31	27	25	17	18	18	12 3	14	27	26	248 3
1992	1	01	16	13	17 3	26	28	9	19	11	18	14	23	25	219 3
1993	1	01	17 3	20	25 3	24	27 3	25	17 3	14	21	19 3	29	26	264 3
1994	1	01	22	20	26	26	29	21	16	20	12	26	25	25	268
1995	1	01	21	18	25	24	30	24	22	14	8	21	26	21	254
1996	1	01	27	25	26	23	29	17	13	13	8	15 3	14	17	227 3
1997	1	01	30	21	21	19	23	21	4	1 3	10 3	15	27	16	208 3

1998	1	01	9	10	17	30	22	18	14	21	17	24	28	23	233
1999	1	01	28	27	27	22	26	29	16	6	22	23	25	28	279
2000	1	01	30	26	26	26	31	26	18	16	26	15	21	21	282
2001	1	01	16	17	22	16	16	12	14	2	17	5	15	25	177
2002	1	01	16	11	21	25	17	14	15	7	10	18	23	16	193
2003	1	01	15	21	27	21	24	18	10	2	9	17	25	22	211
2004	1	01	17	11	17	19 3	22	10	13	5		22	24	18	178 3
2005	1	01	24	19	28 3	23	25	14	11	6	12	23	19	26	230 3
2006	1	01	29	17	22	27	19	16	11	11	14	22	27	20	235
2007	1	01	12	10	19	26	24	22	12	19	10	25	26	29	234
2008	1	01	27	24	21	24	24	22	22	15	16	25	28	29	277
2009	1	01	26	25	27	29	18	20	18	20	12	15	19	23	252
2010	1	01	13	20	25	30	21	21	24	7 3	20	24	28	31	264 3
2011	1	01	23	27	27	29	22	17	23	13	17	20	21	24	263
2012	1	01	28	27						9	5	16	17	23	125 3
2013	1	01				16	30 3	13	29	19	15	15	27	20	184 3
2014	1	01	24	23	25	21	28	22	14	16 3	16	15 3	22	20	246 3
2015	1	01	19	14	24	25	22	17 3	22	8	6	11			168 3
MEDIOS			21	19	23	24	24	19	16	12	14	19	23	23	236
MAXIMOS			30	27	31	30	31	29	29	21	26	26	29	31	31.0
MINIMOS			9	10	15	16	16	9	4	1	3	5	10	16	1.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01									23.2 3	46.0 3	16.7	18.7	46.0 3
1988	1	01	21.4	13.6	9.5	18.5	18.0	19.0	12.4	14.5	22.1	36.0	33.7	20.5	36.0
1989	1	01	17.0	35.2	24.0	14.3	16.1	15.0	5.7	12.0	15.2	28.1	15.0	15.5 3	35.2 3

1990	1	01	25.5 3				10.0	26.0	16.5	1.5	13.7	23.5		22.8	26.0 3
1991	1	01	21.2	20.5	30.3	40.4	22.5	12.0	17.5	7.0	7.4 3	22.3	26.5	22.7	40.4 3
1992	1	01	7.4	15.7	9.7 3	20.0	16.2	2.5	16.4		16.8	17.1		16.7	20.0 3
1993	1	01	3	36.0	14.0 3		24.0 3		7.6 3	9.5	28.5	30.0 3	44.6	52.6	52.6 3
1994	1	01	32.5	12.8	24.0	34.0	28.8	8.0	27.0	7.4	17.0	21.0	47.0	28.0	47.0
1995	1	01	13.4	35.0	15.0	27.7	17.0	12.0	10.0	7.5	5.5	27.4	20.6	14.0	35.0
1996	1	01	15.8	29.9	41.0	26.5	28.0	35.0	6.0	7.0	14.7	23.0 3	27.5	35.5	41.0 3
1997	1	01	30.5	19.0	24.0	25.5	13.0	21.5	2.7	.5 3	28.0 3	41.0	31.5	22.4	41.0 3
1998	1	01	16.0	19.5	26.0	11.0	31.5	12.0	7.0	8.7	13.0	14.7	27.0	20.5	31.5
1999	1	01	19.0	28.2	17.0	14.5	13.5	11.5	7.0	13.0	25.0	37.0	26.5	28.3	37.0
2000	1	01	26.2	26.9	14.4	33.0	34.0	17.7	14.0	8.5	29.0	14.0	12.0	20.5	34.0
2001	1	01	17.5	12.0	12.0	9.5	10.4	15.0	9.0	2.0	13.7	24.0	18.8	16.7	24.0
2002	1	01	21.5	26.0	16.5	49.5	17.0	22.8	3.6	6.5	20.0	13.0	15.6	24.5	49.5
2003	1	01	12.0	22.5	16.2	16.7	15.2	10.4	14.0	1.6	43.0	18.7	18.5	13.5	43.0
2004	1	01	12.0	13.0	22.0	22.0 3	18.5	4.7	3.0	1.6		26.5	28.5	12.5	28.5 3
2005	1	01	16.7	43.0	21.0 3	20.6	30.0	13.0	5.5	12.8	18.6	27.7	25.0	18.7	43.0 3
2006	1	01	20.5	34.0	27.0	24.5	16.0	27.5	3.0	3.0	6.0	19.0	19.0	35.7	35.7
2007	1	01	22.0	9.2	39.6	19.2	13.0	16.3	12.0	12.0	2.5	32.0	24.0	16.6	39.6
2008	1	01	22.0	17.2	20.0	14.5	22.7	22.5	3.5	7.6	13.0	28.5	26.7	48.0	48.0
2009	1	01	19.0	22.0	30.5	19.6	16.0	21.5	9.0	7.7	20.5	20.0	21.8	28.5	30.5
2010	1	01	9.0	12.0	12.5	33.5	40.8	17.8	20.0	9.5 3	16.2	16.4	21.0	17.4	40.8 3
2011	1	01	25.0	28.1	25.0	27.6	20.0	26.0	40.5	13.3	12.5	14.0	27.0	25.0	40.5
2012	1	01	29.0	15.5						2.7	.6	24.4	45.0	4.5	45.0 3
2013	1	01				31.5	39.5 3	3.7	12.0	9.8	5.7	15.8	10.0	16.0	39.5 3
2014	1	01	25.0	18.2	30.0	15.1	42.0	37.5	10.0	5.0 3	10.0	25.5 3	19.5	30.4	42.0 3
2015	1	01	24.3	21.0	17.0	15.0	6.4	4.5 3	7.4	3.7	2.3	38.5			38.5 3
MEDIOS			20.1	22.5	21.5	23.4	21.5	16.7	11.2	7.3	15.8	25.0	25.0	23.1	19.4
MAXIMOS			32.5	43.0	41.0	49.5	42.0	37.5	40.5	14.5	43.0	46.0	47.0	52.6	52.6
MINIMOS			7.4	9.2	9.5	9.5	6.4	2.5	2.7	0.5	0.6	13.0	10.0	4.5	0.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD 0106 N TIPO EST CP DEPTO NARI#O FECHA-INSTALACION 1987-JUL

LONGITUD 7723 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TANGUA FECHA-SUSPENSION

ELEVACION 2800 m.s.n.m REGIONAL 07 NARINO-CAUCA CORRIENTE GUAITARA

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	13.8 3	13.2	13.5 3	13.6	13.5 3
1988	1	01	13.6	13.6	13.3 3	13.0 3	13.3 3	12.3	12.2 3	12.6	12.7	12.7	12.5	11.9	12.8 3
1989	1	01	12.2	12.3	12.1 3	13.0	13.0	12.4	12.2	12.8	12.9	13.3	13.4	13.1 3	12.7 3
1990	2	01	13.4	13.2 8	13.0	13.0	12.9	13.1 3	12.7	12.7	13.6 3	13.1 3	13.1	12.9	13.1 3
1991	1	01	13.4	13.6	13.3	12.8 3	13.7 3	14.0 3	13.1	12.1 3	12.9	12.9	12.9	13.6	13.2 3
1992	1	01	13.9	13.8	14.6	14.4	13.8 3	13.7	12.3 3	13.1 3	12.5	13.7	12.7	12.7	13.4 3
1993	1	01	12.9 3	12.6 3	12.3 3	13.3	13.6	13.4	13.2	13.7	14.0	13.4 3	11.6	13.4	13.1 3
1994	2	01	12.7	13.1	13.0 8	13.0 8	12.9 8	12.9 8	12.7	12.5 3	13.2	13.0	12.2	12.8 3	12.8 3
1995	1	01	13.1	12.9 3	12.7	13.6	12.9	12.7	12.8	13.0 3	13.2	13.2	12.7 3	12.7	13.0 3
1996	1	01	12.5	12.0	12.5	13.0	12.8	12.6 3	12.9	13.5	14.1	13.2	13.3	13.2	13.0 3
1997	1	01	11.8	13.0 3	13.5	13.1	13.5	13.4	13.0	13.3	14.0	13.5	13.2	13.9	13.3 3
1998	1	01	14.0	14.3	14.2	14.1	13.7	13.5	13.2	13.4	13.9	13.5	12.9 3	13.1	13.7 3
1999	1	01	12.6	12.5	12.6	12.9	12.6	12.8	12.6	12.8	12.7	13.0	12.7	12.2	12.7
2000	1	01	12.4	12.3	12.6	13.1	13.0	13.0	12.8	13.0	13.3 3	13.7	13.1	13.6	13.0 3
2001	1	01	13.5	13.2	13.0 3	13.2	13.6	13.0	13.1	12.9	13.2	14.5	13.4	13.7	13.4 3
2002	1	01	13.5	13.6	13.9	13.3	13.5	12.7	13.7	13.3	13.9	13.3 3	13.0	13.7	13.5 3
2003	1	01	13.9 3	13.7 3	13.1	13.7 3	13.8 3	13.6	13.1	13.8 3	13.7	14.0	13.1	12.9	13.5 3
2004	2	01	13.3	14.1 3	14.5 3	13.6 3	13.9	13.4	13.4	13.8	13.7 8	13.6	13.7	13.8	13.7 3
2005	1	01	13.7	14.4	13.6	14.2	13.9	13.4	12.8	13.2	13.4	12.6	12.9	12.6 3	13.4 3
2006	1	01	12.9	13.4 3	13.5 3	13.2 3	13.7 3	13.4 3	13.2 3	13.4 3	13.6	13.6	13.2 3	13.4	13.4 3
2007	1	01	13.8 3	13.4 3	13.4 3	13.4	13.5	13.3	13.3	13.0 3	13.5 3	13.0	13.2 3	12.5	13.3 3
2008	1	01	12.8	12.5 3	12.6 3	12.8 3	12.7	13.0 3	12.8 3	12.8 3	13.1 3	12.8	12.9	12.5 3	12.8 3
2009	1	01	12.6	12.5	12.8	13.0 3	13.1	13.1 3	13.0	13.1 3	13.0 3	13.2 3	13.5	13.3 3	13.0 3
2010	1	01	13.4	13.5	13.6	13.5 3	13.3	12.9	12.6	12.5	12.6	12.5 3	11.8 3	11.9	12.8 3
2011	1	01	12.5	12.2	12.1 3	12.6	12.8 3	12.8	12.3	12.6	12.7	12.4	12.7	12.5 3	12.5 3
2012	1	01	12.3	12.3						12.7 3	12.8 3	13.1 3	13.3	12.8	12.8 3
2013	1	01				13.3	12.8	13.0	12.3	12.5	12.8	13.0	12.6	12.9	12.8 3
2014	1	01	12.9	13.0	12.9	13.4	13.0	12.8	12.6	11.9	12.7	12.7 3	12.9	12.9	12.8 3
2015	1	01	12.6	13.1	12.8	13.2	13.2	13.0	13.1	13.1	13.8	13.6			13.2 3
MEDIOS			13.0	13.1	13.1	13.3	13.3	13.1	12.9	13.0	13.3	13.2	12.9	13.0	13.1

MAXIMOS	14.0	14.4	14.6	14.4	13.9	14.0	13.7	13.8	14.1	14.5	13.7	13.9	14.6
MINIMOS	11.8	12.0	12.1	12.6	12.6	12.3	12.2	11.9	12.5	12.4	11.6	11.9	11.6

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								19.6 3	23.4 3	22.5	22.2 3	20.4 3	23.4 3
1988	1	01	21.2 3	22.6	19.8 3	19.6 3	19.4 3	19.2 3	19.8 3	20.4	21.4	20.1	18.6	19.2	22.6 3
1989	1	01	19.6	18.6	20.4 3	19.2 3	20.2 3	19.4	19.8	19.8	21.0	19.0 3	19.8 3	20.8 3	21.0 3
1990	1	01	20.5 3		19.6 3	18.2 3	19.8	21.4 3	19.9	21.6	20.0 3	21.2 3	19.4	18.8 3	21.6 3
1991	1	01	19.4 3	21.6 3	19.8 3	19.0 3	20.2 3	20.0 3	18.8	19.2	22.0	21.2	18.8	20.4 3	22.0 3
1992	1	01	22.6 3	20.4	22.8	20.8 3	20.0 3	20.8	19.8	20.0	21.2	21.2	21.4	20.2	22.8 3
1993	1	01	20.8	20.4	18.4	19.8	19.8	19.0	20.4	21.8	21.0	20.6	19.6	20.6	21.8
1994	1	01	20.2	21.8					20.4	19.8	23.4	22.4	20.0	19.4	23.4 3
1995	1	01	20.4	23.0	19.2	22.8	19.8	21.0	20.0	21.0	21.8	22.0	20.2	19.4	23.0
1996	1	01	18.8	17.0	19.2	22.0	19.2	19.0 3	21.0	20.0 3	24.8	21.0	20.4	20.8	24.8 3
1997	1	01	17.0	21.2 3	21.8	20.4	20.2	21.0	19.8	23.8	29.2 3	22.0	20.8	20.8	29.2 3
1998	1	01	21.4	22.8	21.8 3	21.0	20.4	22.0	19.8	22.0	22.2	23.4	18.4	19.8	23.4 3
1999	1	01	20.0	18.0	19.8	18.9	18.9	19.4	18.4	20.0	20.8	20.0	19.8	19.0 3	20.8 3
2000	1	01	19.0	21.0	19.0	19.0	19.8	19.8	20.0	20.2	20.8 3	21.4	20.8	21.8 3	21.8 3
2001	1	01	22.4 3	21.8	21.4 3	21.8	21.8	20.0	21.2	22.0	22.4	23.0	21.4	20.8	23.0 3
2002	1	01	19.8 3	22.0	22.0	20.2	19.4	19.8	20.4	20.0	22.8	22.0	19.8	21.0	22.8 3
2003	1	01	22.0	21.0	21.2	20.0	19.6 3	21.0	19.4	21.0	21.4	21.2	19.9	21.0 3	22.0 3
2004	1	01	20.8	22.0	22.0	20.2 3	21.2	19.0	20.1	20.4	*	22.0	19.4	19.8	22.0 3
2005	1	01	20.2	21.0	20.0	21.0 3	19.8	20.0	19.8	21.4	22.2	22.0	20.0 3	20.0 3	22.2 3
2006	1	01	18.7 3	21.1 3	20.0 3	20.4	20.0	20.0	19.2	19.8	22.1	21.0	20.4	20.1	22.1 3
2007	1	01	20.2	22.0 3	20.0	20.0	20.0	19.0	19.0	20.0	20.1	20.4	22.0	18.0	22.0 3
2008	1	01	23.0	18.6 3	19.2	20.1 3	19.4	20.0	19.0	19.2	20.0 3	19.2	20.2	18.2 3	23.0 3
2009	1	01	18.8 3	19.8	20.0	20.5	21.0	19.8 3	19.0	20.0	20.4	21.2	22.0 3	20.4 3	22.0 3

2010	1	01	21.2	22.0	21.8 3	21.8	20.4 3	20.0	20.0	20.4	23.0	21.8	18.4	18.4	23.0 3
2011	1	01	20.1	19.2	19.0	20.0	20.8	20.0	19.0 3	20.0 3	19.8	20.0 3	20.0 3	19.8	20.8 3
2012	1	01	19.8	17.8						22.0	21.0 3	21.0	21.0 3	19.8	22.0 3
2013	1	01				21.0 3	20.0	19.4	18.0	19.9	21.0	21.8 3	20.0	20.8 3	21.8 3
2014	1	01	20.2	21.8	21.0	21.0	20.0	20.0	19.8 3	19.0 3	20.8 3	20.0 3	20.0 3	20.4	21.8 3
2015	1	01	19.8	21.1	20.0	20.4	21.0	19.0	20.8	19.0 3	23.0	21.0			23.0 3
MEDIOS			20.3	20.8	20.4	20.4	20.1	20.0	19.7	20.5	21.9	21.2	20.2	20.0	20.4
MAXIMOS			23.0	23.0	22.8	22.8	21.8	22.0	21.2	23.8	29.2	23.4	22.2	21.8	29.2
MINIMOS			17.0	17.0	18.4	18.2	18.9	19.0	18.0	19.0	19.8	19.0	18.4	18.0	17.0

VALORES MINIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								8.8 3	5.2 3	4.0	4.0 3	5.8	4.0 3
1988	1	01	7.0	6.5	6.5	7.5	7.5	4.5 3	5.0 3	5.5 3	*				4.5 3
1990	1	01			8.4	8.4 3	8.4	8.4 3	6.4	6.9	2.0 3	8.4 3	7.4 3	7.6 3	2.0 3
1991	1	01	7.0	8.0	8.2	7.0 3	9.0 3	8.0 3	8.0	7.0	7.2 3	7.0	8.8	8.0	7.0 3
1992	1	01	7.0	8.4	7.0	7.4	8.4	8.0	6.8 3	6.2	7.4	8.0	6.0	8.0	6.0 3
1993	1	01	7.4	7.8	8.2	9.0	7.4	9.0	7.0	7.4	7.4	8.2	8.0	8.8	7.0
1994	1	01	7.2	7.2					6.4	6.4	7.4	7.8	7.8	8.4	6.4 3
1995	1	01	7.0	6.8	7.0	8.8	8.2	7.4	6.2	7.2	6.0	7.0	8.4	7.0	6.0
1996	1	01	7.2	6.8	7.0	7.4	7.4	7.7	5.1	7.0	6.0	7.0	5.0	7.4	5.0
1997	1	01	7.0	7.0	7.2	7.0	8.0	5.0 3	6.0	5.4 3	6.0	6.8 3	7.0 3	6.0 3	5.0 3
1998	1	01	3.0 3	6.0	7.0 3	7.0	8.0	7.4	7.0	6.0	5.0	5.4	6.0	6.0	3.0 3
1999	1	01	5.0	5.0	7.0	7.6 3	6.8	6.0	6.0 3	4.0	6.0	5.2	5.0 3	5.3	4.0 3
2000	1	01	5.8	5.2	7.0	6.4	7.0	6.8	3.0	6.0	5.0 3	6.0	5.0	5.0	3.0 3
2001	1	01	5.0	5.0	6.8	5.2	6.2	5.0	5.4	5.2	5.0	6.0 3		7.2 3	5.0 3

2002	1	01	7.0	8.0	6.8	7.0	8.0	7.0	6.0	7.4	6.2	7.8	8.0	7.9	6.0
2003	1	01	6.0 3	7.4 3	7.0 3	7.4	8.8	8.0	7.0	7.0	2.8	8.0	6.0	6.2	2.8 3
2004	1	01	6.2 3	7.0	8.1	7.0 3	8.0	7.7	7.0	7.0	*	8.0	9.0	8.0	6.2 3
2005	1	01	7.3	7.0	9.0	9.0	7.4	8.2 3	6.0	8.0	8.0	6.0	7.0	7.0	6.0 3
2006	1	01	8.1	8.0 3	9.0	9.0 3	8.0 3	7.8	7.2 3	7.3 3	7.4	7.0 3	8.8 3	8.2	7.0 3
2007	1	01	8.0	6.8	9.0	9.0	8.0	8.6 3	7.0 3	7.0	7.8 3	8.0	8.0	7.0	6.8 3
2008	1	01	7.4	8.0 3	8.0 3	7.2 3	8.0 3	7.5	7.0	6.8	7.0	7.0 3	7.4	8.0 3	6.8 3
2009	1	01	9.0	8.2 3	8.0	8.4 3	8.0 3	8.8 3	8.0 3	8.0	7.0 3	7.0 3	9.0 3	8.4 3	7.0 3
2010	1	01	8.0 3	8.0 3	8.0 3	9.0 3	10.0 3	9.0 3	8.0 3	7.7 3	7.8	8.0 3	8.0 3	8.0	7.7 3
2011	1	01	8.0	8.0 3	8.0 3	8.4	9.0 3	8.4 3	8.0 3	8.0 3	8.0	8.0 3	8.0 3	8.0	8.0 3
2012	1	01	8.0 3	8.0 3						8.0 3	8.0 3	8.0 3	8.0 3	8.0 3	8.0 3
2013	1	01				7.9	9.0 3	8.0	7.8	7.0	7.0 3	7.8	8.0 3	9.0 3	7.0 3
2014	1	01	8.0 3	9.0 3	9.0 3	10.0	9.0 3	8.0 3	8.0 3	7.0	8.0	8.9 3	9.0	9.0 3	7.0 3
2015	1	01	8.4 3	9.0 3	8.4 3	9.0 3	9.0	9.0 3	8.0	8.4 3	8.0	9.0 3			8.0 3
MEDIOS			7.0	7.3	7.7	7.9	8.1	7.6	6.7	6.9	6.5	7.2	7.3	7.4	7.3
MAXIMOS			9.0	9.0	9.0	10.0	10.0	9.0	8.0	8.8	8.0	9.0	9.0	9.0	10.0
MINIMOS			3.0	5.0	6.5	5.2	6.2	4.5	3.0	4.0	2.0	4.0	4.0	5.0	2.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TENSION DE VAPOR (Mb) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	2	01									11.0 3	13.4 3	13.0 3	11.7 3	12.3 3
1988	2	01	12.0	12.3	11.6 3	12.8 3	12.3 3	11.5	10.9 3	10.9	11.8	12.8	13.1	12.2	12.0 3
1989	2	01	12.1	12.0	11.8 3	11.9	12.3	12.0	11.5 3	11.6	12.1	12.4 3	12.7 3	12.4 3	12.1 3
1990	2	01	12.8 3		12.7	13.0	12.9	12.2 3	11.7	11.2		12.0 3	12.4	12.2	12.3 3
1991	2	01	11.9	12.1	12.6	12.3 3	12.2 3	12.4 3	12.0	11.9 3	12.3 3	12.0	12.3	12.4	12.2 3
1992	2	01	11.8	12.2	12.0	11.7	12.2 3	11.7	11.3 3	11.5 3	11.5	11.7 3	12.2	12.7	11.9 3
1993	2	01	12.2	12.8	12.4	12.7	12.5	12.2	11.9	11.2	11.7 3	12.3 3	11.6 3	12.4 3	12.2 3

1994	2	01	12.2 3	12.2					12.0	11.9 3	12.0	12.3			12.1 3
1995	1	01	12.1	12.0 3	12.4	12.6	12.4	12.4	12.3	12.1 3	12.1	12.4 3	12.6 3	12.5	12.3 3
1996	1	01	12.1 3	11.7	12.6	12.6	12.6	12.5 3	11.9	12.1	12.1	12.4	12.3	12.5	12.3 3
1997	1	01	12.8	12.4 3	12.5	12.5	12.5	12.5	9.8	10.9	9.3	10.2	11.5	10.5	11.5 3
1998	1	01	10.9	11.7	12.0	12.4	12.3	11.9	11.4	11.6	11.4	11.9	12.5 3	12.4	11.9 3
1999	1	01	12.7	12.4	12.3	12.4	12.3	12.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.5	12.4	12.1
2000	1	01	12.5	12.0	12.0	12.0	12.1 3	12.2	11.9	11.4	11.8 3	11.7 3	12.3	12.0	12.0 3
2001	1	01	11.6	11.7	11.8 3	11.8 3	11.9	11.5	11.6	10.6	11.1	11.4	12.1	12.3	11.6 3
2002	1	01	12.0	12.1	12.0	12.1	12.3	11.8	11.7	11.6	11.5	11.9 3	12.2	12.3	12.0 3
2003	1	01	12.0 3	12.3 3		12.3 3	12.3 3	12.1	11.7	11.4 3	11.6	12.0	12.1	12.4	12.0 3
2004	1	01	12.2	11.9 3	11.9 3	12.1 3	12.2 3	11.9 3	11.8 3	11.2		12.1	12.2	12.3	12.0 3
2005	1	01	12.0 3	12.1	12.3 3	12.3 3	12.3	12.3	12.0	11.4	11.8	11.9 3	12.3 3	12.5 3	12.1 3
2006	1	01	12.7 3	12.4 3	12.5 3	12.4 3	12.3 3	12.3 3	12.1 3	12.1 3	11.7	12.3 3	12.4 3	12.5	12.3 3
2007	1	01	12.4 3	11.9 3	12.3 3	12.4	12.4	12.2	12.1 3	12.2 3	12.1 3	12.3	12.7 3	12.7 3	12.3 3
2008	1	01	12.6	12.7 3	12.6 3	12.2 3	12.4 3	12.5 3	12.4 3	12.2 3	11.7 3	12.0	12.4	12.4 3	12.3 3
2009	1	01	12.5	12.3	12.3 3	12.4 3	11.9	11.8 3	11.6 3	11.3 3	11.0 3	11.6 3	11.9 3	12.0 3	11.9 3
2010	1	01	11.4	12.2	11.8	12.4 3	12.6	12.0	11.8	10.6	10.7	11.9 3	12.3 3	12.3 3	11.8 3
2011	1	01	11.9	12.2	12.3 3	12.5	12.6 3	12.2	11.9	11.4	11.7	12.3	12.5 3	12.4 3	12.2 3
2012	1	01	12.5	12.5						10.6 3	10.6 3	11.6 3	12.5 3	12.9	11.9 3
2013	1	01				11.8 3	12.4	11.3	10.9	10.9	10.8	11.5	12.4	12.2	11.6 3
2014	1	01	12.2	12.1 3	12.4	11.5	12.3	12.0			10.5	11.6 3	12.5	12.3 3	11.9 3
2015	1	01	12.1	12.4	12.8	12.1	11.9 3	11.5	11.0	10.7 3	10.0	11.4			11.6 3
MEDIOS			12.2	12.2	12.2	12.3	12.3	12.0	11.6	11.4	11.4	12.0	12.4	12.3	12.0
MAXIMOS			12.8	12.8	12.8	13.0	12.9	12.5	12.4	12.2	12.3	13.4	13.1	12.9	13.4
MINIMOS			10.9	11.7	11.6	11.5	11.9	11.3	9.8	10.6	9.3	10.2	11.5	10.5	9.3

****

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos

8 : Curva de gastos

9 : Seccion inestable

A : Instr. sedimentado

M : Maximo no extrapol.

* : Datos insuficientes

9 : Generados (Series)

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE NUBOSIDAD (Octas)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01	6	6	7	7	6	6	4	5	5 3	6	6	6	6 3
1984	1	01	6	6	6	7 3	2	2	2	2	2	2	2	2	6 3
1995	1	01											6	6	6 3
1996	1	01							5	5	5				5 3
1999	1	01	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2000	1	01	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2001	1	01	8	8	8	8	8	8	8						8 3
MEDIOS			7	7	7	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7
MAXIMOS			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
MINIMOS			6	6	6	7	6	6	4	5	5	6	6	6	4

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *

1957	3	02	50.0					.0	15.0	4.0	27.0	80.0	40.0	25.0 3	241.0 3
1958	3	02	85.0	65.0	29.0	135.0	97.0	81.0	7.0	48.0	27.0	95.0	171.0	152.0	992.0
1959	3	02	58.0	34.0	45.0	62.0	134.0	68.0	52.0	61.0	.0	96.0	110.0	143.0	863.0
1960	3	02	76.0	164.0	97.0	36.0	97.0	43.0	39.0	35.0	10.0	71.0	53.0	74.0	795.0
1961	3	02	41.0	33.0	72.0	168.0	36.0	56.0	19.0	.0	22.0	209.0	247.0	83.0	986.0
1962	3	02	119.0	94.0	145.0	114.0	144.0	64.0	13.0	60.0	32.0	110.0	127.0	86.0	1108.0
1963	3	02	57.0	170.0	53.0	123.0	65.0	75.0	24.0	1.0	6.0	132.0	225.0	129.0	1060.0
1964	3	02	24.0	59.0	64.0	160.0	28.0	121.0	40.0	28.0	24.0	108.0	132.0	151.0	939.0
1965	3	02	117.0	3.0	15.0	215.0	111.0	5.0	10.0	7.0	85.0	80.0	216.0 3	125.0 3	989.0 3
1966	3	02	46.0	91.0	119.0	115.0	109.0	67.0	63.0	34.0	49.0	110.0	238.0	200.0	1241.0
1967	3	02	106.0	104.0	106.0	63.0	62.0	44.0	32.0	11.0	17.0	120.0	119.0	8.0	792.0
1968	3	02	48.0	71.0	167.0	139.0	18.0	76.0	14.0	35.0	54.0	221.0	236.0	32.0	1111.0
1969	1	01	115.0	45.0	40.0	207.0	94.0	48.0	4.0	30.0	150.0	165.0	85.0	144.0	1127.0
1970	1	01	54.5	181.0	73.0	92.0	170.5 3	62.0	24.5	35.5	111.0	129.0	222.5	164.0	1319.5 3
1971	1	01	212.0	145.0	204.0	76.0	98.0	48.0	35.0	35.0	38.0	183.0	146.0	41.0	1261.0
1972	1	01	154.0	137.0	84.0	88.0	83.0	67.5	27.0	99.0	34.0	117.0	142.0	64.0	1096.5
1973	1	01	15.0	77.0	83.0	92.0	55.0	56.0	45.0	43.0	54.0	506.0	97.0	197.0	1320.0
1974	1	01	138.0	154.0	185.0	105.0	119.0	86.0	84.0	5.0	59.0	71.0	244.0	120.0	1370.0
1975	1	01	13.0	117.0	101.0	43.0	41.0	70.0	87.0	29.0	54.0	104.0	187.0	131.0	977.0
1976	1	01	33.0	16.0	48.0	110.0	83.0	16.0	20.0	47.0	51.0	123.0	71.0	39.0	657.0
1977	1	01	30.5	30.5	47.0	36.0	37.0	20.0	21.0	12.0	60.0	83.0	21.0	43.0	441.0
1978	1	01	39.0	38.0	96.0	178.0	69.0	63.5	49.5	16.0	32.0	57.0	68.0	153.0	859.0
1979	1	01	49.0	48.0	241.0	152.0	149.0	24.0	24.0	100.0	86.0	97.0	110.0	61.0	1141.0
1980	1	01	92.0	99.0	52.0	97.0	55.0	41.0	6.0	16.2	31.7	114.8	120.7	35.9	761.3
1981	1	01	26.6	25.1	131.6	103.8	101.2	37.2	37.5	39.1	3.4	15.0	107.7	90.7	718.9
1982	1	01	61.3	90.1	131.1	186.9	129.3	12.2	9.3	6.9	4.4	66.3	162.1	103.6	963.5
1983	1	01	47.1	60.7	56.5	138.4	141.1	11.5	8.2 3	3.5	14.6 3	131.5	85.4	130.1	828.6 3
1984	1	01	168.2	170.5	89.8	174.6	133.2	15.3	38.6	15.3	63.6	172.9	239.4	21.1	1302.5
1985	1	01	241.0	40.3	30.3	65.2	155.0	55.0	27.5	44.0	71.1	79.7	86.5 3	108.4 3	1004.0 3
1986	1	01	78.1	109.6	141.1	102.2	78.4	12.6	8.3	16.2	39.8	248.9	152.0	43.2	1030.4
1987	1	01	51.8	23.3	97.3	129.3	182.7	12.8	32.7	38.6	41.3	219.7	49.5	22.6	901.6
1988	1	01	74.7	71.0	24.6	166.9	105.5	86.1	31.3	93.9	68.4	126.8	281.9	144.2	1275.3
1989	1	01	87.7	86.4	98.1	67.5	61.9	109.1	10.7	15.9	32.8	123.7	61.7	121.5	877.0
1990	1	01	69.3	147.6	58.4	78.1	29.5	16.2	28.5	.0	32.9	161.0	42.8	65.9	730.2
1991	1	01	68.3	38.8	204.9	98.8	68.2	6.7	25.5	8.9	14.3	42.1	233.3	95.0	904.8
1992	1	01	17.9	38.9	41.5	74.3	55.1	4.4	27.9	19.5	84.5	26.1	105.8	110.0	605.9
1993	1	01	106.4	122.7	144.2	133.3	99.1	10.1	25.0	8.3	78.8	127.7	239.8	175.8	1271.2

1994	1	01	240.3	68.8	105.1	199.3	75.5	13.8	13.8	15.2	46.1	122.3	116.9	19.4	1036.5
1995	1	01	33.3	67.6	58.9	112.5	83.1	59.9	50.7	23.3	12.9	126.8	118.9	24.3 3	772.2 3
1996	1	01	91.7	117.2	188.7	145.4	154.0	88.6	42.7	24.2	35.5	126.5	72.8	126.9	1214.2
1997	1	01	255.8	59.4	92.4	62.8	58.0	71.4	.6	2.5	55.0	110.8	194.6	30.5	993.8
1998	1	01	19.2	36.1	121.0	86.1	127.6	26.5	46.1	40.2	37.0	138.9	214.2	43.4	936.3
1999	1	01	152.8	218.3	89.0	111.3	89.4	48.0	22.0	29.0	155.1	162.6	196.7	228.4 3	1502.6 3
2000	1	01	178.6	107.1 8	112.5	147.0	233.0	85.7	36.4	21.9	93.9	72.6	56.2	43.2	1188.1
2001	1	01	66.7	51.8	49.5	60.1	149.8	33.3	32.0	.9	52.4	34.7	102.8	107.0	741.0

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	90.5	36.4	53.0	156.8	69.1	78.9	6.6	14.3	48.9	95.7	70.3	78.1	798.6
2003	1	01	18.1	29.9	95.0	91.5	35.4	13.3	31.8	3.0	90.8	97.6	107.0	35.3 3	648.7 3
2004	1	01	64.5	38.5 3	54.6	129.1	77.3	19.3	11.2	4.2	26.2	185.9	190.5	95.3	896.6 3
2005	1	01	74.8	83.1 3	152.1	125.7	195.9	36.9	19.8	13.5	42.9	139.1	126.1	151.9	1161.8 3
2006	1	01	108.4	77.1	174.4	224.2	53.6	110.9	15.8	15.2	16.2	91.5	159.0	128.9	1175.2
2007	1	01	60.6	18.2	133.1	120.5	70.8 3	43.7	44.1	30.2	3.7	208.6	149.4	126.6	1009.5 3
2008	1	01	144.3	105.4	127.0	141.7	191.3	50.3	12.1	27.1	27.0	188.2	155.7	183.1	1353.2
2009	1	01	129.3	118.0	123.5	97.8	64.8	46.1	21.5	16.1	36.8	120.9	127.6	148.8	1051.2
2010	1	01	9.8	46.0	39.7	162.1	159.3	54.5	96.5	14.0	54.7	142.3	266.5	123.1	1168.5
2011	1	01	89.2	150.3	131.3 3	170.3	85.8	59.2	81.2	18.3	33.2	138.0	101.8	217.5	1276.1 3
2012	1	01	216.3	98.9	93.9	167.7	29.8	10.4	7.0		.0	80.2 3	92.1	50.4	846.7 3
2013	1	01	33.3	156.2 3	67.3		184.5	7.1	39.2	22.3	9.2	62.7	75.8 3	60.7	718.3 3
2014	1	01	144.1	45.9	185.1	59.4	202.3 3	84.2	20.0	9.8	33.7	155.7 3	164.3	181.7	1286.2 3
2015	1	01	89.8	29.8	70.4	76.7	22.9	10.4	30.2	5.0	5.9	91.9	104.1		537.1 3
MEDIOS			87.8	82.1	98.8	118.8	98.4	46.5	29.6	25.0	43.7	125.7	139.7	100.6	996.9
MAXIMOS			255.8	218.3	241.0	224.2	233.0	121.0	96.5	100.0	155.1	506.0	281.9	228.4	506.0

MINIMOS	9.8	3.0	15.0	36.0	18.0	0.0	0.6	0.0	0.0	15.0	21.0	8.0	0.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	7					0	3	3	6	8	3	5 3	35 3
1958	3	02	11	13	5	16	14	8	5	6	3	13	16	14	124
1959	3	02	12	3	7	13	13	16	9	9	0	10	13	15	120
1960	3	02	10	15	11	11	12	9	8	3	2	13	9	11	114
1961	3	02	5	5	9	15	8	12	7	0	5	18	19	13	116
1962	3	02	16	18	16	18	21	15	6	7	8	12	18	9	164
1963	3	02	11	23	10	15	11	9	4	1	2	11	17	14	128
1964	3	02	1	6	8	13	7	16	6	3	3	15	16	15	109
1965	3	02	13	1	2	14	17	2	2	2	5	13	23 3	8 3	102 3
1966	3	02	7	10	9	11	11	12	8	7	6	14	24	17	136
1967	3	02	10	12	10	9	13	10	7	4	4	14	13	3	109
1968	3	02	9	9	14	10	3	9	6	4	6	20	14	6	110
1969	1	01	9	7	9	20	13	8	2	5	9	17	14	16	129
1970	1	01	11	19	8	11	18 3	11	7	8	9	15	22	16	155 3
1971	1	01	14	14	23	14	15	14	6	10	6	21	17	10	164
1972	1	01	18	11	16	12	13	10	7	8	4	9	17	8	133
1973	1	01	6	7	9	10	14	12	10	8	14	16	15	17	138
1974	1	01	10	13	17	10	12	14	10	2	14	13	23	13	151
1975	1	01	6	17	13	8	11	17	14	9	7	19	21	23	165
1976	1	01	11	9	10	16	17	7	9	10	9	20	15	16	149
1977	1	01	8	9	10	12	7	4	5	4	8	12	6	8	93
1978	1	01	9	4	14	19	13	11	7	6	9	8	9	22	131
1979	1	01	9	4	16	12	16	6	1	10	10	14	17	11	126

1980	1	01	11	16	8	13	6	6	3	4	7	14	14	8	110	
1981	1	01	5	6	18	17	19	6	9	7	4	3	14	12	120	
1982	1	01	10	6	18	14	12	2	2	1	3	16	13	13	110	
1983	1	01	9	7	13	16	12	2	4 3	5	6 3	17	12	16	119	3
1984	1	01	19	17	11	15	13	5	6	1	6	10	16	3	122	
1985	1	01	18	8	3	5	16	3	7	8	9	9	7 3	10 3	103	3
1986	1	01	6	11	14	15	9	3	4	3	6	21	16	8	116	
1987	1	01	4	4	10	11	16	5	12	8	4	19	6	5	104	
1988	1	01	10	9	5	19	10	13	5	14	15	18	27	18	163	
1989	1	01	14	9	15	10	12	19	7	9	12	17	15	12	151	
1990	1	01	10	18	17	14	14	8	5	0	6	21	8	18	139	
1991	1	01	14	8	22	12	15	5	7	4	5	5	17	16	130	
1992	1	01	7	7	8	12	14	3	7	2	11	6	13	14	104	
1993	1	01	11	15	19	14	15	3	5	3	6	8	18	11	128	
1994	1	01	16	9	12	15	16	3	3	3	6	12	14	5	114	
1995	1	01	5	5	8	10	12	7	11	5	5	13	15	6 3	102	3
1996	1	01	18	17	18	20	20	8	6	5	8	17	11	13	161	
1997	1	01	23	11	11	11	12	12	1	3	5	8	20	4	121	
1998	1	01	2	4	10	18	18	7	13	10	8	17	22	6	135	
1999	1	01	19	22	12	20	16	12	9	5	19	22	21	22 3	199	3
2000	1	01	21	*	21	22	25	15	11	11	17	11	14	12	180	3
2001	1	01	11	10	15	10	10	8	6	1	13	2	12	20	118	

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *	
2002	1	01	10	5	11	15	7	7	3	2	5	13	8	6	92	
2003	1	01	5	2	10	9	9	5	3	2	7	13	14	9 3	88	3
2004	1	01	7	7 3	7	13	9	4	5	2	5	18	15	10	102	3

2005	1	01	13	12 3	12	15	15	6	5	2	9	16	13	19	137	3
2006	1	01	22	11	18	23	13	13	7	5	6	13	22	15	168	
2007	1	01	6	6	14	22	18 3	15	11	10	2	22	19	20	165	3
2008	1	01	19	22	16	21	19	15	9	12	9	20	18	25	205	
2009	1	01	21	15	19	14	9	11	8	12	6	11	13	13	152	
2010	1	01	6	10	10	25	15	9	16	4	11	19	27	27	179	
2011	1	01	13	23	18 3	24	13	10	14	5	10	19	15	23	187	3
2012	1	01	23	22	13	21	10	9	5		0	11 3	17	13	144	3
2013	1	01	7	15 3	10		27	4	14	5	4	13	11 3	13	123	3
2014	1	01	11	6	15	8	20 3	14	5	6	7	12 3	18	17	139	3
2015	1	01	11	5	18	11	13	6	13	2	2	9	16		106	3
MEDIOS			11	11	13	14	14	9	7	5	7	14	15	13	133	
MAXIMOS			23	23	23	25	27	19	16	14	19	22	27	27	27.0	
MINIMOS			1	1	2	5	3	0	1	0	0	2	3	3	0.0	

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	22.0					.0	13.0	2.0	6.0	19.0	16.0	11.0 3	22.0 3
1958	3	02	18.0	10.0	10.0	22.0	20.0	23.0	2.0	21.0	13.0	15.0	20.0	31.0	31.0
1959	3	02	9.0	19.0	10.0	14.0	27.0	12.0	18.0	23.0	.0	21.0	24.0	22.0	27.0
1960	3	02	17.0	23.0	32.0	6.0	20.0	17.0	17.0	15.0	7.0	17.0	15.0	14.0	32.0
1961	3	02	17.0	10.0	15.0	30.0	12.0	11.0	4.0	.0	7.0	36.0	36.0	12.0	36.0
1962	3	02	25.0	19.0	30.0	21.0	23.0	10.0	4.0	24.0	14.0	23.0	23.0	25.0	30.0
1963	3	02	21.0	25.0	10.0	19.0	15.0	20.0	12.0	1.0	4.0	30.0	35.0	30.0	35.0
1964	3	02	24.0	17.0	15.0	24.0	7.0	17.0	20.0	24.0	10.0	17.0	18.0	22.0	24.0
1965	3	02	23.0	3.0	8.0	48.0	18.0	3.0	7.0	4.0	37.0	14.0	25.0 3	27.0 3	48.0 3

1966	3	02	13.0	21.0	25.0	30.0	25.0	12.0	17.0	9.0	14.0	22.0	25.0	42.0	42.0
1967	3	02	30.0	17.0	25.0	12.0	14.0	10.0	18.0	8.0	7.0	25.0	25.0	5.0	30.0
1968	3	02	9.0	15.0	29.0	32.0	8.0	25.0	5.0	21.0	29.0	30.0	51.0	18.0	51.0
1969	1	01	36.0	9.0	12.0	41.0	24.0	15.0	2.0	10.0	43.0	22.0	14.0	35.0	43.0
1970	1	01	9.0	35.0	16.0	25.0	27.0 3	16.0	8.0	13.0	28.0	30.0	25.0	31.0	35.0 3
1971	1	01	35.0	31.0	26.0	15.0	15.0	10.0	15.0	22.0	21.0	30.0	30.0	15.0	35.0
1972	1	01	27.0	35.0	15.0	25.0	28.0	15.0	12.0	40.0	18.0	31.0	33.0	30.0	40.0
1973	1	01	4.0	30.0	29.0	30.0	10.0	12.0	13.0	10.0	9.0	76.0	15.0	36.0	76.0
1974	1	01	33.0	24.0	48.0	25.0	30.0	20.0	24.0	4.0	9.0	16.0	23.0	30.0	48.0
1975	1	01	5.0	17.0	19.0	19.0	8.0	11.0	12.0	6.0	22.0	12.0	18.0	13.0	22.0
1976	1	01	10.0	4.0	11.0	16.0	13.0	5.0	7.0	13.0	10.0	12.0	17.0	8.0	17.0
1977	1	01	12.0	7.0	14.0	6.0	14.0	12.0	14.0	5.0	13.0	15.0	8.0	12.0	15.0
1978	1	01	15.0	19.0	14.0	28.0	17.0	11.0	17.0	5.0	7.0	20.0	20.0	17.0	28.0
1979	1	01	15.0	21.0	59.0	39.0	26.0	7.0	24.0	25.0	31.0	26.0	20.0	16.0	59.0
1980	1	01	22.0	12.0	35.0	23.0	36.0	15.0	3.0	9.1	13.1	26.3	30.0	17.6	36.0
1981	1	01	12.2	7.2	18.5	13.6	11.3	9.9	12.9	17.0	2.0	8.4	22.0	19.8	22.0
1982	1	01	10.5	30.9	31.2	38.7	41.6	12.0	6.2	6.9	2.3	12.4	29.6	28.1	41.6
1983	1	01	20.0	29.0	12.9	48.1	23.0	7.0	5.7 3	1.8	6.0 3	24.6	21.1	23.2	48.1 3
1984	1	01	19.3	26.5	23.4	22.4	27.7	6.3	17.9	15.3	24.0	41.7	53.7	10.6	53.7
1985	1	01	25.4	20.2	15.3	23.1	27.3	27.7	10.1	14.5	26.6	28.3	25.7 3	16.3 3	28.3 3
1986	1	01	25.1	16.5	20.0	14.6	18.6	5.2	5.7	10.0	13.2	44.1	27.8	14.0	44.1
1987	1	01	23.0	12.0	21.2	38.5	40.0	3.6	6.2	11.2	25.5	50.0	14.4	10.0	50.0
1988	1	01	22.0	15.3	7.5	19.0	25.6	26.2	10.0	16.8	16.0	35.7	43.5	24.3	43.5
1989	1	01	20.6	28.5	36.0	25.8	17.5	15.0	5.4	4.4	10.0	26.9	25.2	19.8	36.0
1990	1	01	37.0	28.3	17.0	12.0	5.1	7.1	21.3	.0	19.0	32.0	13.4	16.0	37.0
1991	1	01	20.5	8.5	51.0	43.7	23.6	2.4	11.6	5.2	5.8	25.2	46.8	16.5	51.0
1992	1	01	7.4	22.7	15.9	34.8	18.3	1.6	18.5	16.3	18.5	9.2	27.5	23.2	34.8
1993	1	01	18.9	36.6	14.5	40.0	15.5	6.5	11.1	3.2	33.9	46.2	36.2	35.8	46.2
1994	1	01	31.1	12.7	16.5	40.3	29.3	7.4	8.0	7.2	23.1	38.5	41.1	7.4	41.1
1995	1	01	18.5	35.5	17.2	39.6	21.1	18.5	14.2	8.5	4.2	24.0	26.6	7.5 3	39.6 3
1996	1	01	11.9	27.5	37.2	28.9	22.5	33.6	18.0	11.2	13.5	21.3	19.8	32.7	37.2
1997	1	01	22.3	23.2	20.0	15.5	16.8	13.7	.6	1.1	25.6	29.8	50.3	20.3	50.3
1998	1	01	18.6	17.2	49.5	13.5	33.1	13.0	8.5	11.9	11.7	22.7	42.7	12.2	49.5
1999	1	01	20.8	24.1	22.2	18.3	10.5	10.9	6.3	14.2	15.5	25.6	36.8	24.3 3	36.8 3
2000	1	01	30.1	*	22.3	31.2	48.7	16.7	16.5	7.3	19.5	20.4	24.1	14.3	48.7 3
2001	1	01	14.7	17.3	10.5	12.3	94.4	16.4	9.9	.9	12.0	27.0	15.7	16.7	94.4

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	29.0	28.3	18.7	58.3	24.7	23.9	2.7	12.8	24.0	14.3	17.7	27.9	58.3
2003	1	01	6.9	26.7	28.7	23.0	19.3	5.0	14.3	2.1	39.5	19.9	27.9	10.4 3	39.5 3
2004	1	01	22.5	10.1 3	29.7	30.1	25.2	13.3	3.1	2.9	8.5	29.8	51.0	29.2	51.0 3
2005	1	01	16.3	34.7 3	25.0	29.5	46.1	10.6	6.2	12.2	12.2	19.5	31.9	21.4	46.1 3
2006	1	01	23.1	33.2	31.2	39.9	24.8	25.4	7.1	8.8	5.5	27.2	31.9	23.7	39.9
2007	1	01	29.4	8.8	39.8	22.9	15.5 3	16.8	13.2	15.5	2.9	34.0	23.8	18.0	39.8 3
2008	1	01	31.9	19.6	30.4	24.6	40.1	24.7	3.0	10.0	11.5	40.5	43.0	43.2	43.2
2009	1	01	26.3	23.5	28.3	19.6	25.8	18.2	8.2	5.5	27.5	23.5	33.2	31.6	33.2
2010	1	01	5.1	13.2	13.6	34.0	43.5	18.9	26.6	8.7	15.9	25.4	24.6	14.6	43.5
2011	1	01	32.2	38.7	20.7 3	25.5	19.9	30.5	38.2	13.8	14.9	18.4	30.9	34.3	38.7 3
2012	1	01	31.9	17.9	18.6	32.1	6.2	1.8	3.1		.0	15.4 3	34.2	8.6	34.2 3
2013	1	01	9.8	57.2 3	19.5		61.2	2.6	9.2	8.4	4.2	14.7	14.9 3	13.7	61.2 3
2014	1	01	38.4	16.4	72.7	19.2	43.2 3	37.6	10.5	5.5	22.9	39.0 3	31.6	51.1	72.7 3
2015	1	01	26.8	22.4	13.6	22.5	3.5	4.0	7.2	4.1	5.1	39.2	24.2		39.2 3
MEDIOS			20.5	21.3	23.7	26.4	24.3	13.6	11.3	10.5	15.2	26.1	27.6	21.4	20.2
MAXIMOS			38.4	57.2	72.7	58.3	94.4	37.6	38.2	40.0	43.0	76.0	53.7	51.1	94.4
MINIMOS			4.0	3.0	7.5	6.0	3.5	0.0	0.6	0.0	0.0	8.4	8.0	5.0	0.0

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos

4 : Definitivos Otra Entidad

4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19

ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1953	1	01					101.1 3	11.2	24.0	5.0	98.0	157.0	130.0	117.5	643.8 3
1954	1	01	36.7 8	38.6 8	42.5 8	60.4 8	42.1 8	32.2 8	21.8 8	16.0 8	30.0 8	77.4 8	75.8 8	64.2 8	537.7
1955	1	01	35.8 8	37.7 8	41.5 8	59.0 8	41.0 8	31.6 8	21.3 8	15.8 8	29.0 8	75.2 8	73.7 8	62.4 8	524.0
1956	3	08	18.8	62.0	16.5	82.1	25.0	25.1	14.4	1.7	75.3	123.1	31.7	116.9	592.6
1957	1	01	25.0	17.0	40.9	62.6	83.3	2.1	2.9 8	2.5	15.6	54.0	27.5	58.3	391.7
1958	1	01	52.8	21.1	15.0	50.3	27.0	53.5	19.7	60.8	31.5	80.0	121.3	66.9	599.9
1959	1	01	56.1	47.1	57.5	54.4	55.6	64.4	58.8	59.5	5.5	51.1	79.6	72.0	661.6
1960	1	01	52.7	126.4	80.9	19.8	53.0	36.1	32.1	15.8	14.1	93.0	56.0	67.5	647.4
1961	1	01	27.8	20.3	61.3	153.9	15.3	51.2	10.6	8.6	27.2	66.5	148.2	28.0	618.9
1962	3	12	78.7	66.0 6	83.5	75.8	105.8	38.2	9.7	58.7	23.1	71.6	82.5	128.2	821.8
1963	3	12	26.1	117.0 6	61.0 6	108.5	77.9	60.9	14.7	15.7	28.0	77.0	99.1	38.4	724.3
1964	3	12	16.9	25.2	18.1	93.0	15.7	93.2	29.1	53.0	41.8	122.8	89.6	153.9	752.3
1965	3	12	71.1	11.3	48.8	157.5	68.4	7.5	39.7	10.5	62.1	76.6	246.0	102.1	901.6
1966	3	12	24.5	32.5	71.5	56.8	79.1	53.0	39.7	18.2	40.3	55.2	181.4	151.9	804.1
1967	1	01	36.0	60.8	45.3	17.2	40.8	62.1	38.0 6	19.9	22.1	174.1	182.4	70.8	769.5
1968	3	12	41.5	84.0	91.3	144.7	8.1	105.1	39.0 6	44.0 6	56.0 6	101.0 6	91.5	72.0	878.2
1969	1	01	68.6	42.2	39.3	70.3	42.2	59.2	12.5	32.5	97.3	142.2	81.0 6	67.0 6	754.3
1970	1	01	74.0 6	109.0 6	77.0 6	86.0 6	87.0 6	46.0 6	46.0 6	47.0 6	59.0 6	123.3	246.3	91.4	1092.0
1971	1	01	212.4	125.7	174.2	107.5	67.8	38.5	37.0 6	39.0 6	90.0 6	186.9	134.5	30.2	1243.7
1972	1	01	192.6	62.0	71.3 3	89.9	67.7	47.6	39.8	58.3	30.2	116.6	137.7	55.9	969.6 3
1973	1	01	27.8	43.4	24.6	53.4	57.1	65.0	80.0	50.7	60.6	122.6	132.7	100.8	818.7
1974	1	01	68.3	103.9	136.3	93.1	63.8	65.8	55.2	21.2	50.2	119.7	162.1	138.8	1078.4
1975	1	01	18.6	93.9	84.9	72.8	42.8	121.5	52.1	76.4	55.1	114.4	149.5	98.4	980.4
1976	1	01	60.1	67.0	76.9	94.3	63.3	42.2	48.1	26.1	34.5	130.2	113.6	53.4	809.7
1977	1	01	19.5	21.1	110.8	123.1	37.2	31.1	34.0	24.4	71.4	59.4	48.5	41.2	621.7
1978	1	01	55.5	37.2	51.8	96.8	30.3	44.8	31.3	15.9	30.9	36.0	38.4	132.6	601.5
1979	1	01	76.4	20.7	119.9	68.8	60.5	23.6	33.0	80.2	42.7	62.9	81.1	86.3	756.1
1980	1	01	79.9	73.2	36.2	77.2	30.3	30.9	28.6	21.4	44.1	126.4	77.4	51.5	677.1
1981	1	01	26.0	20.2	65.0 8	61.5	91.4	48.5	52.2	55.7	9.5	51.1	123.3	122.0	726.4
1982	1	01	103.7	102.8	125.3	79.9	64.2	18.4	62.9	13.1	15.3	64.9	69.9	103.3	823.7
1983	1	01	28.5	45.2	64.6	106.5	52.5	19.6	14.7	11.5	26.4	126.3	48.8	91.6	636.2
1984	1	01	137.4	77.8	82.3	138.8	97.4	17.1	23.7	28.8	65.8	94.5	73.3	54.6	891.5
1985	1	01	70.7	33.3	52.4	95.9	82.1	31.2	15.8	20.5	63.9	60.0	52.1	61.2	639.1
1986	1	01	61.1	67.7	85.9	61.1	75.8	25.5	17.7	24.6	21.1	143.4	76.1	38.8	698.8
1987	1	01	40.8	28.2	92.6	147.1	112.9	19.4	23.6	30.2	16.9	115.2	52.5	66.8 8	746.2
1988	1	01	33.5	42.9	29.7	124.1	97.2	71.2	30.8	70.0	59.7	62.2	159.8	75.9	857.0

1989	1	01	75.8	51.9	77.1	55.9	27.4	85.8	30.9	23.3	24.6	66.6	28.7	72.2	620.2
1990	1	01	42.8	99.6	50.4	72.1	55.2	54.7	38.1	11.3	22.9	112.9	30.7	37.3	628.0
1991	1	01	60.4	86.8	92.2	68.3	69.8	28.0	38.0	24.8	18.7	25.8	114.5	45.2	672.5
1992	1	01	22.1	32.0	30.4 3	52.3	53.1	10.0	19.2	14.9	29.8	40.5	41.8	47.0	393.1 3
1993	1	01	89.3	87.7	107.7	66.3	74.5	21.9	21.5	17.5	15.6	63.1	176.0	109.5	850.6
1994	1	01	98.5	36.3	94.5	120.7	88.5	22.8	16.2	26.9	32.4	45.8	120.4	74.5	777.5
1995	1	01	29.1	43.0	41.2	66.9	106.8	41.0	43.7	22.2	4.0	72.1	113.1	39.6	622.7
1996	1	01	105.4	97.3	132.0	121.4	108.8	62.2	16.7	43.1	422.3	257.4	84.1	120.0	1570.7
1997	1	01	149.9	65.6	75.4	62.9	46.5	89.8	23.0	11.2	54.7	68.7	97.0	48.4	793.1
1998	1	01	9.9	44.2	67.8	45.1	155.4	28.5	42.3	29.7	29.1	72.8	90.6	53.8	669.2
1999	1	01	114.2	174.4	91.4	79.3	58.5	68.6	22.5	20.9	567.0	110.8	180.6	178.2	1666.4
2000	1	01	107.8	128.0	67.0	125.5	177.7	90.5	38.6	19.2	66.7	57.4	51.9	42.9	973.2
2001	1	01	56.6	59.7	33.1	55.5	50.6	34.6	30.2	21.9	32.1	25.7	101.5	74.9	576.4
2002	1	01	73.7	35.7	35.7	75.0	66.1	62.4	29.1	22.3	53.7	133.3	87.1	52.2	726.3
2003	1	01	20.9	36.3	95.6	75.5	57.9	51.9	40.4	5.5	50.2	91.3	98.1	62.6 3	686.2 3
2004	1	01	68.3	15.5	69.1	75.7 3	51.7	34.2	25.0 3	10.1	26.4 3	155.0	94.9	64.0	689.9 3
2005	1	01	72.2	75.4	114.0 3	89.0 3	79.3	43.1 3	40.1	31.6	60.7	143.7	105.3	170.8	1025.2 3
2006	1	01	60.6	66.6	162.0	130.0	26.5	*	77.1	30.0	11.7	88.3 3	111.4	112.5	876.7 3
2007	1	01	50.9	39.8	98.1	63.0 3	40.5	36.7 3	42.9	43.8	10.9	182.5	116.6 3	149.1	874.8 3
2008	1	01	119.3	111.3	135.8	89.1	141.9	39.9	17.9	34.5	33.3	111.0	91.0	138.7	1063.7
2009	1	01	139.8	83.9	117.2	69.7	34.2	31.3	15.8	18.7	22.2	94.8	101.1	77.4	806.1
2010	1	01	4.4	82.6	47.2	138.3	84.1	51.5	72.1	11.1	48.5	127.0	214.5	101.4	982.7
2011	1	01	67.5	136.6	129.9	135.0	98.9	52.0	94.8	14.2	29.0	109.5	84.4	151.0	1102.8
2012	1	01	152.0	103.3	84.5	113.6		13.4 3			5.3				472.1 3
2013	1	01							39.4 3	25.8	12.4 3	126.1 3	100.0	64.5	368.2 3
2014	1	01	115.5	27.7	80.5	59.5	171.0	74.1	37.6	16.1 3	30.6	80.0	83.4 3	71.3 3	847.3 3
2015	1	01	60.7 3	46.7	77.2	51.3	24.8	36.9	33.6 3	13.4	5.1	39.1			388.8 3
MEDIOS			66.0	63.2	75.1	85.3	67.4	45.3	33.9	27.7	51.8	97.0	103.2	83.5	799.2
MAXIMOS			212.4	174.4	174.2	157.5	177.7	121.5	94.8	80.2	567.0	257.4	246.3	178.2	567.0
MINIMOS			4.4	11.3	15.0	17.2	8.1	2.1	2.9	1.7	4.0	25.7	27.5	28.0	1.7

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19

ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1953	1	01					10 3	3	6	3	12	19	16	17	86 3
1956	3	08	8	10	3	12	8	10	4	2	7	18	10	10	102
1957	1	01	6	2	8	12	13	2		2	6	9	5	7	72 3
1958	1	01	9	5	4	10	9	5	7	11	6	15	16	13	110
1959	1	01	11	4	12	8	11	13	16	9	5	13	15	14	131

1960	1	01	11	17	13	9	8	6	9	6	6	16	12	11	124	
1961	1	01	6	10	14	13	12	15	9	6	8	14	20	13	140	
1962	3	12	12		13	13	19	12	8	11	7	11	12	14	132	3
1963	3	12	3			15	10	9	5	6	6	7	15	15	91	3
1964	3	12	1	8	7	13	9	16	7	7	7	16	11	21	123	
1965	3	12	11	6	11	17	11	9	10	7	8	10	21	10	131	
1966	3	12	12	12	22	20	17	16	13	14	12	16	26	23	203	
1967	1	01	10	13	12	20	18	21		10	9	16	16	11	156	3
1968	3	12	16	14	17	16	4	15					15	10	107	3
1969	1	01	19	7	12	12	6	9	4	10	8	19			106	3
1970	1	01										11	22	13	46	3
1971	1	01	16	16	21	13	15	14				20	20	8	143	3
1972	1	01	19	12	13 3	17	20	20	24	15	18	16	23	18	215	3
1973	1	01	16	15	16	18	21	23	23	22	17	23	22	24	240	
1974	1	01	19	19	20	19	19	20	20	17	20	24	23	23	243	
1975	1	01	22	17	16	18	21	24	22	22	17	26	27	26	258	
1976	1	01	19	12	25	21	23	20	18	17	15	20	23	20	233	
1977	1	01	9	11	23	27	15	19	18	20	17	14	19	20	212	
1978	1	01	14	14	21	24	16	17	19	8	14	17	15	18	197	
1979	1	01	13	11	16	18	20	17	16	19	14	16	21	19	200	
1980	1	01	22	18	22	21	19	18	14	12	16	13	16	21	212	
1981	1	01	9	14		21	22	16	12	15	11	13	20	20	173	3
1982	1	01	21	17	22	22	19	13	20	15	11	17	16	23	216	
1983	1	01	17	17	19	17	23	9	13	13	19	22	16	23	208	
1984	1	01	26	21	22	23	23	18	18	16	19	15	17 3	16	234	3
1985	1	01	20	11	14	18	18	14	18	18	16	17	14	20	198	
1986	1	01	17	17	23	19	16	16	14	13	12	27	16	21	211	
1987	1	01	18	17	16	20	19	16	15	15	13	23	15		187	3
1988	1	01	14	14	8	25	20	22	14	20	20	20	25	21	223	
1989	1	01	20	19	18	18	18	22	15	14	13	17	17	18	209	
1990	1	01	13	20	17	25	18	18	11	10	12	16	15	19	194	
1991	1	01	15	13	24	20	23	14	18	16	11	13	21	17	205	
1992	1	01	11	13	14 3	21	19	12	14	14	15	9	16	21	179	3
1993	1	01	12	20	25	19	17	14	15	10	13	14	21	18	198	
1994	1	01	19	13	18	20	21	17	15	14	15	14	20	20	206	
1995	1	01	12	7	22	20	22	19	21	12	9	18	23	17	202	
1996	1	01	22	22	26	22	27	14	12	14	17	13	13	19	221	
1997	1	01	28	21	19	16	24	20	13	16	9	12	18	12	208	
1998	1	01	8	8	16	17	21	16	17	19	13	20	25	18	198	
1999	1	01	26	27	22	22	20	25	16	7	25	17	21	24	252	
2000	1	01	26	20	23	26	25	20	14	18	22	15	19	17	245	
2001	1	01	16	16	18	16	17	14	13	10	15	6	18	24	183	
2002	1	01	21	11	19	16	21	14	16	11	14	17	18	7	185	
2003	1	01	5	15	16	21	20	19	14	5	14	22	24	20 3	195	3
2004	1	01	10	11	12	19 3	21	21	20 3	13	9 3	20	19	18	193	3
2005	1	01	21	18	17 3	14 3	11	15 3	14	10	13	21	18	26	198	3
2006	1	01	19	14	20	24	15	*	8	9	9	19 3	22	19	178	3
2007	1	01	9	8	18	18 3	17	18 3	13	18	9	21	17 3	24	190	3
2008	1	01	22	23	19	23	24	15	17	23	15	23	25	27	256	
2009	1	01	23	20	22	21	18	18	13	17	11	14	17	20	214	

2010	1	01	8	16	18	24	19	13	18	8	15	20	28	27	214
2011	1	01	17	20	25	29	17	18	21	9	17	25	20	22	240
2012	1	01	25	26	20	25		13 3			5				114 3
2013	1	01							12 3	11	16 3	23 3	26	15	103 3
2014	1	01	18	15	22	22	24	18	21	17 3	16	15	14 3	17 3	219 3
2015	1	01	13 3	16	22	21	13	15	14 3	11	3	14			142 3
MEDIOS			15	15	17	19	17	16	14	13	13	17	19	18	192
MAXIMOS			28	27	26	29	27	25	24	23	25	27	28	27	29.0
MINIMOS			1	2	3	8	4	2	4	2	3	6	5	7	1.0

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19 ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1953	1	01					45.0 3	8.0	8.0	2.0	24.0	30.0	19.0	35.0	45.0 3
1956	3	08	6.0	19.2	8.0	25.0	11.5	5.0	9.9	.9	22.0	21.8	11.5	32.0	32.0
1957	1	01	8.0	12.0	19.0	14.0	29.0	1.1		1.5	4.1	14.0	9.0	25.0	29.0 3
1958	1	01	20.3	6.0	5.0	14.8	8.5	22.5	7.0	28.0	20.0	28.0	31.4	23.0	31.4
1959	1	01	26.5	31.8	22.5	15.0	34.3	23.2	26.2	23.7	2.0	11.5	18.0	20.5	34.3
1960	1	01	19.5	18.0	19.8	4.0	17.5	24.0	20.8	10.1	4.8	21.0	12.8	15.8	24.0
1961	1	01	13.8	5.1	33.5	38.3	4.2	18.0	2.8	3.0	10.0	24.7	26.2	7.0	38.3
1962	3	12	35.2		23.3	18.1	25.2	10.8	3.0	18.0	7.8	29.0	13.0	26.5	35.2 3
1963	3	12	23.5			29.0	26.0	17.0	7.0	10.2	14.7	22.3	25.0	6.4	29.0 3
1964	3	12	16.9	10.0	5.5	21.0	9.0	31.4	12.1	27.0	16.0	16.7	27.7	27.3	31.4
1965	3	12	26.0	5.3	16.7	33.0	21.2	2.0	12.6	2.9	33.9	25.5	33.0	29.1	33.9
1966	3	12	8.9	11.7	16.1	17.0	32.2	12.8	13.6	5.4	14.2	10.0	19.6	30.6	32.2
1967	1	01	15.0	14.0	15.0	2.0	12.5	14.5		8.1	10.0	36.1	43.0	20.8	43.0 3
1968	3	12	10.5	20.5	25.7	47.0	2.9	32.9					24.0	31.3	47.0 3
1969	1	01	13.0	14.2	8.5	19.0	25.0	20.0	4.0	13.2	28.0	20.0			28.0 3
1970	1	01										42.8	30.0	34.0	42.8 3
1971	1	01	30.2	26.1	27.6	27.0	25.0	9.8				34.5	22.2	10.2	34.5 3
1972	1	01	66.1	21.3	20.3 3	19.7	20.1	12.2	6.5	20.8	9.5	31.1	32.2	15.0	66.1 3
1973	1	01	6.4	14.2	6.0	17.5	12.1	19.1	17.7	11.3	14.4	21.0	30.3	27.9	30.3
1974	1	01	16.2	14.7	33.9	20.6	19.7	22.0	10.4	5.8	8.0	18.2	21.2	44.0	44.0
1975	1	01	4.0	13.9	16.8	15.7	14.6	24.6	10.4	14.9	19.0	17.2	23.6	12.9	24.6
1976	1	01	23.3	22.9	14.9	22.5	11.0	7.0	13.2	4.6	13.7	29.9	30.6	11.3	30.6
1977	1	01	6.3	5.8	25.9	23.7	6.3	8.4	7.3	5.5	35.7	19.1	14.6	8.3	35.7
1978	1	01	12.5	14.6	10.9	15.8	7.8	8.1	7.1	10.4	6.2	12.4	8.5	45.8	45.8

1979	1	01	17.7	6.5	36.8	18.6	17.3	7.7	6.5	21.8	13.4	15.8	14.4	15.9	36.8
1980	1	01	20.0	23.2	6.1	15.4	12.8	9.1	5.8	8.8	11.3	38.1	13.4	7.6	38.1
1981	1	01	11.2	6.9		8.5	26.1	18.0	14.9 1	16.1	3.0	15.1	22.5	40.2	40.2 3
1982	1	01	22.0	52.3	14.3	12.9	19.8 1	5.6	24.7	3.4	6.0	19.4	21.3	30.0	52.3
1983	1	01	11.2	10.0	10.6	15.2	10.2	5.3	4.5	4.3	6.1	21.2 1	11.4	12.9	21.2
1984	1	01	17.2	12.9	29.1	20.5	14.0	2.8	8.4 1	9.0	20.6	19.6	15.3 3	28.6	29.1 3
1985	1	01	9.1	11.4	32.0	27.0	19.5 1	7.6 1	4.5	5.9 1	27.1	18.0	12.9	10.4	32.0
1986	1	01	17.5	11.5	9.8	10.8	13.0	8.7 1	4.3 1	9.0 1	10.5	18.2	13.3	6.3	18.2
1987	1	01	11.0	10.7	26.8	42.4	28.7 1	5.2 1	4.8 1	8.4	4.5 1	26.8	19.6		42.4 3
1988	1	01	8.0	8.4	6.5 1	36.4	24.3	18.9	9.2	19.5	13.7 1	18.0	20.6	11.4 1	36.4
1989	1	01	11.4	12.5	19.2	14.7	7.6	14.5	8.0	3.8 1	9.2	11.7	5.4	9.0	19.2
1990	1	01	7.7	16.4 1	9.4 1	15.8 1	9.8	21.6	15.3 1	2.9	6.9	28.7	6.3	12.9	28.7
1991	1	01	15.0	25.0	20.7	12.2	21.5	13.5	7.3	6.0	4.5	10.3	26.8	8.5	26.8
1992	1	01	10.6	9.2	5.9 3	13.2	22.0	2.3	9.2	3.6	6.4	24.3	19.0	11.4	24.3 3
1993	1	01	23.2	27.0	19.8	17.5	10.4	8.2	4.4	10.7	4.7	21.2	26.6	20.8	27.0
1994	1	01	24.4	12.2	30.1	28.0	33.4	5.4	5.2	6.3	9.4	11.7	24.8	18.5	33.4
1995	1	01	15.0	20.5	14.4	20.6	30.4	6.7	6.6	7.8	1.1	24.9	16.3	14.7	30.4
1996	1	01	19.9	20.5	21.9	20.5	14.9	25.0	8.0	20.7	5.4	76.0	35.5	29.3	76.0
1997	1	01	24.1	12.6	19.0	16.7	10.0	19.6	8.4	2.6	29.1	29.7	26.0	19.6	29.7
1998	1	01	4.2	24.1	32.0	8.9	31.2	9.6	7.1	10.9	12.0	12.6	15.2	14.6	32.0
1999	1	01	12.5	29.8	15.8	13.0	11.0	12.0	8.0	7.6	105.0	32.6	24.0	18.1	105.0
2000	1	01	16.0	31.1	16.2	31.3	33.5	18.2	13.2	9.2	11.0	16.4	13.9	18.8	33.5
2001	1	01	12.9	17.9	5.0	11.7	10.3	7.7	7.2	12.1	12.0	19.5	21.1	15.7	21.1
2002	1	01	15.2	19.1	8.7	28.7	20.0	15.7	8.4	6.8	26.2	30.6	19.7		30.6 3
2003	1	01	10.5	13.6	23.3	14.5	14.3	12.6	15.9	2.1	17.3	28.5	25.1	13.8 3	28.5 3
2004	1	01		4.2	29.3	24.7 3		5.2	4.9 3	2.5	7.3 3	32.0	24.8	14.3	32.0 3
2005	1	01	16.5	28.8	46.3 3	3	*	17.1 3	12.5	18.2	32.1	17.8	39.0	31.2	46.3 3
2006	1	01	11.0	27.4	40.1	27.4	5.0	*		10.0	3.4	25.4 3	18.8	18.0	40.1 3
2007	1	01	24.7	14.7	27.6	10.8 3	7.1	6.3 3	12.3	10.0	4.3	29.1	13.2 3	27.3	29.1 3
2008	1	01	25.4	20.2	29.1	28.6	27.2	14.1	6.1	12.3	16.1	17.6	17.9	26.6	29.1
2009	1	01	25.3	19.8	33.5	12.7	15.0	14.8	4.1	3.6	13.5	27.3	28.4	15.7	33.5
2010	1	01	1.3	19.1	12.4	25.6	29.8	15.1	33.4	7.1	12.3	21.9	25.8	12.9	33.4
2011	1	01	20.5	46.2	23.0	22.9	21.7	20.8	23.7	4.3	8.7	13.9	16.5	25.2	46.2
2012	1	01	29.6	22.0	28.9	19.0		4.1 3			3.2				29.6 3
2013	1	01							8.0 3	10.0	2.0 3	25.2 3	21.6	12.0	25.2 3
2014	1	01	27.6	4.9	22.6	13.8	41.4	23.7	12.2	2.6 3	5.2	26.8	28.0 3	27.6 3	41.4 3
2015	1	01	18.0 3	13.2	15.0	10.8	5.6	7.6	7.8 3	3.6	2.8	10.6			18.0 3
MEDIOS			17.1	17.3	19.9	19.8	18.6	13.2	10.1	9.3	13.9	23.3	21.2	20.3	17.0
MAXIMOS			66.1	52.3	46.3	47.0	45.0	32.9	33.4	28.0	105.0	76.0	43.0	45.8	105.0
MINIMOS			1.3	4.2	5.0	2.0	2.9	1.1	2.8	0.9	1.1	10.0	5.4	6.3	0.9

VALORES MEDIOS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19

ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1974	1	01	3.1	2.8	3.0	3.5	3.5		4.3	4.8	3.5	3.2	2.8	2.8	3.4
1975	1	01	3.2	2.8	3.2	3.2	3.0	3.6	3.7	3.5	3.4	2.9	2.7	2.9	3.2 3
1976	1	01	3.3		2.9	3.3	3.5	4.1	5.5	4.7	4.7	3.1	3.2	3.4	3.8
1978	1	01			3.4					5.6	4.0			3.2	4.1 3
1979	1	01	3.3	3.6	3.0	3.7	3.5	4.3	5.2	4.6	3.6	3.7	3.3	3.7	3.8
1980	1	01	3.6	3.2	4.0	3.6	3.6	4.6	4.8		4.6				4.0
1981	1	01				3.2		3.9	4.8	4.5	5.0	3.3	3.1	3.1	3.9
1982	1	01	3.3	3.3	*	3.2	3.1	4.5	4.7		4.3	3.6	3.7	3.1	3.7 3
1983	1	01	3.5	3.8	3.3	2.9	3.4	4.3	4.7	4.9	4.3	3.4	3.5		3.8 3
1984	1	01									3.4	3.2		*	3.3 3
1985	1	01	*	3.8	3.5	3.5		5.2	4.7	4.3	3.8		3.6	3.0	3.9 3
1986	1	01	3.3		2.8		3.5	4.2	5.8		4.7	2.9		3.2	3.8 3
1987	1	01	3.6	4.1	3.6	3.3	3.7	4.7	3.9	4.1	4.0			3.4	3.8 3
1988	1	01	3.1	3.2	3.6	2.9	3.2	3.5	4.4	3.8	3.8		2.7	2.6	3.3 3
1989	1	01	2.9	3.0	2.9	3.2	3.5	3.3	4.5	4.2	3.5	3.2	3.1	2.8	3.3 3
1990	1	01	3.6	2.5	3.3	3.0	3.5	4.4	4.3	5.1	4.6	2.7	3.6		3.7 3
1991	1	01	3.1	3.7	2.6	3.4	3.2	4.0	4.4	5.4	4.3	4.3	2.8	2.9	3.7 3
1992	1	01	3.6	3.4	3.5	3.1	*		4.4	4.7	3.8				3.8 3
1993	1	01									3.7	3.5	*		3.6 3
1994	1	01	2.8	3.0	2.9	3.0	3.4	4.6		4.7	4.5	3.3	3.1	3.2	3.5 3
1995	1	01	4.5	3.4	3.2	3.1	3.3	3.5	3.6	3.9	4.5	3.3	2.8	2.9	3.5 3
1996	1	01	2.8	2.9	2.8	3.3	3.0	3.8	4.6	4.4	4.5	3.0	3.2	3.5	3.5 3
1997	1	01	2.6	3.3	3.3	3.2	3.9	3.2	5.6	5.6	3.9	3.4	2.9	3.6	3.7 3
1998	1	01	4.0	3.6	3.2	2.9	3.7	4.0	4.0	3.7	3.4	3.1	2.8	2.7	3.4 3
1999	1	01	2.7	2.5	2.9	3.0	3.0	2.8	4.2	4.2	2.8	3.1	2.8	2.5	3.0
2000	1	01	2.7	2.6	2.5	2.7	2.7	3.1	3.6	4.1	3.0	3.5	3.1	3.0	3.1 3
2001	1	01	*	3.7	3.0	3.3	3.3	4.3	4.1	5.4	3.5	4.1	2.8	2.6	3.6 3
2002	1	01	3.2	3.1	3.1	3.2			4.1	5.2	3.9	3.5	3.2	3.0	3.6 3
2003	1	01	3.4	3.4		2.0	2.9	3.2		4.8	3.8			2.6	3.3 3
2004	1	01	2.7	3.0								2.7	2.5	2.5	2.7 3
2005	1	01			2.7	*		*	4.7	4.5	4.1	2.7	2.8	*	3.6 3
2006	1	01	2.6	2.7	2.7	*	3.3	4.0	5.0	4.9	3.9		2.3	2.5	3.4 3
2007	1	01	3.7	3.4	3.0	2.4	2.7		4.0	3.9	4.6	2.8	2.7	2.3	3.2 3
2008	1	01	2.5	3.0	2.6	2.4	2.4	3.1	3.5	3.0	4.0	2.6	2.2	2.2	2.8 3
2009	1	01	2.2	2.6	2.8	2.9	*	3.5	4.4	3.9	4.1	3.3	2.9	2.8	3.2 3
2010	1	01			3.1	*	*	3.3	2.8		3.2				3.1 3
2011	1	01	2.6	2.1	2.5	2.0	2.9	3.0	3.5	4.0	3.7	2.4	2.3	2.2	2.8 3
2012	1	01	*		3.4	*	3.5	3.9				2.5			3.3 3
2013	1	01									4.1	*			4.1 3
MEDIOS			3.2	3.2	3.1	3.0	3.3	3.9	4.4	4.5	4.0	3.2	2.9	2.9	3.5
MAXIMOS			4.5	4.1	4.0	3.7	3.9	5.2	5.8	5.6	5.0	4.3	3.7	3.7	5.8
MINIMOS			2.2	2.1	2.5	2.0	2.4	2.8	2.8	3.0	2.8	2.4	2.2	2.2	2.0

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52057010 PILCUAN

LATITUD	0101 N	TIPO EST	LG	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-OCT
LONGITUD	7728 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	1780 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01										51.80	185.0 8	106.0	185.00 3
1980	2	01	78.20	78.20	137.4	229.0	196.0	196.0	101.7	212.0	76.00 1	119.4 1	91.30 1	70.60 1	229.00
1981	2	01	73.84 1	87.64 1	71.66 1	95.20 1	56.80 1	69.48 1	85.28 1	50.74 1	76.02 1	35.80	78.20	56.80	95.20
1982	2	01	67.30	39.00	45.80	78.20	147.0	67.30	103.0	56.80	56.80	56.80	62.10	212.0 1	212.00
1983	2	01	59.90 1	90.00 1	92.60 1	88.80 1	131.0 1	71.70 1	90.00 1	71.70 1	57.80 1	77.10 1	49.70 1	126.6 1	131.00
1984	2	01	107.3 1	88.40 1	105.0 1	169.7 1	127.0 1	100.2 1	123.6 1	109.6 1	110.8 1	118.9 1	108.5 1	173.1 1	173.10
1985	2	01	82.50 1	68.30 1	97.90 1	128.2	115.4 1	128.2 1	158.5 1	75.90	86.10 1	75.90 1	82.50 1	54.90 1	158.50
1986	2	01	72.70 1	53.00 1	139.4 1	116.6 1	93.20 1	103.8 1	114.3 1	95.50 1	89.60	70.50	78.10	70.50 1	139.40
1987	2	01	61.80 1	116.6 1	68.30 1	174.2 1	109.6 1	107.3 1	131.6 1	107.3 1	79.20 1	116.6 1	65.10 1	77.00 1	174.20
1988	2	01	53.80 1	63.10 1	87.60 1	177.9 1	186.1 1	139.0 1	95.20 1	76.00 1	63.10 1	67.30 1	125.2 1	109.8	186.10
1989	2	01	103.7 1	63.00 1	82.50 1	95.20 1	123.5 1	180.0	172.9	102.3 1	42.00 1	65.00 1	35.20 1	13.90 1	180.00
1990	2	01	85.80	89.30 1	438.0 8	83.50 1	96.30 1	183.0 8	183.0 8	115.0 1	110.3 1	59.00 1	61.10 1	62.20 1	438.00
1991	2	01	84.70 1	133.2 1	69.50 1	82.30 1	94.00 1	128.7 1	110.3 1	94.00 1	59.00 1	36.80 1	58.10	41.90 1	133.20

1992	2	01	58.10 1	54.50	55.40 1	115.0	50.00	91.70	126.4	80.00	78.90	37.50	59.00	82.30	126.40
1993	2	01	59.00	54.50	97.50	91.70	87.00 1	103.3 1	142.4 1	115.0 1	66.30 1	74.80 1	108.0 1	117.3 1	142.40
1994	2	01	89.30 1	115.0 1	89.30 1	185.8 8	145.8 1	131.0 1	160.6	137.8	75.80 1	53.60 1	103.3 1	80.00 1	185.80
1995	2	01	71.60 1	32.60 1	49.10 1	126.4 1	75.80 1	89.30 1	112.7 1	51.80 1	51.80 1	59.00 1	55.40 1	89.30 1	126.40
1996	1	01	91.70	115.0	126.4 3	91.70	103.3 3	80.00	105.7	109.2	74.80	59.00	59.00	41.00	126.40 3
1997	1	01	80.00	103.3	115.0	69.50	213.4 8	74.75	143.5	59.00	45.50	30.50	91.67	59.00	213.40
1998	1	01	30.50	69.50	46.40 1	80.00 1	172.0 1	247.9 8	103.3	91.67	30.50	103.3	109.2	59.00	247.90
1999	2	01	91.70	126.4	109.2	149.2	126.4	109.2	103.3 1	103.3 1	126.4 1	69.50 1	75.80 1	199.6 8	199.60
2000	2	01	115.0	152.6	170.9	118.4 1	310.0 3								310.00 3
2004	2	01	54.80 1	25.70 1	77.30 8	54.80 1	37.80 1	60.20 8	75.20 8	82.50 8	267.2 8	37.10	39.20	54.10 3	267.20 3
2005	2	01	47.00	114.7 3	99.40 1	139.8 8	102.9 3	105.3 1	95.80 1	83.90 1	85.10 1	77.90 1	95.80 1	127.2 8	139.80 3
2006	1	01	62.38 1	113.5 1	114.7 8	71.77 8	79.37 8	138.0 3	79.37 8	63.33 8	47.66 3	59.11 3	62.48 3	67.55 8	138.00 3
2007	1	01	68.39 8	37.64 3	75.99 3	66.70 8	46.12 1	70.08 8	74.30 8	61.64 8	66.70 8	61.64 3	68.39 8	75.15 8	75.99 3
2008	1	01	58.26 8	63.33 8	65.02 8	65.02 8	70.93 8	110.5 8	73.46 8	53.20 3	*	48.43 3	50.74 3	46.12 1	110.50 3
2009	1	01	64.17 8	256.2 3	*	66.70 3	68.87 3	72.44 3	119.7 3	*	*	*	*	*	256.20 3
2010	1	01	*	*	*	139.4 3	126.6 3	*	145.3 3	*	54.70 8	24.80	124.3 8	113.9 8	145.30 3
2011	1	01	92.61 3	67.21 3	92.61 1	175.1 1	123.2 1	113.9 1	*	*	94.74 3	53.86 1	76.69 1	144.1 1	175.10 3
2012	1	01	116.2 1	123.2 1	129.0 1	127.8 1	86.24 1	88.37 1	117.3 1	*	*	*	*	*	129.00 3
2013	1	01	*	160.5 3	105.4 3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	160.50 3
MEDIOS			75.25	91.84	105.3	115.1	116.7	112.9	116.0	90.37	79.72	64.32	80.68	90.39	94.88
MAXIMOS			116.2	256.2	438.0	229.0	310.0	247.9	183.0	212.0	267.2	119.4	185.0	212.0	438.00
MINIMOS			30.50	25.70	45.80	54.80	37.80	60.20	73.46	50.74	30.50	24.80	35.20	13.90	13.90

Caudales máximos mensuales (m³/s)
Estación río Guáitara - San Pedro

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1980		103,3	138,9	213	110	145,9	145,9	207	128	185,7	143,6	91,1	213
1981	105,8	124,8	141,8	222,4	141,1	168,8	302	284,4	191,6	68,7	185,9	194,4	302
1982	235	171,6	185,9	280	210,6	200,1	207,3	86,3	79,2	72,2	115	280	280
1983	91	177,8	112,5	161,2	148	92	145,7	126,1	82,7	111,4	75,8	121,3	177,8
1984	173,5	138	139,2	208,9	161,2	125,1	149,8	85,5	177,3	144	139	147,3	208,9
1985	122,2	97,3	101,3	154,6	138,6	134	179,9	117	112,6	125,6	127,9	66,3	179,9
1986	109	71,5	174,9	149,1	111,5	137,5	207	103,2	105,8	121,7	121,1	102,6	207
1987	88,4	164,5	72,1	292,8	178,6	165,2	178	170,9	110,3	212,7	147,8	113,4	292,8
1988	67,1	74,7	102,8	303,5	235	305,3	155,2	131,6	94,1	102,8	258,3	235	305,3
1989	205,2	165	178,8	142	319	418,7	462	217,9	91,3	102,8	63,4	64,6	462
1990	107,7	127,6	248,4	160,2	266	587	708,3	234	142	57,5	52,5	63,2	708,3
1991	81	413,2	122,8	184,4	160,2	336,4	298	258	97,5	137,2	147,6	92,6	413,2
1992	83,9	74,2	72,1	84,8	78,4	84,8	156,4	136,5	67,9	53,8	66,2	82,3	156,4
1993	84,8	83,1	136,5	123,4	110,4	114,8	154,1	135,2	84,8	96	141,8	149,7	154,1
1994	112,6	136,5	112,2	172	132,1	147,5	157,7	204	164,7	76,6	163	146,4	204
1995	72,6	43,8	58,5	154,7	104,1	138,8	129,3	56,7	56,1	61	135	153	154,7
1996	180	225,6	273	171,5	235,5	169,8	266	86,9	82,3	61	123,2	110,5	273
1997	176,2	186,7	141,6	100,8	227,3	146,4	201	98,43	89,12	38,7	125,7	149	227,3
1998	34,7	97,62	51,97	97,62	219	285	238,8	235,5	110,5	133,1	192	79,3	285
1999	219	245,4	163,1	342,5	188,5	235,5	205	163,9	126,6	86,9	146,4	373,5	373,5
2000	199	217	327	252	392	386,5	338,8	266	243,8	214	181,5	188,5	392
2001	85,6	115,9	93,1	217,3	133,4	142,4	129,2	147,1	294,2	8,5	129,2	58,8	294,2
2002	80,19	87,1	37,58	156,7	166,4	142,4	154,8	116,8	66,73	53,5	101,3	111	166,4
2003	35,4	52,3	81,7	69,7	161,5	139,5	200,1	66,7	84,8	90,9	73,3	125,1	200,1
2004	78,7	42,6	112,6	117,6	111	180,6	203	198,2	288,8	64,5	58,8	133,4	288,8
2005	71,8	144,3	165,5	223	161,5	192,7	135,9	95,4	93,1	96,9	114,3	216,3	223
2006		217,9	291,9	247,1	189,4	306,2	251,6	163,7	82,07	162,5	201,1	242,7	306,2
2007	198,9	64,02	194,4	158,9	118,1	242	235,4	152,6	164,3	165,4	201,1	289,5	289,5
2008	148,6	201,1	201,8	201,8	257,3	237,6	259,6	118,1	115,3	160	174,2	187,7	259,6
2009													
2010	44,53	71,51	75,3	213,8	166,9	143,7	192,9	112,2	65,82	69,62	162,6	169,1	213,8
2011	200,1	117,3	150,3	220,2	189,3	194,4	212,3	139,3	132	166,2	155,4	216,6	220,2
2012	194,4	147,4	205,1	164,8	115,8	121,7	224,6	208	95,29	64,56	101,3	81,89	224,6
2013	91,27	190,8	148,1	143	200,1	151,7	256,1	110,7	140,8	81,89	103,3	59,5	256,1
2014	182,2	55,71	114,4	127,6	223,9	198,7	177,8	158,3	132,7	114,4	106,7	190,8	223,9
Prome	123,76	136,68	144,92	183,32	178,29	203,49	224,1	152,71	123,36	104,77	133,39	149,6	154,86584
Máxim	235	413,2	327	342,5	392	587	708,3	284,4	294,2	214	258,3	373,5	708,3
Mínim	34,7	42,6	37,58	69,7	78,4	84,8	129,2	56,7	56,1	8,5	52,5	58,8	8,5

1. CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE DISEÑO

1.1 CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación se describen los criterios empleados en los diseños de las obras geotécnicas requeridas en el proyecto Rumichaca – Pasto en el tramo Pedregal - Pasto.

1.1.1 Estabilidad de taludes

Niveles de estabilidad

La evaluación de la estabilidad general de los taludes en suelo se realizará mediante análisis de Equilibrio límite y para la verificación de la condición de equilibrio se toma como criterio el factor de seguridad básico que indica la NSR-10, el cual se define como la relación entre los esfuerzos resistentes y los esfuerzos cortantes actuantes.

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 en el Capítulo H.2, los factores de seguridad básicos mínimos directos son los mostrados en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Factores de seguridad básicos mínimos directos para taludes en suelos.

Condición	FSB mínimo	
	Diseño	Construcción
Taludes – condición estática y agua subterránea normal.	1,50	1,25
Taludes – condición seudoestática con agua subterránea normal y coeficiente sísmico de diseño.	1,05	1,00(*)

(*) Nota: Los parámetros sísmicos seudoestáticos de construcción serán el 50% de los de diseño. (Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente *NSR-10*)

Para los taludes de corte en roca se seguirán las recomendaciones internacionales para este tipo de obras. En la Tabla 1.2 se presentan los requisitos de seguridad mínimos exigidos en función de la condición de análisis.

Tabla 1.2 Factores de seguridad para taludes en roca.

Sin presencia de agua		Presencia de agua (W + P_w)
Estático (W)	Seudo Estático (W+S)	$P_w = 50\%$
F.S. = 1,50	F.S. = 1,00	F.S. = 1,30

Los análisis de estabilidad para la condición de sismo se realizarán mediante el método seudoestático, involucrando una fuerza inercial adicional que depende de la aceleración sísmica horizontal.

En el Volumen IV la aceleración de diseño se tomará a partir del PGA definido para la ciudad de Pasto en el CCP-14 y del factor de reducción definido en la Tabla 1.3. Lo anterior debido a que los taludes de corte generados corresponden a las excavaciones asociadas a puentes y estructuras de contención.

Tabla 1.3 Coeficientes sísmicos de diseño para el Análisis Seudoestático de Taludes

Material	K_{ST}/a_{max}	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD > 50%)	0,80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1,00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0,67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0,50	Amplificación de onda bidimensional

1.1.2 Estados límites y factores de resistencia

De acuerdo con el CCP 14 sección 10.5 las cimentaciones deben ser dimensionadas de modo que la resistencia mayorada no sea menor que los efectos de las cargas mayoradas especificadas en la Sección 3 del CCP 14.

Estados límites de servicio:

- Asentamientos
- Movimientos horizontales
- Estabilidad global
- Socavación para la inundación de diseño

Estados límites de resistencia

- Resistencia estructural y,
- Pérdida de apoyo lateral y vertical debido a la socavación en el evento de la inundación de diseño.

Zapatas

- Capacidad de carga nominal
- Volcamiento o pérdida excesiva de contacto
- Deslizamiento en la base de la zapata y,
- Factibilidad de construcción

Pilotes perforados

- Resistencia a la compresión axial de los pilotes individuales
- Resistencia a la compresión del grupo de pilotes
- Resistencia al levantamiento de los pilotes individuales
- Resistencia al levantamiento del grupo de pilotes
- Resistencia lateral del pilote individual y del grupo de pilotes
- Falla por punzonamiento del pilote hacia el interior de un estrato más débil por debajo del estrato de apoyo

- Factibilidad de construcción, métodos de construcción de la perforación (para pilotes perforados)

Estados límites de evento Extremo

- Diseño para licuación

1.1.2.1 Estados límite de resistencia

- Factores de resistencia

Zapatas

Los factores de resistencia proporcionados en la Tabla 10.5.5.2.2-1 (CCP 14) deben utilizarse para el diseño de zapatas por estado límite de resistencia.

Tabla 1.4 Los factores de resistencia para la resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia (Tomado Tabla 10.5.5.2.2-1 CCP 14)

Método/Suelo/Condición			Factor de resistencia
Capacidad de carga	ϕ_b	Método teórico (Munfakh et al. 2001), en arcilla	0.50
		Método teórico (Munfakh et al. 2001), en arena, usando CPT	0.50
		Método teórico (Munfakh et al. 2001), en arena, usando SPT	0.45
		Métodos Semi-empíricos (Meyerhof, 1957), todos los suelos	0.45
		Zapata sobre roca	0.45
		Pruebas de carga con placa	0.55
Deslizamiento	ϕ_τ	Concreto prefabricado colado sobre arena	0.90
		Concreto fundido in situ o prefabricado sobre arena	0.80
		Concreto fundido in situ o prefabricado sobre arcilla	0.85
		Suelo sobre suelo	0.90
	ϕ_ω	Presión pasiva del suelo, componente de la resistencia al deslizamiento	0.50

Pilotes perforados

Los factores de resistencia deben seleccionarse con base en el método utilizado para determinar la resistencia nominal del pilote. Cuando se selecciona un factor de resistencia para pilotes perforados en arcilla u otras formaciones fácilmente alterables, debe considerarse la experiencia local con las formaciones geológicas y con las prácticas típicas de construcción de pilotes perforados.

Tabla 1.5 Factores de resistencia para la resistencia de pilotes perforados (Tomado Tabla 10.5.5.2.4-1 CCP 14)

Método/Suelo/Condición	Factor de resistencia

Método/Suelo/Condición			Factor de resistencia
La resistencia nominal a la compresión axial de pilotes perforados individuales, ϕ_{sta}	Resistencia por fuste en arcilla	Método α (O'Neill and Reese, 1999)	0.45
	Resistencia por punta en arcilla	Esfuerzo total (O'Neill and Reese, 1999)	0.40
	Resistencia por fuste en arena	Método β (O'Neill and Reese, 1999)	0.55
	Resistencia por punta en arena	(O'Neill and Reese, 1999)	0.50
	Resistencia por fuste en IGMs	(O'Neill and Reese, 1999)	0.60
	Resistencia por punta en IGMs	(O'Neill and Reese, 1999)	0.55
	Resistencia por fuste en roca	Horvath and Kennedy (1979) O'Neill and Reese, (1999)	0.55
	Resistencia por fuste en roca	Carter and Kulhawy (1988)	0.50
	Resistencia por punta en roca	Sociedad Geotécnica Canadiense (1985) Método de medición de la presión (Sociedad Geotécnica Canadiense, 1985) O'Neill and Reese, (1999)	0.50
Falla en bloque, ϕ_b	Arcilla		0.55
Resistencia al levantamiento de pilotes perforados individuales, ϕ_{up}	Arcilla	Método α (O'Neill and Reese, 1999)	0.35
	Arena	Método β (O'Neill and Reese, 1999)	0.45
	Roca	Horvath and Kennedy (1979) Carter and Kulhawy (1988)	0.40
Resistencia al levantamiento del grupo de pilotes ϕ_{ug}	Arena y arcilla		0.45
Resistencia geotécnica horizontal del pilote individual o grupo de pilotes	Todos los materiales		1.0
Prueba con carga estática (compresión), ϕ_{load}	Todos los materiales		0.70
Prueba con carga estática (levantamiento), ϕ_{upload}	Todos los materiales		0.60

Cuando los factores de resistencia proporcionados en la tabla anterior se aplican a un solo pilote el cual soporta una pila del puente, estos deben reducirse en un 20%. Cuando el factor n_R (factor relacionado con la redundancia) proporcionado en el artículo 1.3.4 (CCP 14) no debe incrementarse para así tener en cuenta la falla de redundancia de la cimentación.

Los IGMs son materiales de transición entre suelo y roca en términos de resistencia y compresibilidad, tales como suelos residuales, masas glaciales, rocas muy débiles.

1.2 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN Y ESTRIBOS

Las condiciones que se mostrarán a continuación son aplicables a estructuras de contención permanentes. Dichas estructuras pueden ser muros de gravedad, semigravedad y en tierra estabilizados mecánicamente con láminas metálicas o geotextil.

1.2.1 Estado límite de resistencia

Las estructuras de contención se investigarán en los estados límite de resistencia utilizando la siguiente ecuación

$$\Sigma \eta_i \gamma_i Q_i \leq \phi R_n \text{ (CCP 14, Ecuación 1.3.2.1-1)}$$

Dónde:

η_i= Factor de modificación de cargas

γ_i= Factor de carga

Q_i= Solicitación

ϕ= Factor de resistencia

R_n= Resistencia nominal

En esta expresión se cubren los siguientes aspectos:

- Falla por capacidad resistente
- Deslizamiento
- Pérdida de contacto en la base debido a la excentricidad de la carga
- Falla por arrancamiento de los anclajes o refuerzos del suelo

En la Tabla 1.6 se presentan los factores de resistencia para muros (Tomado Tabla 11.5-7-1 CCP 14).

Tabla 1.6 Factores de resistencia para muros de sostenimiento permanente

Condición de análisis		Factor de Resistencia
Capacidad resistente	• Muros de gravedad y semigravedad • Muros de tierra estabilizada mecánicamente	0.55 0.65
Deslizamiento		1.00
Resistencia a la tracción de los refuerzos metálicos y sus conectores	Refuerzos en forma de fajas	
	• Carga estática	0.75
	Refuerzos en forma de grilla	
	• Carga estática	0.65
Resistencia a la tracción de los refuerzos geosintéticos y sus conectores	• Carga estática	0.90

Condición de análisis		Factor de Resistencia
Resistencia al arrancamiento de los refuerzos por tracción	• Carga estática	0.90

1.2.2 Estado límite de servicio

Los factores de resistencia para los estados límite de servicio se tomarán como 1.0 de acuerdo al inciso 11.5.7 de la CCP 14, para la combinación de cargas correspondiente al Estado Límite de Servicio I. Las deformaciones verticales y laterales admisibles se analizarán dependiendo del tipo de muro y las consecuencias de los movimientos inaceptables para el muro y cualquier estructura cercana que pudiera resultar afectada.

1.2.3 Estado límite de evento extremo

De acuerdo con el inciso 11.5.8 de la CCP 14 para condiciones no consideradas en la Tabla 1.7, todos los factores de resistencia deberán tomarse igual a 1,0.

Tabla 1.7 Factores de Resistencia para Cargas Extremas

Condición	Factores de Resistencia
Estabilidad global del muro	0.90
Capacidad resistente para muros de gravedad y semigravedad	0.80
Capacidad resistente para muros de tierra estabilizada mecánicamente	0.90
Resistencia a tracción del refuerzo y los conectores metálicos	
• Refuerzo en franja	1.00
• Refuerzo en malla	0.85
Resistencia a tracción del refuerzo y conectores geosintéticos	1.20
Resistencia al arrancamiento del refuerzo metálico o geosintético	1.20

1.3 METODOLOGÍAS DE DISEÑO

Se describen a continuación las metodologías empleadas en la caracterización de los materiales. En virtud de la información disponible en esta etapa, se incluyen las correlaciones a emplear en la caracterización preliminar de los suelos.

1.3.1 Caracterización de materiales

Con la caracterización de materiales se definirán los parámetros de resistencia al corte y deformación con los cuales se realizarán los diseños geotécnicos. Estos parámetros se definirán a partir de las investigaciones geotécnicas realizadas para el proyecto, información geotécnica secundaria que exista en la zona, cálculos de Back Análisis y parámetros geotécnicos típicos para los tipos de material que se encuentre en la zona del proyecto.

Para los depósitos de suelo residual y depósitos cuaternarios que se identifiquen dentro del corredor vial se establecerán los siguientes parámetros: ángulo de fricción (ϕ), cohesión (c'), resistencia al corte no drenada (Su), módulo de deformación elástica (Es), parámetros de

compresibilidad (Cc, Cr, eo), nivel freático aproximado. La determinación de estos parámetros depende de la calidad y cantidad de muestras que se puedan recuperar dentro de la campaña de exploración geotécnica.

Para los taludes de corte en roca se analiza la geología estructural a partir de la cual se realizan los análisis cinemáticos. Los parámetros de resistencia requeridos en el análisis de estabilidad corresponden a la resistencia que pueda desarrollar la discontinuidad, que es el plano a través del cual se desarrolla la falla planar, en cuña o por volteo.

Para la caracterización de la resistencia de las discontinuidades del macizo rocoso se empleará el método desarrollado por Barton y Chouby (1973) y la literatura de referencia.

1.3.1.1 Resistencia no drenada en suelos

La resistencia al corte no drenada (S_u) de los suelos cohesivos puede estimarse con base en el resultado del ensayo de compresión inconfinada de acuerdo con la norma INVIAS INVE – 152 - 13. Por otra parte, se puede establecer una correlación empírica propuesta por Schmertmann (1975) que se encuentra en función de la plasticidad del suelo y el número de golpes por pie (N) obtenido en el ensayo de penetración estándar (*SPT*). Esta correlación se presenta en la Figura 1.1.

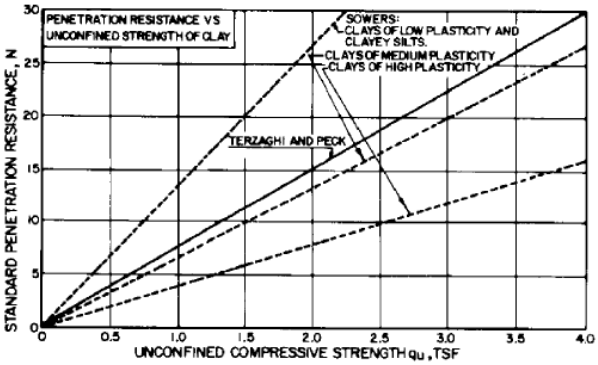


Figura 1.1 Correlación entre N_{SPT} y q_u

1.3.1.2 Resistencia al corte drenado en suelos

Los parámetros de resistencia al corte consolidado drenado de los suelos cohesivos puede estimarse con base en los resultados de ensayos de corte directo de acuerdo con la norma INVIAS INVE – 154 – 13. Por otra parte, se puede establecer una aproximación con base en los ensayos de la normativa rusa de depósitos cuaternarios (ver Tabla 1.8Tabla 1.8 Parámetros Geotécnicos normalizados de sedimentos arcillosos cuaternarios (norma rusa SNiP II-15-74 Cimentaciones de edificios y estructuras, Gosstroy URSS, Moscú, 1975).)

Tabla 1.8 Parámetros Geotécnicos normalizados de sedimentos arcillosos cuaternarios (norma rusa SNiP II-15-74 Cimentaciones de edificios y estructuras, Gosstroy URSS, Moscú, 1975).

Tipo	$I_L = \frac{w - w_p}{w_l - w_p}$	Parámetro	Valores característicos en función de la relación de vacíos (e)						
			0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05

Tipo	$I_L = \frac{w - w_p}{w_l - w_p}$	Parámetro	Valores característicos en función de la relación de vacíos (e)						
			0,45	**0,55**	**0,65**	**0,75**	**0,85**	**0,95**	**1,05**
Arenoso	$0 \le I_L \le 0.25$	c' [kgf/cm^2]	0,15	0,11	0,08	-	-	-	-
		ϕ' [°]	30	29	27	-	-	-	-
	$0.25 \le I_L \le 0.75$	c' [kgf/cm^2]	0,13	0,09	0,06	0,03	-	-	-
		ϕ' [°]	28	26	24	21	-	-	-
Limoso	$0 \le I_L \le 0.25$	c' [kgf/cm^2]	0,47	0,37	0,31	0,25	0,22	0,19	-
		ϕ' [°]	26	25	24	23	22	20	-
	$0.25 \le I_L \le 0.50$	c' [kgf/cm^2]	0,39	0,34	0,28	0,23	0,18	0,15	-
		ϕ' [°]	24	23	22	21	19	17	-
	$0.50 \le I_L \le 0.75$	c' [kgf/cm^2]	-	-	0,25	0,20	0,16	0,14	0,12
		ϕ' [°]	-	-	19	18	16	14	12
Arcilloso	$0 \le I_L \le 0.25$	c' [kgf/cm^2]	-	0,81	0,68	0,54	0,47	0,41	0,36
		ϕ' [°]	-	21	20	19	18	16	14
	$0.25 \le I_L \le 0.50$	c' [kgf/cm^2]	-	-	0,57	0,50	0,43	0,37	0,32
		ϕ' [°]	-	-	18	17	16	14	11
	$0.50 \le I_L \le 0.75$	c' [kgf/cm^2]	-	-	0,45	0,41	0,36	0,33	0,29
		ϕ' [°]	-	-	15	14	12	10	7

1.3.2 Asentamiento y deformabilidad del suelo de cimentación

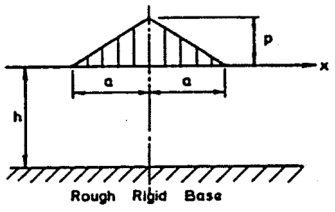
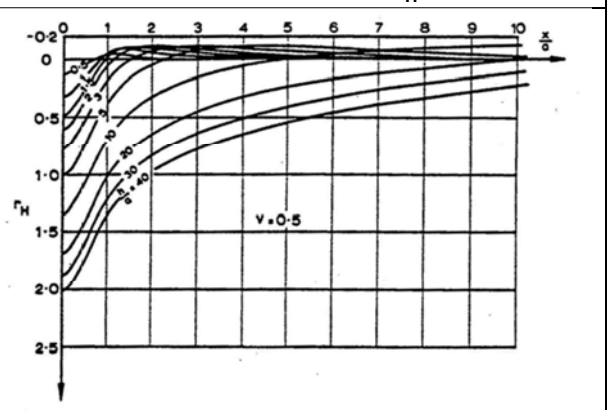
Criterios de asentamiento y deformabilidad

Se estableció en 100 mm el valor de asentamiento máximo para los rellenos como consecuencia de las deformaciones elásticas y por consolidación. Este valor se determinó con base en las recomendaciones internacionales para este tipo de estructuras.

Metodologías de evaluación de asentamiento y deformabilidad

La evaluación del asentamiento experimentado en superficie por la sobrecarga generada por la cimentación se determinó como la sumatoria de los asentamientos inmediatos (elásticos) y los asentamientos por consolidación. Los asentamientos inmediatos se calcularon por medio de la teoría elástica empleando las ecuaciones y ábacos propuestos por Poulos & Davis (1979) para carga vertical sobre estrato finito de base rígida. Los asentamientos por consolidación se calcularon mediante la teoría de consolidación unidimensional propuesta por Terzaghi, de acuerdo con la condición de preconsolidación del suelo y la magnitud de la sobrecarga. El Cuadro 1-1 presenta las ecuaciones y ábacos empleados los análisis de asentamiento de acuerdo a cada caso.

Cuadro 1-1. Ecuaciones para el análisis de asentamiento

Análisis de Asentamientos Elásticos		
Caso	**Ecuación**	**Ábaco cálculo de r_H**
	$\delta_E = \frac{pa}{E} r_H$ (Giroud 1970)	
Análisis De Asentamiento Por Consolidación		
Caso	**Condición**	**Ecuación de asentamiento**
Suelo Normalmente consolidado	$\Delta\sigma' > \sigma'_p$	$\delta_c = \frac{H_0}{1+e_o} Cc\ Log\left[\frac{\sigma'_0+\Delta\sigma'}{\sigma'_0}\right]$
Suelo Sobreconsolidado	$\sigma'_0+\Delta\sigma' \geq \sigma'_p$	$\delta_c = \frac{H_0}{1+e_o}\left[Cr\ Log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_0}\right) + Cc\ Log\left(\frac{\sigma'_0+\Delta\sigma'}{\sigma'_p}\right)\right]$
Suelo Sobreconsolidado	$\sigma'_0+\Delta\sigma' < \sigma'_p$	$\delta_c = \frac{H_0}{1+e_o} Cr\ Log\left[\frac{\sigma'_0+\Delta\sigma'}{\sigma'_0}\right]$
σ'_0: Esfuerzo efectivo inicial $\Delta\sigma'$: Incremento de esfuerzo vertical σ'_p: Esfuerzo de preconsolidación Ho: Espesor del estrato e_0: relación inicial de vacíos Cc: índice de compresión virgen Cr: Índice de recompresión		

1.3.2.1 Roca

Los parámetros de resistencia de la roca empleados en diseño se obtuvieron de la siguiente manera:

- Resistencia a la compresión simple (qu): directamente de ensayos de laboratorio.
- Ángulo de fricción interna promedio (ϕ') y cohesión (c'): criterio de falla generalizado de Hoek-Brown (2002), a través del software RocLab 1.0 (Rocscience Inc.).

El criterio de Hoek-Brown se expresa a través de las siguientes ecuaciones:

$$\sigma_1' = \sigma_3' + q_u\left(m_b\ \frac{\sigma_3'}{q_u} + s\right)^a$$

$$\frac{m_b}{m_i} = \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left(e^{\frac{-GSI}{15}} - e^{\frac{-20}{3}}\right)$$

Dónde:

σ'_1 y σ'_3: Esfuerzo efectivo principal mayor y menor, respectivamente.

q_u: Resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta.

m_b, s y a: Parámetros de resistencia del macizo rocoso.

D: Factor que depende del grado de alteración del macizo rocoso por voladura o relajación de la roca.

GSI: Índice de resistencia geológica que se determina a partir de las condiciones descritas en la Figura 1.2.

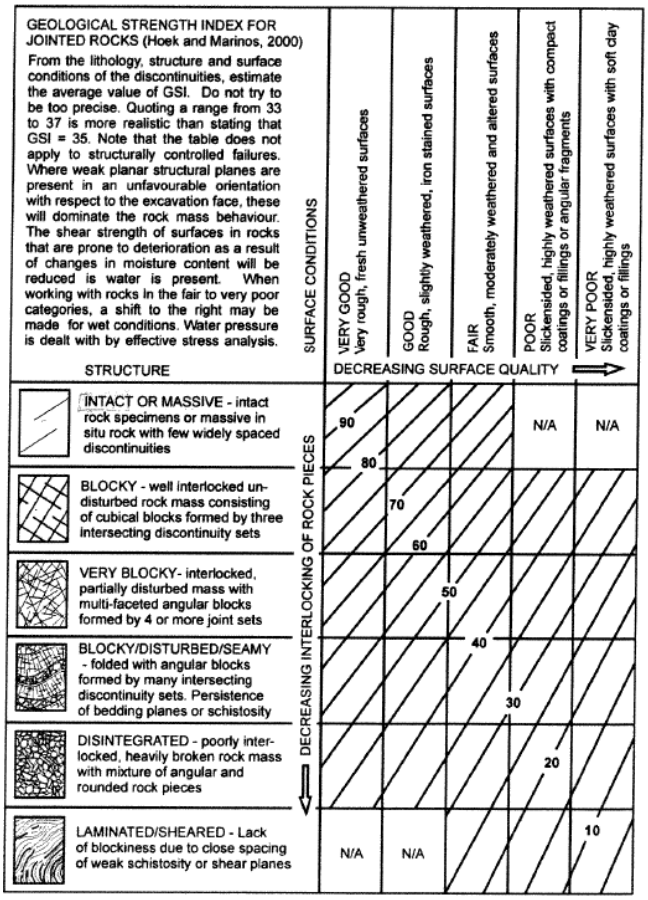


Figura 1.2. Determinación del índice de resistencia geológica GSI

Los parámetros de Mohr-Coulomb (c' y ϕ') equivalentes se estiman a través de las siguientes ecuaciones:

$$\phi' = \sin^{-1}\left[\frac{6am_b\,(s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a) + 6am_b(s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}\right]$$

$$c' = \frac{q_u[(1+2a)s + (1-a)m_b\sigma'_{3n}](s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)\sqrt{\dfrac{1 + 6am_b(s + m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)}}}$$

1.4 REFERENCIAS

MINISTERIO DE TRANSPORTE. NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES CCP 14. NOVIEMBRE DE 2014.

PECK, HANDSON Y THORNBURN. Ingeniería de cimentaciones. Limusa, 1982.

BOWLES J. Foundation Analysis and Design. Quinta Edición. Mc Graw Hill, 1996.

BRAJA M. DAS. Principio de Ingeniería de cimentaciones. Quinta Edición. Thomson, 2006.

EM 1110-2-1902. Slope Stability. Engineering and Design. Department of the Army. U.S. Corps of Engineers (USACE). Washington D.C. 31 Oct 2003

SUAREZ, J. Deslizamientos. Análisis Geotécnicos - Técnicas de Remediación. UIS ediciones. Bucaramanga. 2009.

HOEK, E., J.W. BRAY. Rock Slope Engineering. Institution of Mining and Metallurgy. Revised Third Edition. 1981.

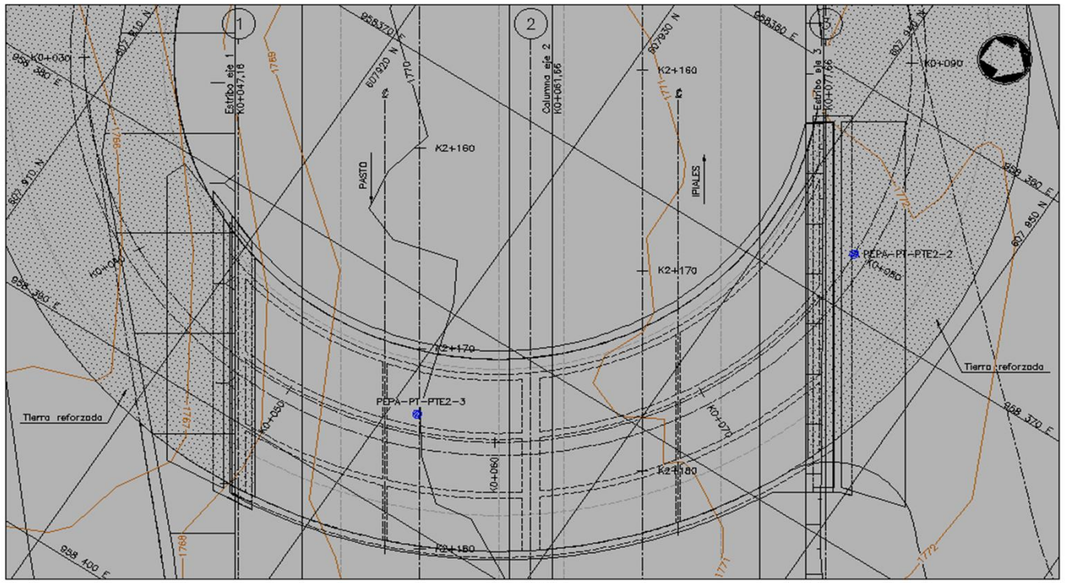
GONZÁLEZ de Vallejo, L. I (et al). Ingeniería Geológica. Pearson. Prentice Hall. Madrid. 2004.

HYNES-GRIFFIN, M. E. y A. G. FRANKLIN, 1984. "Rationalizing the Seismic Coefficient Method," Miscellaneous Paper G. L. 84-13, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, Mississippi.

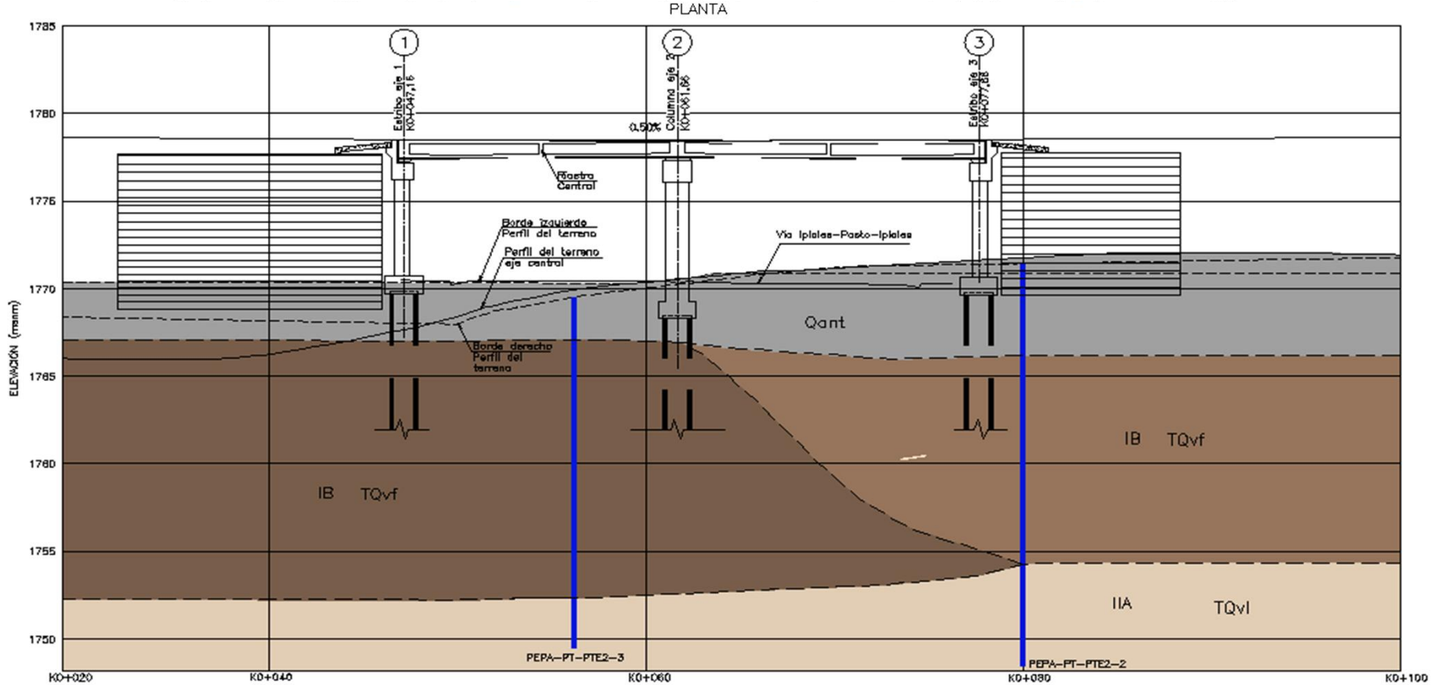
BERRY, P.L. y D. REID. Mecánica de Suelos. Mc Graw Hill. 1993

GONZÁLEZ, A. J. Estimación de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT. X Jornadas de la Ingeniería Colombiana. SCI-SCG. 1999.

SLIDE Version 5.0. Rocscience. Geomechanics Software & Research. Toronto. Canada. 2004



PLANTA



PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DEL PUENTE

CONVENCIONES GEOLÓGICAS

Qant	RELLENO COLOR MARRÓN con gravas subredondeadas y angúlosas, algunos escombros en la PTE2-3. Seco muy suelto y no plástico.
TQvf	FLUJOS DE CENIZA Y PUMITAS (TQvf) suelo arcilloso nevel IB, color marrón oscuro con algunas manchas de oxido húmedo, consistencia blanda a firme y plasticidad alta.
TQvf	SUELO LAHÁRICOS gruesa nivel IB color marrón claro con gravas y gijarros angulosos a subanguloso de andesíticas, seco muy suelto, plasticidad baja.
TQvl	LAVAS (TQvl) nivel IIA aglomerada volcánico, color gris amarillento conformado por litios de andesita, seco, roca muy dura.

METEORIZACIÓN

IB	Suelo arcilloso.
IIA	Roca parcialmente meteorizada.

Diseños Fase III Proyecto Rumichaca-Pasto, Tramo Pedregal-Pasto (UF-4)

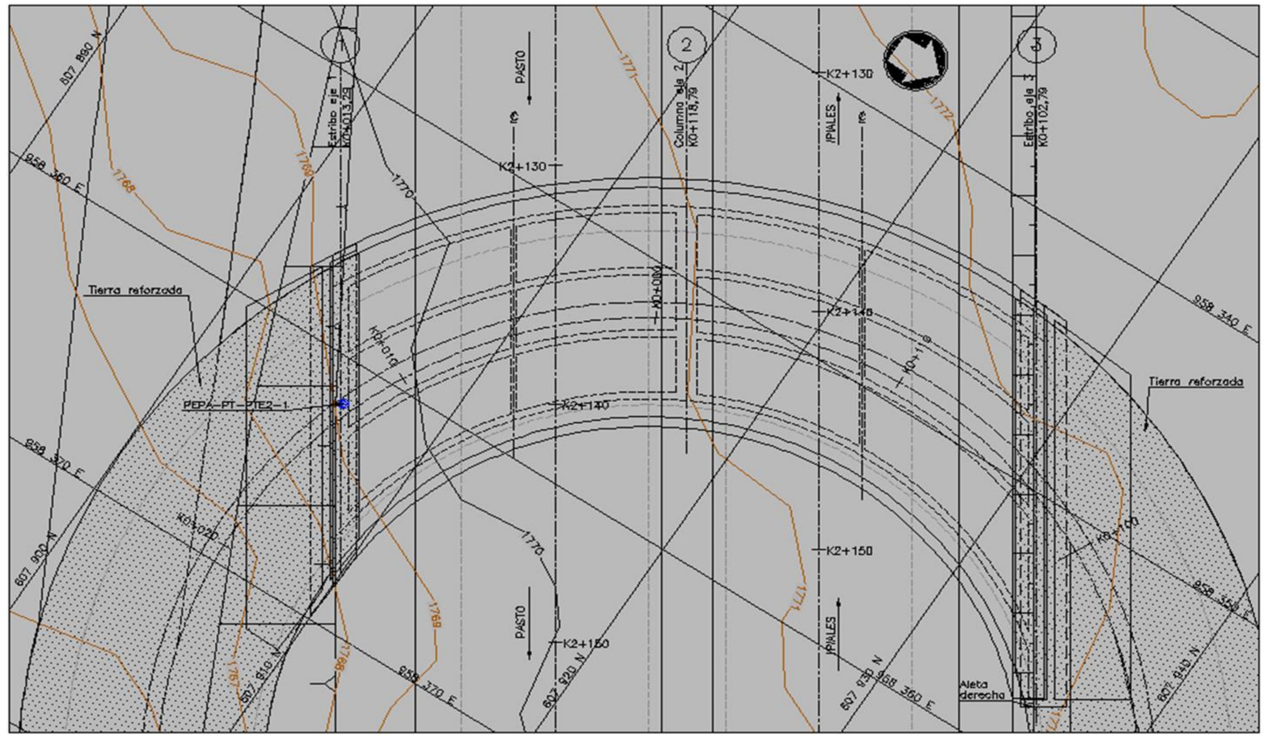
Anexo 3

Figura N. 1

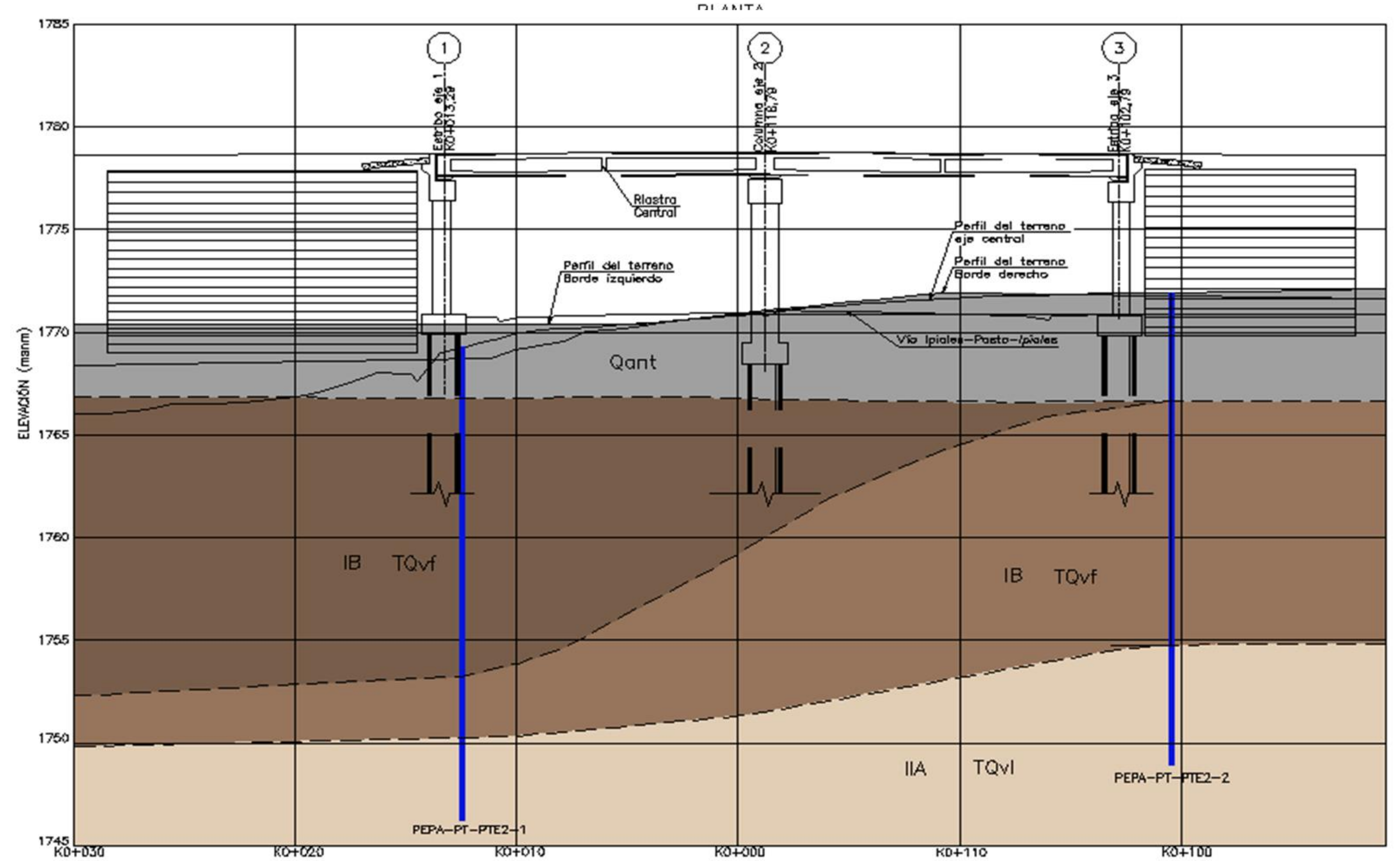
PERFIL LITOLÓGICO PUENTE ORIENTAL GLORIETA PEDREGAL

26/09/2016

REVISION 1



PLANTA



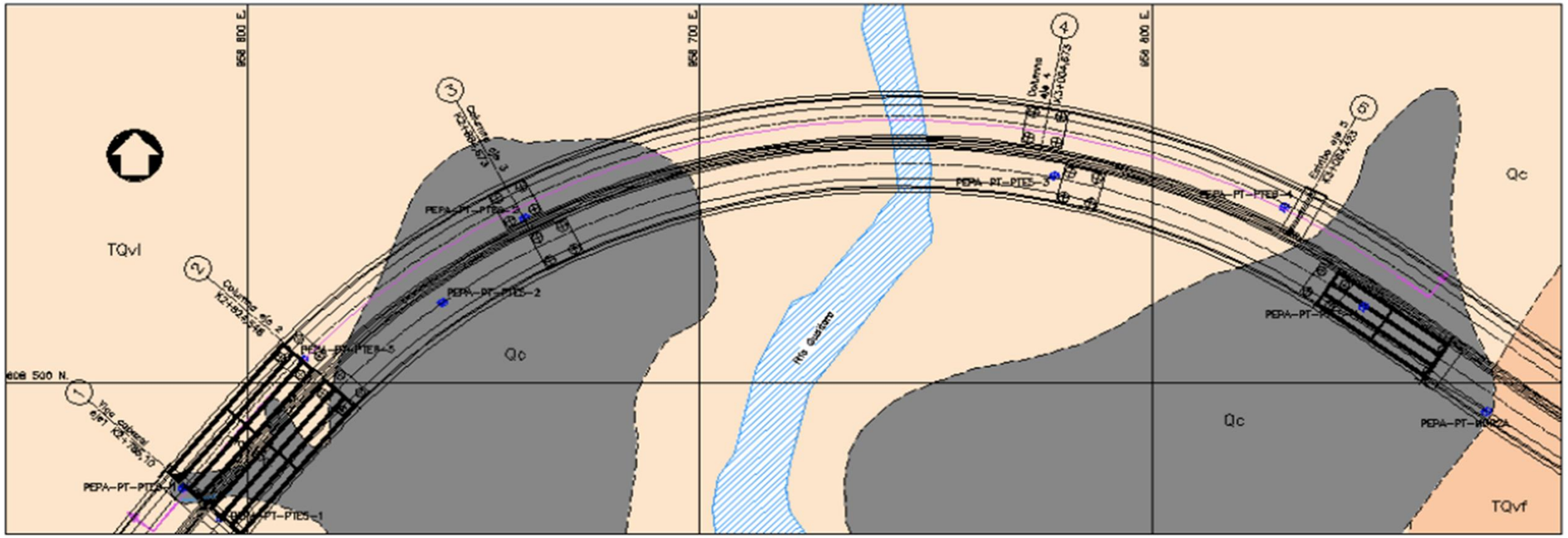
PERFIL LONGITUDINAL POR EL EJE DEL PUENTE

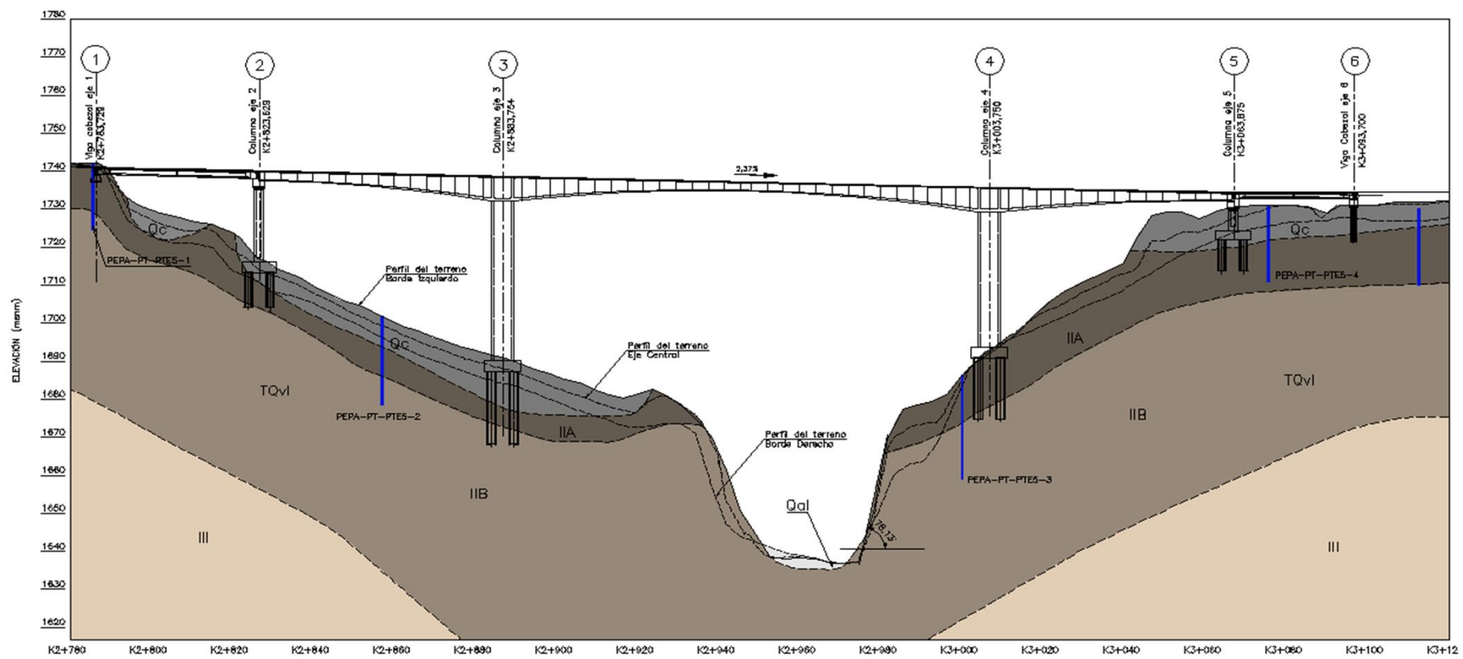
CONVENCIONES GEOLÓGICAS

Qant	RELLENO COLOR MARRÓN con gravas subredondeadas y angúlosas, algunos escombros en la PTE2-3. Seco muy suelto y no plástico.
TQvf	FLUJOS DE CENIZA Y PUMITAS (TQvf) suelo arcilloso nevel IB, color marrón oscuro con algunas manchas de oxido húmedo, consistencia blanda a firme y plasticidad alta.
TQvf	SUELO LAHÁRICOS grueso nivel IB color marrón claro con gravas y gijarros angulosos a subanguloso de andesíticas, seco muy suelto, plasticidad baja.
TQvl	LAVAS (TQvl) nivel IIA aglomerado volcánico, color gris amarillento conformado por litios de andesita, seco, roca muy dura.

METEORIZACIÓN

IB	Suelo arcilloso.
IIA	Roca parcialmente meteorizada.





PERFIL GENERAL CALZADA DERECHA SOBRE EL EJE DE LA VÍA

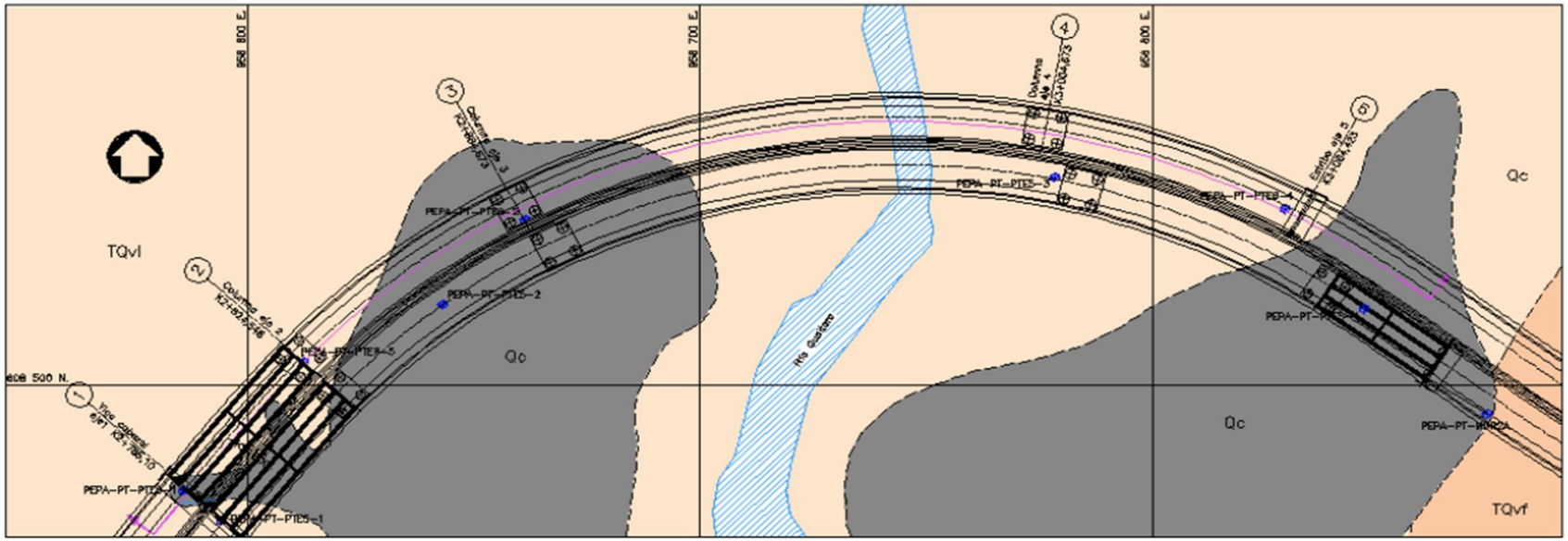
CONVENCIONES GEOLÓGICAS

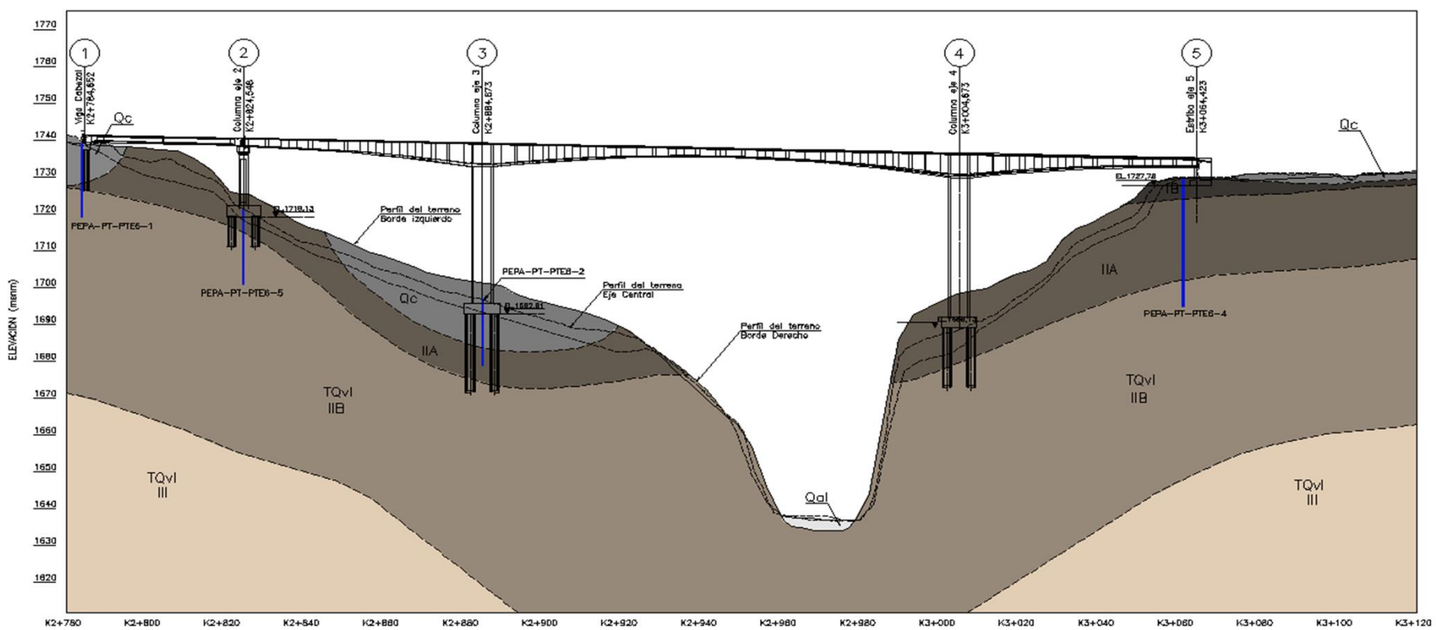
- **Qc** — DEPÓSITOS COLUVIALES: matriz soportado a clasto-soportado con fragmentos angulares y subangulares de rocas volcánicas intrusivas de composición básica e intermedia de hasta 0,80 m de diámetro.
- **TQvl** — LAVAS: intercalación de lavas andesíticas, tobas y brechas volcánicas.

METEORIZACIÓN

- **IIA** — Roca parcialmente meteorizada.
- **IIB** — Roca dura con algo de decoloración.
- **III** — Roca dura.

ANI Agencia Nacional de Infraestructura · CONSORCIO SH · CONSORCIO VIAL UNIÓN DEL SUR	Diseños Fase III Proyecto Rumichaca-Pasto, Tramo Pedregal-Pasto (UF-4)	INGETEC INGENIERÍA & DISEÑO
Anexo 3 Figura N. 3	PERFIL LITOLÓGICO PUENTE GUÁITARA CALZADA DERECHA	26/09/2016 REVISION 1





PERFIL GENERAL CALZADA IZQUIERDA SOBRE EL EJE DE LA VÍA

ESCALA A

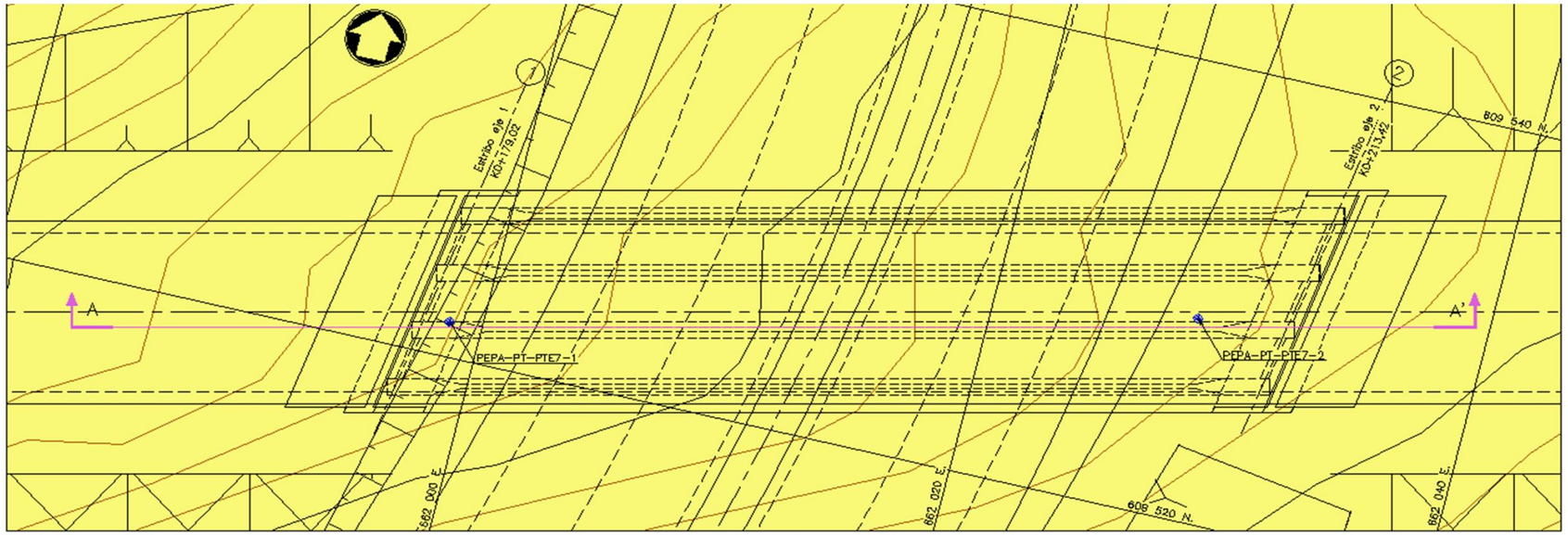
CONVENCIONES GEOLÓGICAS

Qc	DEPÓSITOS COLUVIALES: matriz soportado a clastosoportado con fragmentos angulares y subangulares de rocas volcánicas intrusivas de composición básica e intermedia de hasta 0,80 m de diámetro.
TQvl	LAVAS: intercalación de lavas andesíticas, tobas y brechas volcánicas.

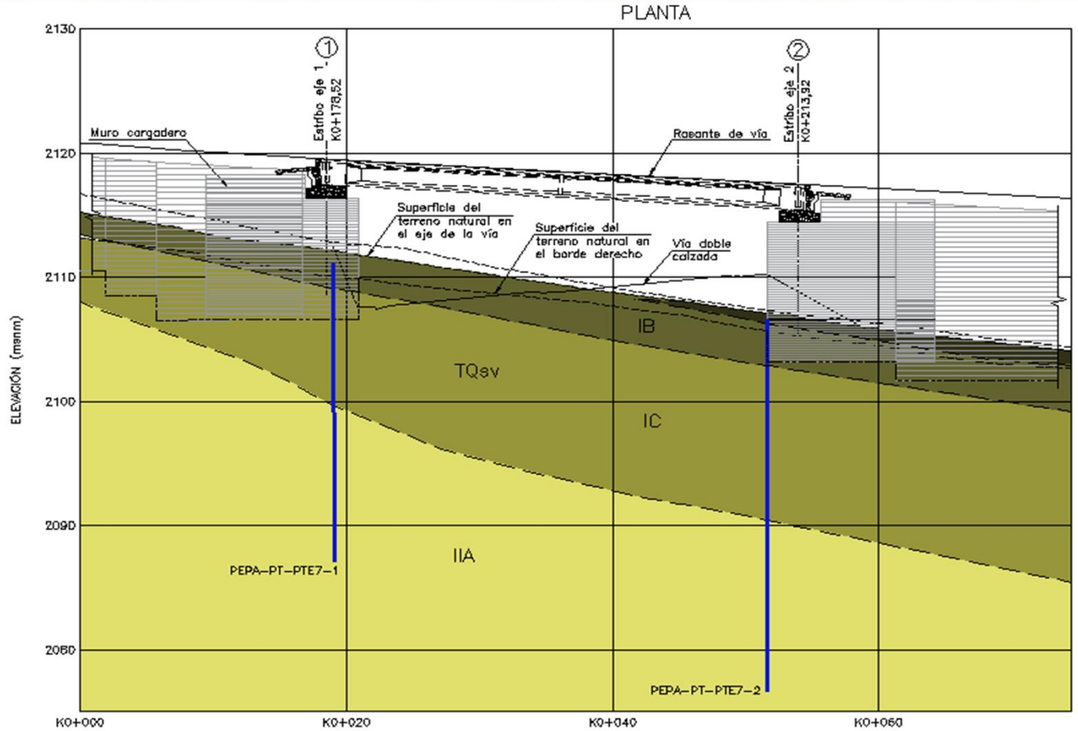
METEORIZACIÓN

IIA	Roca parcialmente meteorizada.
IIB	Roca dura con algo de decoloración.
I	Roca dura.

ANI Agencia Nacional de Infraestructura · CONSORCIO SH · UNIÓN DEL SUR	Diseños Fase III Proyecto Rumichaca-Pasto, Tramo Pedregal-Pasto (UF-4)	INGETEC INGENIERÍA & DISEÑO
Anexo 3 Figura N. 4	PERFIL LITOLÓGICO PUENTE GUÁITARA CALZADA IZQUIERDA	26/09/2016 REVISION 1



PLANTA



CONVENCIONES GEOLÓGICAS

TQsv	CONJUNTO SEDIMENTARIO VOLCÁNICO LA MAGDALENA: Delgadas intercalaciones de arcillolitas, limolitas y areniscas de grano fino de colores claros, con restos de diatomeas; intercalados con tobas, brechas y algunos flujos andesíticos.

METEORIZACIÓN

IB	Arcilla algo arenosa color marrón claro, plasticidad baja consistencia firme a muy firme.
IC	Limo arenoso, con algo de gravas, muy denso, y no plástico color marrón oscuro.
IIA	Aglomerado volcánico color gris claro con líticas sub-angulosas de andesitas y traquita, seco.

ANI Agencia Nacional de Infraestructura · CONSORCIO SH · UNIÓN DEL SUR	Diseños Fase III Proyecto Rumichaca-Pasto, Tramo Pedregal-Pasto (UF-4)	INGETEC INGENIERÍA & DISEÑO
Anexo 3 5	PERFIL LITOLÓGICO PUENTE CONEXIÓN K8+580	26/09/2016 REVISION 1

CONSORCIO SH	ESTUDIOS Y DESEÑOS DEFINITIVOS FASE III DE LA UNIDAD FUNCIONAL 4, DEL CONTRATO 015 DE 2015: FINANCIACIÓN, CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN, MEJORAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR RUMICHACA – PASTO, SUSCRITO ENTRE LA ANI Y LA CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S	INGETEC INGENIEROS CONSULTORES
Anexo 3.3.1.1 Hoja 1 de 2	**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE RELLENO K7+000 (Aguas Abajo)**	REV. 0 31/10/2016

ZODME DE ANÁLISIS: K7+000 Ab
INCLINACIÓN DE TALUD DE RELLENO: 1.7H : 1.0V
ALTURA DE RELLENO (m): 45.0

METODOLOGÍA: SPENCER
SUPERFICIE DE DESLIZAMIENTO: Slope Search

PARÁMETROS DEL SUELO

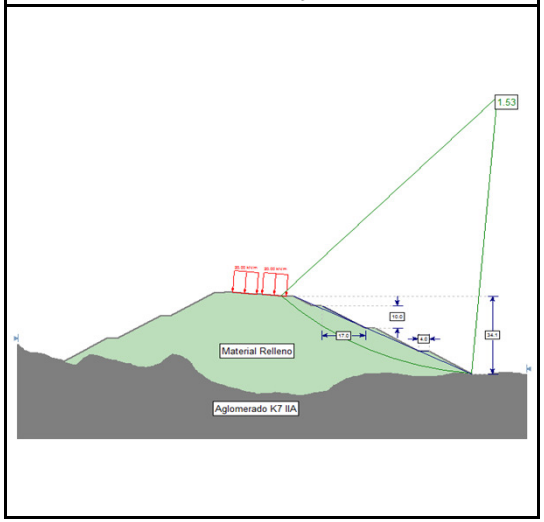
	ϕ [°]	c' [kPa]	γ [kN/m3]
Material de Relleno	28	15	20
Cjto.Volc. La Magdalena (TQsv)	27	33	19

PARÁMETROS DE SISMO

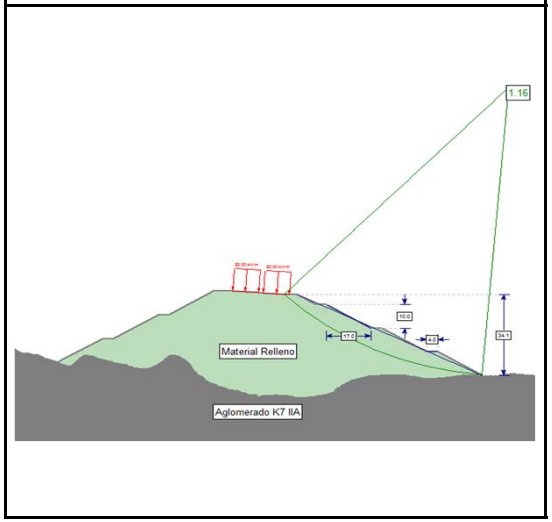
PGA= 0.25 $A_{a\ diseño}$= 0.13 Aplicado 1/2 PGA

RESULTADOS

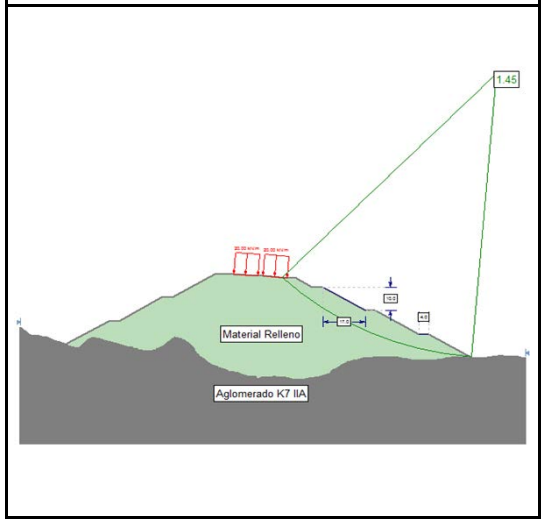
ANÁLISIS ESTÁTICO (Ru=0.05)
FACTOR DE SEGURIDAD= 1.5 Estable



ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO (Ru=0.05)
FACTOR DE SEGURIDAD= 1.1 Estable



PRESENCIA DE AGUA (Ru=0.10)
FACTOR DE SEGURIDAD= 1.4 Estable



CONSORCIO SH	ESTUDIOS Y DESEÑOS DEFINITIVOS FASE III DE LA UNIDAD FUNCIONAL 4, DEL CONTRATO 015 DE 2015: FINANCIACIÓN, CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN, MEJORAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR RUMICHACA – PASTO, SUSCRITO ENTRE LA ANI Y LA CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S	INGETEC INGENIEROS CONSULTORES
Anexo 3.3.1.1 Hoja 2 de 2	**ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES DE RELLENO K7+000 (Aguas Arriba)**	REV. 0 31/10/2016

ZODME DE ANÁLISIS: K7+000 Ar
INCLINACIÓN DE TALUD DE RELLENO: 1.7H : 1.0V
ALTURA DE RELLENO (m): 45.0

METODOLOGÍA: SPENCER
SUPERFICIE DE DESLIZAMIENTO: Slope Search

PARÁMETROS DEL SUELO

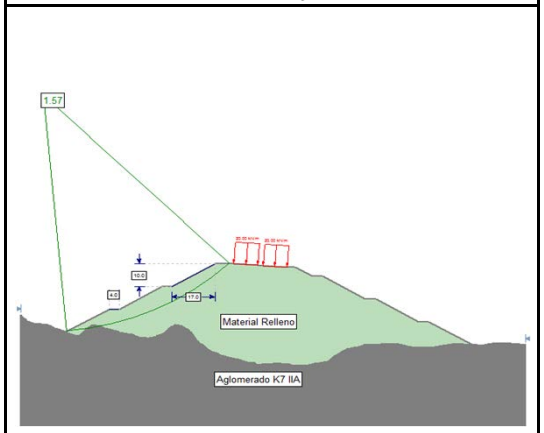
	ϕ [°]	c' [kPa]	γ [kN/m3]
Material de Relleno	28	15	20
Cjto.Volc. La Magdalena (TQsv)	27	33	19

PARÁMETROS DE SISMO

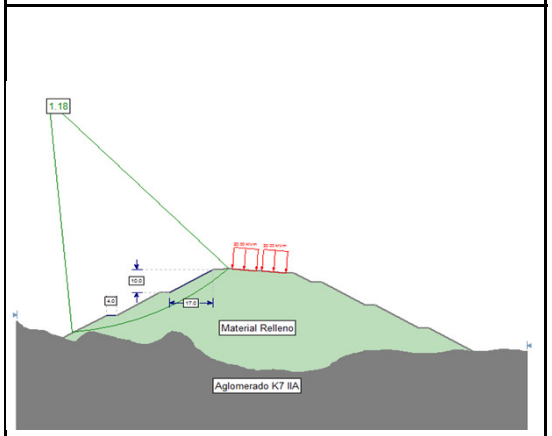
PGA= 0.25 $A_{a\ diseño}$= 0.13 Aplicado 1/2 PGA

RESULTADOS

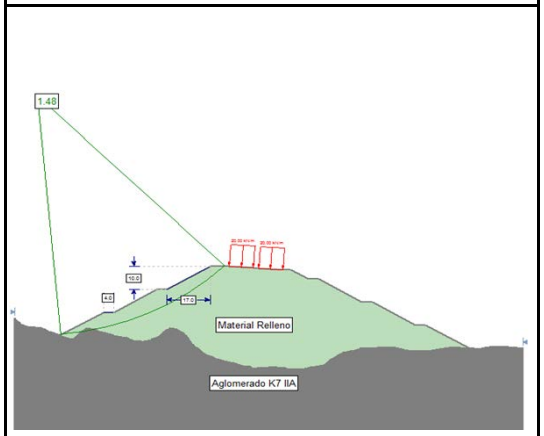
ANÁLISIS ESTÁTICO (Ru=0.05)
FACTOR DE SEGURIDAD= 1.5 Estable



ANÁLISIS PSEUDOESTÁTICO (Ru=0.05)
FACTOR DE SEGURIDAD= 1.1 Estable



PRESENCIA DE AGUA (Ru=0.10)
FACTOR DE SEGURIDAD= 1.4 Estable



PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5

Tabla 1 de 4

CONSOLIDADO ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Rev. 0

25/04/2016

EXPLORACION				ENSAYOS DE CAMPO				ENSAYOS DE CLASIFICACION E IDENTIFICACION													RESISTENCIA AL CORTE			ROCA	
Perforación / Apique	Profundidad (m)			SPT				Contenido de Materia Orgánica (%)	ω (%)	Gs	Densidad seca	Densidad humeda	Granulometría			Limites de Atterberg			Clasificación		Compresión Inconfinada [Saturada]	Corte Directo		Compresión Simple	Carga Puntual
	Inicio	Fin	Hprom	6"	12"	18"	$N_{45\ (CAMPO)}$				γ (kN/m^3)	γ (kN/m^3)	G (%)	A (%)	F (%)	LL	LP	IP	USCS	AASHTO	qu (kPa)	C (kPa)	ϕ (°)	qu (MPa)	σ_c (MPa)
PEPA-PT-ZOD-1	4.00	5.00	4.50									15.96												0.45	
	5.00	5.50	5.25									16.15												0.45	
	9.50	10.00	9.75										61	28	11	47	21	26	GP-GC	A-2-7					
	12.00	12.50										29.08												102.12	
PEPA-PT-TAL-01	0.00	0.45	0.23	18	35	45	80		2				76	20	4										
	4.00	5.50	4.75				-				23.1													19.08	
	5.50	6.50	6.00				-					24.85												93.79	
	8.30	9.00	8.65				-																		52.05
	9.00	10.00	9.50				-				23.1													19.08	
	12.00	13.00	12.50				-																		44.24
PEPA-PT-TAL-02	0.45	0.90	0.68	9	10	9	19		13.4		18.94	21.84	32	51	17										
	0.90	1.35	1.13	7	11	14	25		16.2		17.64	20.53	25	53	22										
	1.35	1.80	1.58	27	15	24	39		11.85		18.44	20.37	41	45	14										
	2.00	2.90	2.45				-		15.3				30	60	10										
	2.90	3.35	3.13	25	15	30	45		13.45		17.76	20.35	46	42	12										
	3.35	3.80	3.58	22	21	36	57		12.9		18.72	21.17	32	50	18										
	12.70	13.30	13.00				-		17.1				48	43	9										
	13.30	15.00	14.15				-					24.21												42.49	
PEPA-PT-TAL-38	1.00	1.45	1.23				-		25.7				0	5	95	66	35	31	MH	A-7-5					
	2.75	3.20	2.98				-		17.3				19	29	52	53	23	30	CH	A-7-5					
	4.30	4.50	4.40				-					26.1												94.75	
	8.50	9.00	8.75				-					25.53												81.48	
	11.80	12.00	11.90				-						62	21	17	46	24	22	GC	A-2-7					
	15.00	15.50	15.25				-					25.96												105.34	
	18.50	19.00	18.75				-						85	8	7	34	20	14	GP-GC	A-2-6					
	22.50	23.00	22.75				-						55	23	22	34	18	16	GC	A-2-6					
PEPA-PT-MUR-01	1.20	1.65	1.43				-		3.7				62	33	5	NL	NP	NP	GW-GM	A-1-a					
	2.40	2.85	2.63				-		16.6				60	30	10	39	25	14	GW-GM	A-2-6					
	6.00	6.45	6.23				-		23.3				63	23	14	42	26	16	GC	A-2-7					
	7.85	8.00	7.93				-		39.4				1	59	40	68	30	38	SC	A-7-5					
	4.00	4.45	4.23				-		24.4				64	25	11	47	27	20	GP-GM	A-2-7					
	8.40	11.40	9.90				-					20.16												15.31	
	11.40	13.00	12.20				-					21.7												19.83	
	14.30	15.00	14.65				-						59	26	15	48	24	24	GC	A-2-7					
PEPA-PT-TAL-3	1.00	1.60	1.30				-						0	4	96	40	31	9	ML	A-4					
	1.60	2.05	1.83				-		25.1				0	0	100	43	36	7	ML	A-5					
	3.40	3.85	3.63				-		16.2				0	1	99	44	34	10	ML	A-5					
	5.00	5.45	5.23				-						25	43	32	34	23	11	SC	A-2-6					
	11.00	12.00	11.50				-						47	34	19	42	26	16	GM	A-2-7					
	13.00	14.00	13.50				-						54	31	15	40	22	18	GC	A-2-6					
	15.00	16.00	15.50				-						40	37	23	41	24	17	GC	A-2-7					
	17.40	18.00	17.70				-		16.21		16.44	19.11									156.93				
	19.00	20.00	19.50				-		15.48															177.28	
PEPA-PT-MUR-2A	1.30	1.75	1.53				-		28.7				21	55	24	NL	NP	NP	SM	A-1-b					
	2.30	2.75	2.53				-		10.6				31	39	30	44	20	24	SC	A-2-7					
	3.20	3.65	3.43				-		12.5				18	49	33	46	21	25	SC	A-2-7					
	3.65	4.10	3.88				-		19.1				14	38	48	53	22	31	SC	A-7-6					
	7.30	8.00	7.65				-						60	28	12	49	26	23	GP-GC	A-2-7					
	11.40	13.40	12.40				-						58	31	11	41	23	18	GP-GC	A-2-7					
	16.20	16.70	16.45				-					20.9												13.96	
	18.00	19.00	18.50				-					21.95												15.21	
	19.00	20.00	19.50				-					19.35												0.41	
PEPA-PT-TAL-05	1.50	1.95	1.73	3	2	2	4		34.7				42	39	19										
	1.95	2.40	2.18	3	3	4	7		29.25		12.35	16.29	21	34	45										
	2.40	2.85	2.63	4	4	5	9																		
	3.55	4.00	3.78	15	30	45	75		21.10				27	30	43										
	5.00	6.00	5.50				-		43.25		11.31	16.16	17	53	30	55	37	18	SM	A-2-7					
	7.00	8.00	7.50				-		33				39	47	14										
	10.00	11.00	10.50				-		37.75		12.98	17.82	47	35	18	51	34	17	GM	A-2-7					
	15.00	15.50	15.25				-		27.5				26	54	20										
	15.70	15.80	15.75				-		30.89		14.09	18.48	4	48	48	45	28	17	SM	A-7-6	104.48				
PEPA-PT-MUR-04	1.00	1.45	1.23				-		18.7				26	45	29	44	29	15	SM	A-2-7					
	5.50	6.50	6.00				-						43	38	19	NL	NP	NP	GM	A-1-b					
	8.00	8.60	8.30				-					26.06												101.66	
	12.00	12.80	12.40				-						44	42	14	NL	NP	NP	GM	A-1-b					
	12.80	13.00	12.90				-					25.71												101.3	
PEPA-PT-ZOD-23	0.00	0.45	0.23	8	11	20	31		18.8				0	23	77	40	20	22	CL	A-7-6					
	3.25	3.70	3.48	4	10	13	23		21.1				1	71	28	NL	NP	NP	SM	A-2-4					
	4.15	4.60	4.38	16	16	17	33		24.1				7	45	48	29	21	8	SC	A-4					
	5.05	5.50	5.28	8	21	30	51		29.1				0	16	84	61	21	40	CH	A-7-6					
	9.00	10.00	9.50				-					20.20	24	36	40	36	31	5	SM	A-4				8.43	
PEPA-PT-ZOD-24	1.00	1.30	1.15						31.9				44	23	33	48	36	12	GM	A-2-7					
	1.30	3.30	2.30										62	26	12	43	27	16	GP-GM	A-2-7					
	8.30	10.00	9.15									18.27	67	21	12	52	28	24	GP-GC	A-2-7				8.58	
PEPA-PT-TAL-06	1.35	2.05	1.70				-					19.15												8.36	
	4.00	4.60	4.30				-						38	46	16	42	31	11	SM	A-2-7					
	6.20	6.50	6.35				-					26.35												46.96	
	8.20	8.60	8.40				-					20.07												10.43	
	9.00	11.50	10.25				-						15	69	16	53	32	21	SM	A-2-7					
	14.45	17.50	15.98				-						57	34	9	49	30	19	GW-GM	A-2-7					
	18.85	19.95	19.40				-					17.57												6.54	
	21.50	22.25	21.88				-					17.78												6.23	
PEPA-PT-EST-1	1.50	1.95	1.73				-		30.5				1	26	73	57	24	33	CH	A-7-5					
	1.95	2.40	2.18				-		35.4				0	23	77	62	27	35	CH	A-7-6					
	3.30	3.60	3.45				-		30.1				21	34	45										
	3.60	4.00	3.80				-					19.60	55	21	24									11.18	
	5.40	5.85	5.63				-		26.4				16	57	24	NL	NP	NP	SM	A-2-4					
	7.00	8.00	7.50				-						22	37	41	41	31	10	SM	A-5					
	9.50	10.00	9.75				-						34	31	35	39	33	6	GM	A-2-4					
PEPA-PT-TAL-08	0.30	0.75	0.53	12	10	11	21		19				19	48	33	45	24	21	SC	A-2-7					
	1.45	1.85	1.65	20	30	50	80		19.5				17	38	45	42	24	18	SC	A-7-6					
	2.00	2.30	2.15				-			2.56															
	3.50	4.00	3.75				-						56	17	27	46	23	23	GC	A-2-7					
	3.50	4.00	3.75				-					16.26												0.12	
	5.60	6.00	5.80				-						7	43	50	45	21	24	CL	A-7-6					
	5.60	6.00	5.80				-		21.85		12.34	15.03									62.67				
	7.00	7.50	7.25				-						40	27	33	39	26	13	GM	A-2-6					
	8.00	8.30	8.15				-					19.30												5.47	
	11.00	12.00	11.50				-					18.34												7.9	
	12.50	13.00	12.75				-					18.40												5.82	
	16.50	17.00	16.75				-					19.09												7.82	
	19.00	19.50	19.25				-					19.34												9.57	
PEPA-PT-TAL-08A	0.60	1.05	0.83	12	20	37	57		15.7				6	39	55	36	23	13	CL	A-6					
	2.40	2.80	2.60				-					17.74												7.62	
	4.00	4.50	4.25				-						65	23	12	NL	NP	NP	GM	A-1-a					
	5.00	5.30	5.15				-					22.88												11.08	
	6.50	7.10	6.80				-		29.78		13.64	17.70	2	30	68	36	23	13	CL	A-6	171.01				
	8.50	9.00	8.75				-					21.28												15.72	
	10.50	10.80	10.65				-					26.10												146.17	
	13.00	14.00	13.50				-					16.80												7.19	
	16.00	17.00	16.50				-					19.07												10.12	
	18.00	19.00	18.50				-					19.04												8.98	
	19.00	0.20	9.60				-					19.10												13.18	
PEPA-PT-TAL-09	0.60	0.80	0.70	40	50		50		19.7				27	41	32	36	23	13	SC	A-2-6					
	2.10	3.00	2.55				-		28.7		13.83	17.68	24	54	22	36	26	10	SM	A-2-4					
	4.50	5.00	4.75				-						20	50	30	34	31	3	SM	A-2-4					
	6.50	7.00	6.75				-		30.7		13.46	17.59	41	46	13	37	33	4	SM	A-1-b					
	7.10	7.30	7.20				-																		1043.7
	9.00	10.00	9.50				-					20.86												7.12	
	11.40	11.80	11.60				-					18.60												9.21	
	13.20	14.00	13.60				-					20.00												17.37	
	16.00	16.70	16.35				-					21.42												5.02	
	19.50	20.00	19.75				-					20.79												7.76	
PEPA-PT-ZOD-17	0.00	0.45	0.23				-		27.3				0	32	68	42	20	22	CL	A-7-6					
	2.00	3.00	2.50				-						68	18	14	44	24	20	GC	A-2-7					
	3.00	4.00	3.50				-					19.85	23	38	39	40	23	17	SC	A-6				4	
	4.00	5.45	4.73				-						32	42	26	34	20	14	SC	A-2-6					
	7.15	8.35	7.75				-					18.36	17	61	22	33	22	11	SC	A-2-4				6.37	
	8.35	10.00	9.18				-					20.88												9.31	
PEPA-PT-TAL-10	1.45	1.90	1.68	19	30	31	61		17				13	45	42	47	24	23	SC	A-7-6					
	4.30	4.70	4.50				-						11	53	36	33	22	11	SC	A-6					
	6.30	6.70	6.50				-						0	51	49	31	21	10	SC	A-4					
	6.70	7.00	6.85				-		29.12		12.81	16.54	2	31	67	43	23	20	CL	A-7-6				48.86	
	7.50	7.80	7.65				-						34	26	40	31	20	11	GC	A-6					
	9.50	10.00	9.75				-						34	47	19	33	24	9	SM	A-2-4					

PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5

Tabla 1 de 4

CONSOLIDADO ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Rev. 0

25/04/2016

EXPLORACION				ENSAYOS DE CAMPO				ENSAYOS DE CLASIFICACION E IDENTIFICACION													RESISTENCIA AL CORTE			ROCA	
Perforación / Apique	Profundidad (m)			SPT				Contenido de Materia Orgánica (%)	ω (%)	Gs	Densidad seca	Densidad humeda	Granulometría			Limites de Atterberg			Clasificación		Compresión Inconfinada [Saturada]	Corte Directo		Compresión Simple	Carga Puntual
	Inicio	Fin	Hprom	6"	12"	18"	$N_{45\ (CAMPO)}$				γ (kN/m^3)	γ (kN/m^3)	G (%)	A (%)	F (%)	LL	LP	IP	USCS	AASHTO	qu (kPa)	C (kPa)	ϕ (°)	qu (MPa)	σ_c (MPa)
PEPA-PT-MUR-5	0.00	0.45	0.23	3	3	4	7																		
	1.45	1.90	1.68	3	4	5	9		27.5				2	28	70	42	21	21	CL	A-7-6					
	1.90	2.35	2.13	7	16	35	51		30.8		13.29	17.58				48	22	26							
	3.70	4.15	3.93	5	8	8	16		37.1				5	22	73	50	23	27	CH	A-7-6					
	4.15	4.60	4.38	9	11	13	24		36.7				6	21	73	52	24	28	CH	A-7-6					
	4.60	5.00	4.80				-		29.14		11.70	15.11									38.87				
	8.40	8.85	8.63	2	2	4	6		33.4				5	36	59	36	30	6	ML	A-4					
	8.85	9.30	9.08	7	16	34	50																		
	11.00	11.45	11.23	12	20	24	44		31.3				8	40	52	38	33	5	ML	A-4					
	12.45	12.80	12.63				-					20.24	40	41	19	NL	NP	NP	SM	A-1-b				6.48	
PEPA-PT-ZOD-22	1.20	1.65	1.43				-		20.7				0	34	66	49	22	27	CL	A-7-5					
	1.65	3.80	2.73				-					17.54	1	37	62	50	21	29	CH	A-7-6				0.09	
	3.80	4.25	4.03				-		44				0	18	82	58	27	31	CH	A-7-6					
	5.65	6.10	5.88				-		48.8				0	14	86	82	36	46	CH	A-7-5					
	6.10	7.00	6.55				-		30.23		12.64	16.46									337.99				
	8.00	8.45	8.23				-		32.8				15	56	29	56	28	28	SC	A-2-7					
	9.50	10.00	9.75				-						0	33	67	46	23	23	CL	A-7-6					
PEPA-PT-MUR-6	0.45	0.90	0.68				-		13				30	50	20	39	22	17	SC	A-2-6					
	2.30	2.75	2.53				-		15.4				36	51	13	34	22	12	SC	A-2-6					
	4.70	5.00	4.85				-						10	38	52	47	21	26	CL	A-7-6					
	6.20	7.30	6.75				-		26.24		12.69	16.03	13	54	33	43	23	20	SC	A-2-7	283.7				
	8.00	9.00	8.50				-		22.15		13.98	17.07									140.88				
PEPA-PT-TAL-33	0.45	0.90	0.68				-		14.8				24	33	43	40	21	19	SC	A-6					
	0.90	1.35	1.13				-		14.6				17	34	49	38	20	18	SC	A-6					
	2.30	2.75	2.53				-		20.7				19	31	50	37	21	16	SC	A-6					
	4.20	5.50	4.85				-						35	23	42	36	21	15	GC	A-6					
	7.20	7.50	7.35				-						33	35	32	39	21	18	SC	A-2-6					
PEPA-PT-ZOD-18	0.00	1.00	0.50				-						3	57	40	45	20	25	SC	A-7-6					
	1.05	1.65	1.35				-		26.91		14.50	18.40	0	38	62	36	23	13	CL	A-6	122.07				
	1.65	2.10	1.88				-		22.7				0	29	71	35	19	16	CL	A-6					
	9.50	10.00	9.75				-					26.06	69	28	3	NL	NP	NP	GP	A-1-a				39.33	
PEPA-PT-MUR-7	1.50	1.95	1.73				-		6.4				28	49	23	32	23	9	SM	A-2-4					
	2.85	3.30	3.08				-		15.3				27	42	31	36	22	14	SC	A-2-6					
	4.10	5.00	4.55				-						16	31	53	72	30	42	CH	A-7-5					
	6.00	6.60	6.30				-					24.92												41.29	
	7.00	8.00	7.50				-					20.72												1.39	
	8.00	9.00	8.50				-					20.76												9.15	
PEPA-PT-TAL-34	0.00	0.45	0.23	5	4	4	8																		
	0.45	0.90	0.68	10	8	26	34																		
	0.90	1.35	1.13	10	11	20	31		21.8				0	28	72	36	28	8	ML	A-4					
	1.35	2.30	1.83				-						10	46	44	40	36	4	SM	A-4					
	3.00	4.00	3.50				-						3	34	63	58	52	6	MH	A-5					
	4.40	5.00	4.70				-						12	9	79	123	68	55	MH	A-7-5					
	8.20	8.70	8.45				-					20.27												3.96	
	11.70	12.00	11.85				-					21.33												4.06	
	12.00	13.20	12.60				-					19.77	9	67	24	NL	NP	NP	SM	A-1-b				3.29	
	14.00	14.70	14.35				-					21.46												3.04	
	15.00	16.20	15.60				-						0	38	62	52	46	6	MH	A-5					
	15.00	16.20	15.60				-					14.90												1.27	
	16.50	17.00	16.75				-					22.34												1.63	
	17.70	18.10	17.90				-					21.95												4.03	
PEPA-PT-TAL-13	0.60	1.05	0.83	13	21	40	61		9.4				14	61	25	46	27	19	SM	A-2-7					
	4.25	5.00	4.63				-						60	32	8										
	5.60	6.20	5.90				-					23.35												49.67	
	7.30	7.90	7.60				-						58	32	10	NL	NP	NP	GP-GM	A-1-a					
	8.70	9.00	8.85				-					20.63	8	33	59	61	38	23	MH	A-7-5				2.36	
	13.10	13.85	13.48				-					24.11												48.34	
	14.60	15.00	14.80				-					25.74												139.25	
	16.00	17.30	16.65				-		17.6		17.76	20.88	47	42	11	NL	NP	NP	GP-GM	A-1-B					
	18.00	18.70	18.35				-		17.4							NL	NP	NP							
	20.00	20.70	20.35				-		33.4		13.12	17.50	1	77	22	NL	NP	NP	SM	A-2-4					
	23.00	23.20	23.10				-						7	45	48	29	22	7	SC-SM	A-4					
	24.00	25.00	24.50				-		35.7		12.55	17.02				41	30	11							
	25.00	25.45	25.23	19	20	36	56		46.5				3	47	50	50	37	13	MH	A-7-5					
	25.45	25.70	25.58				-									32	25	7							
	27.00	27.50	27.25				-						1	49	50	51	32	19	SM	A-7-5					
	29.00	30.00	29.50				-		8.9				81	16	3	NL	NP	NP	GP	A-1-a					
	31.50	32.50	32.00				-					15.25	0	26	74	112	41	71	CH	A-7-5				0.9	
	34.00	34.50	34.25				-		19.4				9	66	25	NL	NP	NP	SM	A-2-4					
PEPA-PT-TAL-15	0.80	1.25	1.03	20	10	12	22		27.4				17	43	40										
	1.25	1.70	1.48	16	10	13	23		32.6				8	41	51	47	26	21	CL	A-7-6					
	2.40	2.85	2.63	12	7	10	17		29.6				12	41	47										
	2.85	2.98	2.92	50			50																		
	2.98	4.80	3.89				-		25.7				22	45	33										
	4.80	6.30	5.55				-		27.4				31	39	30										
	6.30	6.75	6.53	45	15	40	55		18.6		15.92	20.36	13	68	19										
	11.40	16.00	13.70	50			50		12.4				55	43	2										
	16.00	16.35	16.18	46	43	50	93																		
	17.80	20.80	19.30				-		44.895		11.03	15.88				41	21	20			255.11				
	20.80	23.00	21.90				-		50.4				17	42	41	60	48	12	SM	A-7-5					
PEPA-PT-ZOD-20	1.00	1.45	1.23				-		22.6				28	40	32	45	25	20	SC	A-2-7					
	1.90	2.35	2.13				-		23				43	24	33	45	29	16	GM	A-2-7					
	2.80	3.40	3.10				-		34.79		13.07	17.61	19	54	27	48	25	23	SC	A-2-7	57.14				
	6.70	7.20	6.95				-					20.70	21	59	20	50	21	29	SC	A-2-7				0.41	
	9.20	10.00	9.60				-						22	62	16	31	21	10	SC	A-2-4					
PEPA-PT-TAL-35	0.00	0.45	0.23	2	2	2	4																		
	0.45	0.90	0.68	9	8	10	18																		
	1.80	2.25	2.03	5	5	6	11		35.6				1	62	37	50	26	24	SC	A-7-6					
	2.25	2.85	2.55				-		34.84		12.37	16.69	12	68	20	54	32	22	SM	A-2-7	359.85				
	4.05	4.50	4.28	6	5	6	11		26.5				16	66	18	42	22	20	SC	A-2-7					
	4.50	4.95	4.73	7	9	10	19		45.3							63	31	32							
	5.85	6.30	6.08	9	12	15	27		41				1	25	74	52	31	21	MH	A-7-5					
	7.00	7.80	7.40				-		37.94		12.12	16.72	0	14	86	51	32	19	MH	A-7-5	146.85				
	12.80	14.30	13.55				-		31.39		16.53	12.58	4	73	23	35	22	13	SC	A-2-6	76.02				
	14.30	16.45	15.38				-		38.87		12.36	17.17	3	72	25	29	23	6	SM	A-2-4	82.73				
	17.70	19.10	18.40				-		25.65		13.31	16.72	47	26	21						227.85				
	20.00	20.30	20.15	20	40	50	90		22.6				10	63	27	38	25	13	SM	A-2-6					
	21.50	22.50	22.00				-					20.79												15.03	
PEPA-PT-TAL-36	1.50	1.95	1.73	6	8	8	16		11.6				19	58	23	38	22	16	SC	A-2-6					
	1.95	2.40	2.18	7	8	9	17		8.8				31	53	16	29	22	7	SC-SM	A-2-4					
	3.50	3.90	3.70				-					16.97	1	52	47	35	26	9	SM	A-4				3.35	
	6.00	6.60	6.30				-					22.12	73	20	7	40	28	12	GP-GM	A-2-6				41.23	
	8.00	8.70	8.35				-						73	23	4	NL	NP	NP	GP-GM	A-1-a					
	9.30	10.00	9.65				-						31	53	16	NL	NP	NP	SM	A-1-b					190.91
	12.00	12.30	12.15				-					21.34												3.29	
	14.00	14.50	14.25				-					19.52												2.65	
	16.00	16.50	16.25				-					21.01												1.57	
	17.00	17.50	17.25				-						43	49	8	NL	NP	NP	SP-SM	A-1-a					
	17.40	18.80	18.10				-					19.14												0.63	
	19.00	19.50	19.25				-					19.77	9	72	12	NL	NP	NP	SP-SM	A-1-a				1.74	
PEPA-PT-PTE-2-1	2.00	2.45	2.23				-		58.06				0	2	98	62	39	23	MH						
	3.40	3.84	3.62				-		59.65				0	0.6	99.4	62	41	21	MH						
	4.90	5.50	5.20				-		50	2.514	10.65	16.05	0	0.6	99.4	27	17	10	CL						
	5.50	5.95	5.73				-		56.68				1.1	8.2	90.7	59	34	25	MH						
	8.10	8.70	8.40				-		54.66		9.73	15.04	2	9.4	88.5	58	37	21	MH		136.28				
	11.25	11.85	11.55				-		57.4		9.37	14.75	0	1.3	98.7	73	46	27	MH		175.62				
	13.00	14.00	13.50				-						0	1.1	98.9	55	35	20	MH						
	14.30	14.90	14.60				-		39.34		10.60	14.77	0	0.6	99.4	73	47	26	MH		57.37				
	14.90	15.35	15.13				-		65.04				0	2.6	97.4	74	46	28	MH						
	16.80	17.00	16.90				-					25.18												31.21	
	18.50	18.65	18.58				-		18.43				46.7	25.8	27.5	34	21	13	GC						
	19.80	20.00	19.90				-					21.82												26.63	
	22.00	23.00	22.50				-																		37.63

PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5

Tabla 1 de 4

CONSOLIDADO ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Rev. 0

25/04/2016

EXPLORACION				ENSAYOS DE CAMPO				ENSAYOS DE CLASIFICACION E IDENTIFICACION													RESISTENCIA AL CORTE			ROCA	
Perforación / Apique	Profundidad (m)			SPT				Contenido de Materia Orgánica (%)	ω (%)	Gs	Densidad seca	Densidad humeda	Granulometría			Limites de Atterberg			Clasificación		Compresión Inconfinada [Saturada]	Corte Directo		Compresión Simple	Carga Puntual
	Inicio	Fin	Hprom	6"	12"	18"	$N_{45\ (CAMPO)}$				γ (kN/m³)	γ (kN/m³)	G (%)	A (%)	F (%)	LL	LP	IP	USCS	AASHTO	qu (kPa)	C (kPa)	ϕ (°)	qu (MPa)	σ_c (MPa)
PEPA-PT-PTE-2-2	1.50	1.95	1.73				-		3.9				64.5	14.9	20.6	NL	NP	NP	GP-GM						
	3.30	3.75	3.53				-		11.17				63	15.8	21.2										
	5.25	6.00	5.63				-		22.74				56.6	12.2	31.2	41	26	15	GC						
	7.00	7.45	7.23				-		21.9				53.1	15.4	31.5	40	24	16	GC						
	12.00	12.45	12.23				-		14.53	2.29			58.8	14.3	26.9	NL	NP	NP	GM						
	13.90	14.10	14.00				-		18.43				40.3	21.6	38.1	39	28	11	GM						
	15.00	15.45	15.23				-		20.3	2.4			45.7	20.4	33.9	29	21	8	GC						
	16.20	16.50	16.35				-		18.01				36	27.3	36.6	NL	NP	NP	GL						
	17.00	17.15	17.08				-		19.01	2.5			19.1	49.3	31.6										
	17.15	18.00	17.58				-					23.03												26.23	
	18.60	19.00	18.80				-					21.25												11.55	
	20.20	20.65	20.43				-		19.74				26.6	32.4	41	29	20	9	SC						
	20.65	21.00	20.83				-					20.94												5.85	
	22.00	22.25	22.13				-		15.63				62.4	9.3	26.5	30	21	9	GC						
PEPA-PT-PTE-2-3	0.00	0.20	0.10				-						60	23	17	21	18	3	GM	A-1-b					
	3.65	4.10	3.88				-		58				0	5	95	58	37	21	MH	A-7-5					
	4.10	4.70	4.40				-		57.3		9.37	14.72									17.03				
	6.00	6.60	6.30				-		51.11		10.45	15.79									43.77				
	6.60	7.05	6.83				-		51.9				27	4	69	72	32	40	CH	A-7-5					
	8.50	9.10	8.80				-		64.31		8.49	13.96									25.23				
	9.10	9.55	9.33				-		64.5				0	1	99	76	38	38	MH	A-7-5					
	10.00	10.50	10.25				-					14.85												0.51	
	12.00	12.50	12.25				-		64.91		9.13	15.05									388.73				
	16.00	16.50	16.25				-					21.75												56.46	
	17.50	18.00	17.75				-					21.31												10.38	
PEPA-PT-PTE-3-1	1.00	1.45	1.23	7	11	9	20																		
	2.60	3.05	2.83	4	10	15	25																		
	4.35	4.45	4.40	50			50																		
	5.00	6.00	5.50				-					20.41													
	6.95	7.95	7.45				-						54	28	18	30	20	10	GC	A-2-4					
	10.00	11.90	10.95				-					21.61	48	34	18	30	20	10	GC	A-2-4					
	15.40	15.80	15.60				-					22.21													
	16.00	17.30	16.65				-						85	11	4	33	32	1	GP	A-1-a					
	17.30	18.70	18.00				-						54	31	15	40	32	8	GM	A-2-4					
	23.00	24.00	23.50				-						27	17	56	32	21	11	CL	A-6					
	30.00	32.00	31.00				-						62	26	13	30	20	10	GC	A-2-4					
	32.00	33.00	32.50				-						39	33	28	42	22	20	GC	A-2-7					
	34.00	36.00	35.00				-						66	25	9	46	26	20	GP-GC	A-2-7					
	37.50	39.00	38.25				-						73	22	5	53	32	21	GP	A-2-7					
	43.00	45.00	44.00				-						78	16	6	46	24	22	GP-GC	A-2-7					
PEPA-PT-PTE-3-2	1.00	1.30	1.15	8	10	15	25		14.6				57	34	9	NL	NP	NP	GW-GM	A-1-a					
	2.10	3.10	2.60				-		24.3		14.74	18.32	54	32	14	NL	NP	NP	GM	A-1-a					
	4.20	5.00	4.60				-			2.432			28	50	22	45	29	16	SM	A-2-7					
	8.50	9.00	8.75				-					19.70												1.41	
	10.00	11.00	10.50				-					19.87												0.48	
	13.00	14.00	13.50				-					21.13	13	39	48	50	21	29	SC	A-7-6				1.39	
	17.00	18.50	17.75				-					19.98												0.57	
	25.50	26.50	26.00				-		13.87		16.80	19.13	22	50	28	45	23	22	SC	A-2-7	36.19				
	29.50	29.60	29.55				-																		42.4
	31.60	31.90	31.75				-					25.16												63.84	
PEPA-PT-PTE-3-4	0.00	1.00	0.50				-						46	19	35	44	21	23	GC	A-2-7					
	2.40	2.85	2.63				-		13.8				16	38	46	34	18	16	SC	A-6					
	5.70	6.15	5.93				-						22	37	41	40	19	21	SC	A-6					
	8.35	8.80	8.58				-						14	37	49	36	20	16	SC	A-6					
	10.20	10.65	10.43				-		26.4				6	45	49	29	23	6	SM	A-4					
	13.00	13.45	13.23				-		28.4				0	42	58	NL	NP	NP	ML	A-4					
	15.60	16.50	16.05				-		27				4	39	57	39	21	18	CL	A-6					
	17.50	18.00	17.75				-		21.98		15.38	18.76	25	36	39	34	20	14	SC	A-6	49.15				
	18.50	18.95	18.73				-		24.4				20	37	43	37	23	14	SC	A-6					
	20.80	22.00	21.40				-						27	16	57	47	23	24	CL	A-7-6					
	28.30	29.80	29.05				-					24.27												23.28	
	29.80	31.20	30.50				-					24.26												71	
PEPA-PT-PTE-3-5	0.00	1.00	0.50				-						7.9	31.7	60.4	37	17	20	CL						
	3.00	3.45	3.23				-						50.7	17.4	31.9	40	23	17	GC						
	4.50	8.00	6.25				-						91.3	3.9	4.8				GP-GM						
	8.80	10.00	9.40				-						65	8.9	26.1	42	24	18	GC						
	11.00	12.00	11.50				-						56	13	31	35	24	11	GC						
	12.00	12.40	12.20				-					21.01												19.42	
	13.50	14.50	14.00				-						56.3	15.9	27.8	31	21	10	GC						
	15.00	16.00	15.50				-						47.5	23.1	31.2	34	21	13	GC						
	17.00	18.00	17.50				-						37.5	21.9	40.6	28	20	8	GC						
	18.00	18.85	18.43				-						8.9	30.5	60.6	27	20	7	CL-CM						
	23.00	24.00	23.50				-						61.5	11.4	27.1	NL	NP	NP	GM						
	25.00	26.00	25.50				-						35	44	21	34	32	2	SM	A-1-b					
	29.15	29.55	29.35				-																		107.58
	30.25	31.25	30.75				-																		48.28
PEPA-PT-PTE-5-1	2.20	3.00	2.60				-																		3.26
	6.75	7.50	7.13				-					26.48												132.84	
	9.75	9.90	9.83				-																		26.9
	10.50	11.00	10.75				-					21.36												34.23	
	13.55	14.20	13.88				-					21.45												31.52	
	16.00	16.75	16.38				-					20.28												16.58	
PEPA-PT-PTE-5-2	1.00	1.30	1.15	4	16	50	66		10.1				31	38	31										
	3.50	3.95	3.73	6	32	40	72		14.6				54	37	9										
	3.95	4.30	4.13				-																		21.59
	4.40	4.70	4.55				-																		18.65
	8.60	9.20	8.90				-						74	19	7										
	10.00	10.80	10.40				-		22.5		15.30	18.74	60	31	9	71	27	44	GP-GC	A-2-7					
	10.80	11.80	11.30				-						58	32	10	61	25	36	GP-GC	A-2-7					
	14.00	15.00	14.50				-																		126.17
	20.50	20.80	20.65				-																		191.31
	22.40	22.80	22.60				-																		200.73
PEPA-PT-PTE-5-4	1.75	1.90	1.83				-		15.38				47.3	23.4	29.3	34	21	13	GC						
	2.80	3.25	3.03				-		16.65				60.8	14.9	24.2	34	21	13	GP-GC						
	4.00	4.40	4.20				-					21.07													
	8.40	8.60	8.50				-		28.4	2.64						NL	NP	NP							
	9.00	10.00	9.50				-					19.53													
	10.25	11.25	10.75				-						41.1	18.1	40.7	54	27	27	GC						
	11.90	12.30	12.10				-		18.02				38	20.6	41.4	46	28	18	GM						
	13.70	14.30	14.00				-					19.47													
	16.00	16.30	16.15				-		17.22				47.5	23.8	28.7	32	23	10	GC						
	17.30	17.90	17.60				-			2.54						NL	NP	NP							
	17.90	18.30	18.10				-					21.15												15.28	
	18.30	19.30	18.80				-					21.99												20.58	
	19.50	19.80	19.65				-						46.3	29.8	23.8	NL	NP	NP	GP-GM						
	19.80	20.15	19.98				-					23.28												32.08	
PEPA-PT-PTE-6-1	0.00	1.50	0.75				-						77	16	7										
	3.00	3.70	3.35				-																		53.89
	5.00	5.50	5.25				-						0	98	2	NL	NP	NP	SP	A-1-b					
	17.50	18.00	17.75				-																		37.42
	18.50	19.00	18.75				-																		17.44
	19.00	20.00	19.50				-					21.55												17.66	33.44
PEPA-PT-PTE-6-2	1.00	1.50	1.25				-						32	53	15	41	19	22	SC	A-2-7					
	1.50	1.98	1.74				-		12.4				50	37	13										
	1.95	2.40	2.18				-		10.8				69	21	10	39	20	19	GP-GC	A-2-6					
	3.00	4.50	3.75				-						96	3	1										
	4.50	9.50	7.00				-						95	4	1										
	9.70	10.30	10.00				-																		104.94
	13.00	14.20	13.60				-						62	27	11										
	14.90	15.50	15.20				-																		184.54
	17.00	18.20	17.60				-					25.78												49	146.03
PEPA-PT-PTE-6-4	1.50	1.80	1.65				-						35	53	12	NL	NL	NP	SM	A-1-b					
	3.00	4.00	3.50				-						38	48	14	40	27	13	SM	A-2-6					
	5.50	5.90	5.70				-						29	57	14	36	29	7	SM	A-2-4					
	6.50	6.70	6.60	35	50		50		24.1				21	54	25	42	35	7	SM	A-2-5					
	9.60	15.00	12.30				-						80	15	5										
	15.00	15.30	15.15	16	50		50		21.8				12	55	33	42	20	22	SC	A-2-7					
	16.60	17.05	16.83	12	30	50	80		27.5				11	36	53	43	24	19	CL	A-7-6					
	21.00	21.60	21.30				-						59	32	9	40	26	14	GW-GM	A-2-6					
	23.00	23.15	23.08	50	50		50		21.2				8	57	35	31	25	6	SM	A-2-4					
	26.70	27.50	27.10				-						57	33	10	37	24	13	GP-GC	A-2-6					
	30.00	30.70	30.35				-						53	37	10	38	25	13	GW-GM	A-2-6					
	31.00	32.00	31.50				-					22.51												22.09	
	33.00	33.80	33.40				-					22.63												15.79	

PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5

Tabla 1 de 4

CONSOLIDADO ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Rev. 0

25/04/2016

EXPLORACION				ENSAYOS DE CAMPO				ENSAYOS DE CLASIFICACION E IDENTIFICACION													RESISTENCIA AL CORTE			ROCA	
Perforación / Apique	Profundidad (m)			SPT				Contenido de Materia Orgánica (%)	ω (%)	Gs	Densidad seca	Densidad humeda	Granulometría			Limites de Atterberg			Clasificación		Compresión Inconfinada [Saturada]	Corte Directo		Compresión Simple	Carga Puntual
	Inicio	Fin	Hprom	6"	12"	18"	$N_{45\ (CAMPO)}$				γ (kN/m^3)	γ (kN/m^3)	G (%)	A (%)	F (%)	LL	LP	IP	USCS	AASHTO	qu (kPa)	C (kPa)	ϕ (°)	qu (MPa)	σ_c (MPa)
PEPA-PT-PTE-6-5	1.00	1.95	1.48				-		13				56	35	9	52	27	25	GP-GC	A-2-7					
	1.95	2.40	2.18				-		12.7				25	60	15	48	28	20	SM	A-2-7					
	6.50	7.00	6.75				-					22.50												31.52	
	10.00	11.00	10.50				-					21.12												16.36	
	12.00	13.00	12.50				-					19.71												4.29	
	14.50	15.00	14.75				-					19.69												19.06	
	16.00	17.00	16.50				-					20.11												6.43	
	19.00	20.00	19.50				-					21.54												9.11	
PEPA-PT-PTE-7-1	0.00	0.45	0.23				-		21.32				0.4	26.4	73.3	30	16	13	CL						
	0.45	0.90	0.68				-		23.52				0	26.1	73.9	32	21	12	CL						
	2.30	2.75	2.53				-		44.96				0	20.2	79.8	52	33	19	MH						
	4.20	5.00	4.60				-					16.27	0.6	32.9	66.6	NL	NP	NP	ML					1.26	
	5.60	6.50	6.05				-					16.96	1.9	34	64	NL	NP	NP	ML		450			0.45	
	7.10	8.00	7.55				-		22.45				5.5	37.2	57.3	NL	NP	NP	ML						
	8.60	9.00	8.80				-		17.13		15.37	18.00	51	23	26	NL	NP	NP	GP-GM		303.12				
	14.60	15.60	15.10				-		13.28				39.6	36.1	24.2	NL	NP	NP	GP-GM						
	19.15	19.80	19.48				-				16.35	17.59													
	20.00	21.00	20.50				-					25.48												89.76	
	21.00	22.00	21.50				-		8.16				36.1	33	30.8	NL	NP	NP	GM						
	23.75	24.00	23.88				-					16.80												8.09	
PEPA-PT-PTE-7-2	0.45	0.90	0.68				-		18.84				0	29	71	50	26	24	CL						
	1.35	1.80	1.58				-		19.15				0.3	18.8	80.9	40	25	15	CL						
	3.10	3.55	3.33				-		28.06				0	20.1	79.9	39	25	14	CL						
	4.20	5.00	4.60				-		22.47				38.6	22.7	38.7	36	26	10	GM						
	8.00	8.70	8.35				-					16.06									480			0.48	
	11.70	12.50	12.10				-		27.71				2	43.7	54.3	NL	NP	NP	ML						
	13.20	13.65	13.43				-		33.83				0.9	38.5	60.6	28	22	6	CL-CM						
	16.50	17.70	17.10				-					19.96	13.1	36.7	50.2	NL	NP	NP	ML					3.49	
	20.70	21.00	20.85				-		23.74				20.8	32.2	47	33	27	6	SM						
	22.40	23.00	22.70				-					18.95	12.9	31.3	55.9	NL	NP	NP	ML					1.97	
	25.50	26.00	25.75				-		26.34				2.6	57.6	39.9	NL	NP	NP	SM						
	27.00	28.00	27.50				-					19.44	17.3	31.9	50.8	NL	NP	NP	ML					7.8	
	28.50	29.00	28.75				-		28.52				28.6	32.5	38.9	30	22	8	SC						

PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5
Tabla 2 de 4

CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA SUELOS - SPT UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Rev. 0
25/04/2016

Perforación No.	Profundidad [m]	Prof. [m]	γ [kN/m³]	NF [m]	N_1 [g/pie]	N_2 [g/pie]	N_3 [g/pie]	N_{Campo} [g/pie]	σ_V [kPa]	u [kPa]	σ'_V [kPa]	Rs	K	Cn	$N_{corr (45)}$	$N_{corr (60)}$	φ' Meyerhof	φ' Peck et al	φ' Hatanaka & Uchida	φ' Kishida	φ' PROMEDIO	$E_{schmertmann}$ (MPa)	$E_{bowles-Arenas\ saturadas}$ (MPa)	$E_{bowles-Arenas\ n.c.}$ (MPa)	$E_{bowles-Arena\ con\ grava}$ (MPa)	$E_{bowles-Limos}$ (MPa)	PARÁMETROS DE DISEÑO: $\phi_{DISEÑO}$ [kPa]	PARÁMETROS DE DISEÑO: $E_{DISEÑO}$ [MPa]
PEPA-PT-ZOD-1	4.00 - 5.00	4.50		0.00	-	-	-	-	85.50	45.00	40.50	0.41	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.00 - 5.50	5.25		0.00	-	-	-	-	99.75	52.50	47.25	0.48	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.50 - 10.00	9.75		0.00	-	-	-	-	185.25	97.50	87.75	0.89	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 12.50	12.25		0.00	-	-	-	-	232.75	122.50	110.25	1.12	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-01	0.00 - 0.45	0.23		0.00	18	35	45	80	4.28	2.25	2.03	0.02	1.14	1.0	80.00	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.00 - 5.50	4.75		0.00	-	-	-	-	90.25	47.50	42.75	0.44	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.50 - 6.50	6.00		0.00	-	-	-	-	114.00	60.00	54.00	0.55	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.30 - 9.00	8.65		0.00	-	-	-	-	164.35	86.50	77.85	0.79	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.00 - 10.00	9.50		0.00	-	-	-	-	180.50	95.00	85.50	0.87	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 13.00	12.50		0.00	-	-	-	-	237.50	125.00	112.50	1.15	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-02	0.45 - 0.90	0.68		0.00	9	10	9	19	12.83	6.75	6.08	0.06	1.14	1.0	19.00	14.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0.90 - 1.35	1.13		0.00	7	11	14	25	21.38	11.25	10.13	0.10	1.14	1.0	25.00	18.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.35 - 1.80	1.58		0.00	27	15	24	39	29.93	15.75	14.18	0.14	1.14	1.0	39.00	29.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.00 - 2.90	2.45		0.00	-	-	-	-	46.55	24.50	22.05	0.22	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.90 - 3.35	3.13		0.00	25	15	30	45	59.38	31.25	28.13	0.29	1.14	1.0	45.00	33.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.35 - 3.80	3.58		0.00	22	21	36	57	67.93	35.75	32.18	0.33	1.14	1.0	57.00	42.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.70 - 13.30	13.00		0.00	-	-	-	-	247.00	130.00	117.00	1.19	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.30 - 15.00	14.15		0.00	-	-	-	-	268.85	141.50	127.35	1.30	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-38	1.00 - 1.45	1.23		0.00	-	-	-	-	23.28	12.25	11.03	0.11	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.75 - 3.20	2.98		0.00	-	-	-	-	56.53	29.75	26.78	0.27	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.30 - 4.50	4.40		0.00	-	-	-	-	83.60	44.00	39.60	0.40	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.50 - 9.00	8.75		0.00	-	-	-	-	166.25	87.50	78.75	0.80	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.80 - 12.00	11.90		0.00	-	-	-	-	226.10	119.00	107.10	1.09	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.00 - 15.50	15.25		0.00	-	-	-	-	289.75	152.50	137.25	1.40	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.50 - 19.00	18.75		0.00	-	-	-	-	356.25	187.50	168.75	1.72	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	22.50 - 23.00	22.75		0.00	-	-	-	-	432.25	227.50	204.75	2.09	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-MUR-01	1.20 - 1.65	1.43		0.00	-	-	-	-	27.08	14.25	12.83	0.13	1.14	2.0	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	2.40 - 2.85	2.63		0.00	-	-	-	-	49.88	26.25	23.63	0.24	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.00 - 6.45	6.23		0.00	-	-	-	-	118.28	62.25	56.03	0.57	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.85 - 8.00	7.93		0.00	-	-	-	-	150.58	79.25	71.33	0.73	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.00 - 4.45	4.23		0.00	-	-	-	-	80.28	42.25	38.03	0.39	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.40 - 11.40	9.90		0.00	-	-	-	-	188.10	99.00	89.10	0.91	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.40 - 13.00	12.20		0.00	-	-	-	-	231.80	122.00	109.80	1.12	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.30 - 15.00	14.65		0.00	-	-	-	-	278.35	146.50	131.85	1.34	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-3	1.00 - 1.60	1.30		0.00	-	-	-	-	24.70	13.00	11.70	0.12	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.60 - 2.05	1.83		0.00	-	-	-	-	34.68	18.25	16.43	0.17	1.14	1.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	3.40 - 3.85	3.63		0.00	-	-	-	-	68.88	36.25	32.63	0.33	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.00 - 5.45	5.23		0.00	-	-	-	-	99.28	52.25	47.03	0.48	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.00 - 12.00	11.50		0.00	-	-	-	-	218.50	115.00	103.50	1.06	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.00 - 14.00	13.50		0.00	-	-	-	-	256.50	135.00	121.50	1.24	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.00 - 16.00	15.50		0.00	-	-	-	-	294.50	155.00	139.50	1.42	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.40 - 18.00	17.70		0.00	-	-	-	-	336.30	177.00	159.30	1.62	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.00 - 20.00	19.50		0.00	-	-	-	-	370.50	195.00	175.50	1.79	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-MUR-2A	1.30 - 1.75	1.53		0.00	-	-	-	-	28.98	15.25	13.73	0.14	1.14	2.0	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	2.30 - 2.75	2.53		0.00	-	-	-	-	47.98	25.25	22.73	0.23	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.20 - 3.65	3.43		0.00	-	-	-	-	65.08	34.25	30.83	0.31	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.65 - 4.10	3.88		0.00	-	-	-	-	73.63	38.75	34.88	0.36	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.30 - 8.00	7.65		0.00	-	-	-	-	145.35	76.50	68.85	0.70	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.40 - 13.40	12.40		0.00	-	-	-	-	235.60	124.00	111.60	1.14	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.20 - 16.70	16.45		0.00	-	-	-	-	312.55	164.50	148.05	1.51	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.00 - 19.00	18.50		0.00	-	-	-	-	351.50	185.00	166.50	1.70	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.00 - 20.00	19.50		0.00	-	-	-	-	370.50	195.00	175.50	1.79	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-05	1.50 - 1.95	1.73		0.00	3	2	2	4	32.78	17.25	15.53	0.16	1.14	1.0	4.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.95 - 2.40	2.18		0.00	3	3	4	7	41.33	21.75	19.58	0.20	1.14	1.0	7.00	5.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.40 - 2.85	2.63		0.00	4	4	5	9	49.88	26.25	23.63	0.24	1.14	1.0	9.00	6.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.55 - 4.00	3.78		0.00	15	30	45	75	71.73	37.75	33.98	0.35	1.14	1.0	75.00	56.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.00 - 6.00	5.50		0.00	-	-	-	-	104.50	55.00	49.50	0.50	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.00 - 8.00	7.50		0.00	-	-	-	-	142.50	75.00	67.50	0.69	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.00 - 11.00	10.50		0.00	-	-	-	-	199.50	105.00	94.50	0.96	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.00 - 15.50	15.25		0.00	-	-	-	-	289.75	152.50	137.25	1.40	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.70 - 15.80	15.75		0.00	-	-	-	-	299.25	157.50	141.75	1.45	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-MUR-04	1.00 - 1.45	1.23		0.00	-	-	-	-	23.28	12.25	11.03	0.11	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.50 - 6.50	6.00		0.00	-	-	-	-	114.00	60.00	54.00	0.55	1.14	1.3	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	8.00 - 8.60	8.30		0.00	-	-	-	-	157.70	83.00	74.70	0.76	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 12.80	12.40		0.00	-	-	-	-	235.60	124.00	111.60	1.14	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	12.80 - 13.00	12.90		0.00	-	-	-	-	245.10	129.00	116.10	1.18	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-ZOD-23	0.00 - 0.45	0.23		0.00	8	11	20	31	4.28	2.25	2.03	0.02	1.14	1.0	31.00	23.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.25 - 3.70	3.48		0.00	4	10	13	23	66.03	34.75	31.28	0.32	1.14	1.6	36.00	27.00	39	35	43	36	38	13.6	8.3	16.5	-	-	38	
	4.15 - 4.60	4.38		0.00	16	16	17	33	83.13	43.75	39.38	0.40	1.14	1.0	33.00	24.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.05 - 5.50	5.28		0.00	8	21	30	51	100.23	52.75	47.48	0.48	1.14	1.0	51.00	38.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.00 - 10.00	9.50		0.00	-	-	-	-	180.50	95.00	85.50	0.87	1.14	1.1	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
PEPA-PT-ZOD-24	1.00 - 1.30	1.15		0.00	-	-	-	-	21.85	11.50	10.35	0.11	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.30 - 3.30	2.30		0.00	-	-	-	-	43.70	23.00	20.70	0.21	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.30 - 10.00	9.15		0.00	-	-	-	-	173.85	91.50	82.35	0.84	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-06	1.35 - 2.05	1.70		0.00	-	-	-	-	32.30	17.00	15.30	0.16	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.00 - 4.60	4.30		0.00	-	-	-	-	81.70	43.00	38.70	0.39	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.20 - 6.50	6.35		0.00	-	-	-	-	120.65	63.50	57.15	0.58	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.20 - 8.60	8.40		0.00	-	-	-	-	159.60	84.00	75.60	0.77	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.00 - 11.50	10.25		0.00	-	-	-	-	194.75	102.50	92.25	0.94	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.45 - 17.50	15.98		0.00	-	-	-	-	303.53	159.75	143.78	1.47	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.85 - 19.95	19.40		0.00	-	-	-	-	368.60	194.00	174.60	1.78	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	21.50 - 22.25	21.88		0.00	-	-	-	-	415.63	218.75	196.88	2.01	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-EST-1	1.50 - 1.95	1.73		0.00	-	-	-	-	32.78	17.25	15.53	0.16	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.95 - 2.40	2.18		0.00	-	-	-	-	41.33	21.75	19.58	0.20	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.30 - 3.60	3.45		0.00	-	-	-	-	65.55	34.50	31.05	0.32	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.60 - 4.00	3.80		0.00	-	-	-	-	72.20	38.00	34.20	0.35	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.40 - 5.85	5.63		0.00	-	-	-	-	106.88	56.25	50.63	0.52	1.14	1.3	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	7.00 - 8.00	7.50		0.00	-	-	-	-	142.50	75.00	67.50	0.69	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.50 - 10.00	9.75		0.00	-	-	-	-	185.25	97.50	87.75	0.89	1.14	1.1	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
PEPA-PT-TAL-08	0.30 - 0.75	0.53		0.00	12	10	11	21	9.98	5.25	4.73	0.05	1.14	1.0	21.00	15.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.45 - 1.85	1.65		0.00	20	30	50	80	31.35	16.50	14.85	0.15	1.14	1.0	80.00	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.00 - 2.30	2.15		0.00	-	-	-	-	40.85	21.50	19.35	0.20	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.50 - 4.00	3.75		0.00	-	-	-	-	71.25	37.50	33.75	0.34	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.50 - 4.00	3.75		0.00	-	-	-	-	71.25	37.50	33.75	0.34	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.60 - 6.00	5.80		0.00	-	-	-	-	110.20	58.00	52.20	0.53	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.60 - 6.00	5.80		0.00	-	-	-	-	110.20	58.00	52.20	0.53	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.00 - 7.50	7.25		0.00	-	-	-	-	137.75	72.50	65.25	0.67	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.00 - 8.30	8.15		0.00	-	-	-	-	154.85	81.50	73.35	0.75	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.00 - 12.00	11.50		0.00	-	-	-	-	218.50	115.00	103.50	1.06	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.50 - 13.00	12.75		0.00	-	-	-	-	242.25	127.50	114.75	1.17	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.50 - 17.00	16.75		0.00	-	-	-	-	318.25	167.50	150.75	1.54	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.00 - 19.50	19.25		0.00	-	-	-	-	365.75	192.50	173.25	1.77	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-08A	0.60 - 1.05	0.83		5.00	12	20	37	57	15.68	-	15.68	0.16	1.14	1.0	57.00	42.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.40 - 2.80	2.60		5.00	-	-	-	-	49.40	-	49.40	0.50	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.00 - 4.50	4.25		5.00	-	-	-	-	80.75	-	80.75	0.82	1.14	1.1	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	5.00 - 5.30	5.15		5.00	-	-	-	-	97.85	1.50	96.35	0.98	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.50 - 7.10	6.80		5.00	-	-	-	-	129.20	18.00	111.20	1.13	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.50 - 9.00	8.75		5.00	-	-	-	-	166.25	37.50	128.75	1.31	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.50 - 10.80	10.65		5.00	-	-	-	-	202.35	56.50	145.85	1.49	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.00 - 14.00	13.50		5.00	-	-	-	-	256.50	85.00	171.50	1.75	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 17.00	16.50		5.00	-	-	-	-	313.50	115.00	198.50	2.02	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.00 - 19.00	18.50		5.00	-	-	-	-	351.50	135.00	216.50	2.21	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.00 - 0.20	9.60		5.00	-	-	-	-	182.40	46.00	136.40	1.39	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-09	0.60 - 0.80	0.70		0.00	40	50	-	50	13.30	7.00	6.30	0.06	1.14	1.0	50.00	37.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.10 - 3.00	2.55		0.00	-	-	-	-	48.45	25.50	22.95	0.23	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.50 - 5.00	4.75		0.00	-	-	-	-	90.25	47.50	42.75	0.44	1.14	1.4	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	6.50 - 7.00	6.75		0.00	-	-	-	-	128.25	67.50	60.75	0.62	1.14	1.2	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	7.10 - 7.30	7.20		0.00	-	-	-	-	136.80	72.00	64.80	0.66	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.00 - 10.00	9.50		0.00	-	-	-	-	180.50	95.00	85.50	0.87	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.40 - 11.80	11.60		0.00	-	-	-	-	220.40	116.00	104.40	1.06	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.20 - 14.00	13.60		0.00	-	-	-	-	258.40	136.00	122.40	1.25	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 16.70	16.35		0.00	-	-	-	-	310.65	163.50	147.15	1.50	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.50 - 20.00	19.75		0.00	-	-	-	-	375.25	197.50	177.75	1.81	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-ZOD-17	0.00 - 0.45	0.23		0.00	-	-	-	-	4.28	2.25	2.03	0.02	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.00 - 3.00	2.50		0.00	-	-	-	-	47.50	25.00	22.50	0.23	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.00 - 4.00	3.50		0.00	-	-	-	-	66.50	35.00	31.50	0.32	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.00 - 5.45	4.73		0.00	-	-	-	-	89.78	47.25	42.53	0.43	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.15 - 8.35	7.75		0.00	-	-	-	-	147.25	77.50	69.75	0.71	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.35 - 10.00	9.18		0.00	-	-	-	-	174.33	91.75	82.58	0.84	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-10	1.45 - 1.90	1.68		0.00	19	30	31	61	31.83	16.75	15.08	0.15	1.14	1.0	61.00	45.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.30 - 4.70	4.50		0.00	-	-	-	-	85.50	45.00	40.50	0.41	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.30 - 6.70	6.50		0.00	-	-	-	-	123.50	65.00	58.50	0.60	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.70 - 7.00	6.85		0.00	-	-	-	-	130.15	68.50	61.65	0.63	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.50 - 7.80	7.65		0.00	-	-	-	-	145.35	76.50	68.85	0.70	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.50 - 10.00	9.75		0.00	-	-	-	-	185.25	97.50	87.75	0.89	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-MUR-5	0.00 - 0.45	0.23		0.00	3	3	4	7	4.28	2.25	2.03	0.02	1.14	1.0	7.00	5.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.45 - 1.90	1.68		0.00	3	4	5	9	31.83	16.75	15.08	0.15	1.14	1.0	9.00	6.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.90 - 2.35	2.13		0.00	7	16	35	51	40.38	21.25	19.13	0.20	1.14	1.0	51.00	38.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.70 - 4.15	3.93		0.00	5	8	8	16	74.58	39.25	35.33	0.36	1.14	1.0	16.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.15 - 4.60	4.38		0.00	9	11	13	24	83.13	43.75	39.38	0.40	1.14	1.0	24.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.60 - 5.00	4.80		0.00	-	-	-	-	91.20	48.00	43.20	0.44	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.40 - 8.85	8.63		0.00	2	2	4	6	163.88	86.25	77.63	0.79	1.14	1.1	6.00	4.50	26	28	29	24	27	3.2	-	-	-	3.0	27	
	8.85 - 9.30	9.08		0.00	7	16	34	50	172.43	90.75	81.68	0.83	1.14	1.0	50.00	37.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.00 - 11.45	11.23		0.00	12	20	24	44	213.28	112.25	101.03	1.03	0.92	1.0	43.00	32.25	41	36	45	38	40	26.4	-	-	-	12.6	40	
	12.45 - 12.80	12.63		0.00	-	-	-	-	239.88	126.25	113.63	1.16	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
PEPA-PT-ZOD-22	1.20 - 1.65	1.43		0.00	-	-	-	-	27.08	14.25	12.83	0.13	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.65 - 3.80	2.73		0.00	-	-	-	-	51.78	27.25	24.53	0.25	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.80 - 4.25	4.03		0.00	-	-	-	-	76.48	40.25	36.23	0.37	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.65 - 6.10	5.88		0.00	-	-	-	-	111.63	58.75	52.88	0.54	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.10 - 7.00	6.55		0.00	-	-	-	-	124.45	65.50	58.95	0.60	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.00 - 8.45	8.23		0.00	-	-	-	-	156.28	82.25	74.03	0.75	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.50 - 10.00	9.75		0.00	-	-	-	-	185.25	97.50	87.75	0.89	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-MUR-6	0.45 - 0.90	0.68		0.00	-	-	-	-	12.83	6.75	6.08	0.06	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.30 - 2.75	2.53		0.00	-	-	-	-	47.98	25.25	22.73	0.23	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.70 - 5.00	4.85		0.00	-	-	-	-	92.15	48.50	43.65	0.45	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.20 - 7.30	6.75		0.00	-	-	-	-	128.25	67.50	60.75	0.62	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.00 - 9.00	8.50		0.00	-	-	-	-	161.50	85.00	76.50	0.78	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-33	0.45 - 0.90	0.68		0.00	-	-	-	-	12.83	6.75	6.08	0.06	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0.90 - 1.35	1.13		0.00	-	-	-	-	21.38	11.25	10.13	0.10	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.30 - 2.75	2.53		0.00	-	-	-	-	47.98	25.25	22.73	0.23	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.20 - 5.50	4.85		0.00	-	-	-	-	92.15	48.50	43.65	0.45	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.20 - 7.50	7.35		0.00	-	-	-	-	139.65	73.50	66.15	0.67	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-ZOD-18	0.00 - 1.00	0.50		0.00	-	-	-	-	9.50	5.00	4.50	0.05	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.05 - 1.65	1.35		0.00	-	-	-	-	25.65	13.50	12.15	0.12	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.65 - 2.10	1.88		0.00	-	-	-	-	35.63	18.75	16.88	0.17	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.50 - 10.00	9.75		0.00	-	-	-	-	185.25	97.50	87.75	0.89	1.14	1.1	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
PEPA-PT-MUR-7	1.50 - 1.95	1.73		0.00	-	-	-	-	32.78	17.25	15.53	0.16	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.85 - 3.30	3.08		0.00	-	-	-	-	58.43	30.75	27.68	0.28	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.10 - 5.00	4.55		0.00	-	-	-	-	86.45	45.50	40.95	0.42	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.00 - 6.60	6.30		0.00	-	-	-	-	119.70	63.00	56.70	0.58	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.00 - 8.00	7.50		0.00	-	-	-	-	142.50	75.00	67.50	0.69	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.00 - 9.00	8.50		0.00	-	-	-	-	161.50	85.00	76.50	0.78	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-34	0.00 - 0.45	0.23		0.00	5	4	4	8	4.28	2.25	2.03	0.02	1.14	1.0	8.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0.45 - 0.90	0.68		0.00	10	8	26	34	12.83	6.75	6.08	0.06	1.14	1.0	34.00	25.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0.90 - 1.35	1.13		0.00	10	11	20	31	21.38	11.25	10.13	0.10	1.14	1.0	31.00	23.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.35 - 2.30	1.83		0.00	-	-	-	-	34.68	18.25	16.43	0.17	1.14	1.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	3.00 - 4.00	3.50		0.00	-	-	-	-	66.50	35.00	31.50	0.32	1.14	1.6	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	4.40 - 5.00	4.70		0.00	-	-	-	-	89.30	47.00	42.30	0.43	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.20 - 8.70	8.45		0.00	-	-	-	-	160.55	84.50	76.05	0.78	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.70 - 12.00	11.85		0.00	-	-	-	-	225.15	118.50	106.65	1.09	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 13.20	12.60		0.00	-	-	-	-	239.40	126.00	113.40	1.16	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	14.00 - 14.70	14.35		0.00	-	-	-	-	272.65	143.50	129.15	1.32	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.00 - 16.20	15.60		0.00	-	-	-	-	296.40	156.00	140.40	1.43	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	15.00 - 16.20	15.60		0.00	-	-	-	-	296.40	156.00	140.40	1.43	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.50 - 17.00	16.75		0.00	-	-	-	-	318.25	167.50	150.75	1.54	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.70 - 18.10	17.90		0.00	-	-	-	-	340.10	179.00	161.10	1.64	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Anexo 3.5 Tabla 2 de 4	PROYECTO PEDREGAL - PASTO DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA SUELOS - SPT UF 4 PEDREGAL - TANGUA	INGETEC INGENIERÍA & DISEÑO Rev. 0 25/04/2016

Perforación No.	Profundidad [m]	Prof. [m]	γ [kN/m³]	NF [m]	N_1 [g/pie]	N_2 [g/pie]	N_3 [g/pie]	N_{Campo} [g/pie]	σ_V [kPa]	u [kPa]	σ'_V [kPa]	Rs	K	Cn	$N_{corr (45)}$	$N_{corr (60)}$	φ' Meyerhof	φ' Peck et al	φ' Hatanaca & Uchida	φ' Kishida	φ' PROMEDIO	$E_{schmertmann}$ (MPa)	$E_{bowles-Arenas saturadas}$ (MPa)	$E_{bowles-Arenas n.c.}$ (MPa)	$E_{bowles-Arena con grava}$ (MPa)	$E_{bowles-Limos}$ (MPa)	PARÁMETROS DE DISEÑO: $\phi_{DISEÑO}$ [kPa]	PARÁMETROS DE DISEÑO: $E_{DISEÑO}$ [MPa]
PEPA-PT-TAL-13	0.60 - 1.05	0.83		0.00	13	21	40	61	15.68	8.25	7.43	0.08	1.14	1.0	61.00	45.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.25 - 5.00	4.63		0.00	-	-	-	-	87.88	46.25	41.63	0.42	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.60 - 6.20	5.90		0.00	-	-	-	-	112.10	59.00	53.10	0.54	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.30 - 7.90	7.60		0.00	-	-	-	-	144.40	76.00	68.40	0.70	1.14	1.2	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	8.70 - 9.00	8.85		0.00	-	-	-	-	168.15	88.50	79.65	0.81	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.10 - 13.85	13.48		0.00	-	-	-	-	256.03	134.75	121.28	1.24	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.60 - 15.00	14.80		0.00	-	-	-	-	281.20	148.00	133.20	1.36	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 17.30	16.65		0.00	-	-	-	-	316.35	166.50	149.85	1.53	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	18.00 - 18.70	18.35		0.00	-	-	-	-	348.65	183.50	165.15	1.68	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.00 - 20.70	20.35		0.00	-	-	-	-	386.65	203.50	183.15	1.87	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	23.00 - 23.20	23.10		0.00	-	-	-	-	438.90	231.00	207.90	2.12	0.92	0.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	24.00 - 25.00	24.50		0.00	-	-	-	-	465.50	245.00	220.50	2.25	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	25.00 - 25.45	25.23		0.00	19	20	36	56	479.28	252.25	227.03	2.31	0.92	1.0	56.00	42.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	25.45 - 25.70	25.58		0.00	-	-	-	-	485.93	255.75	230.18	2.35	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	27.00 - 27.50	27.25		0.00	-	-	-	-	517.75	272.50	245.25	2.50	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	29.00 - 30.00	29.50		0.00	-	-	-	-	560.50	295.00	265.50	2.71	0.92	0.6	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	31.50 - 32.50	32.00		0.00	-	-	-	-	608.00	320.00	288.00	2.94	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	34.00 - 34.50	34.25		0.00	-	-	-	-	650.75	342.50	308.25	3.14	0.92	0.5	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
PEPA-PT-TAL-15	0.80 - 1.25	1.03		0.00	20	10	12	22	19.48	10.25	9.23	0.09	1.14	1.0	22.00	16.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.25 - 1.70	1.48		0.00	16	10	13	23	28.03	14.75	13.28	0.14	1.14	1.0	23.00	17.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.40 - 2.85	2.63		0.00	12	7	10	17	49.88	26.25	23.63	0.24	1.14	1.0	17.00	12.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.85 - 2.98	2.92		0.00	50	-	-	50	55.39	29.15	26.24	0.27	1.14	1.0	50.00	37.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.98 - 4.80	3.89		0.00	-	-	-	-	73.91	38.90	35.01	0.36	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.80 - 6.30	5.55		0.00	-	-	-	-	105.45	55.50	49.95	0.51	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.30 - 6.75	6.53		0.00	45	15	40	55	123.98	65.25	58.73	0.60	1.14	1.0	55.00	41.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.40 - 16.00	13.70		0.00	50	-	-	50	260.30	137.00	123.30	1.26	0.92	1.0	50.00	37.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 16.35	16.18		0.00	46	43	50	93	307.33	161.75	145.58	1.48	0.92	1.0	93.00	69.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.80 - 20.80	19.30		0.00	-	-	-	-	366.70	193.00	173.70	1.77	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.80 - 23.00	21.90		0.00	-	-	-	-	416.10	219.00	197.10	2.01	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-ZOD-20	1.00 - 1.45	1.23		0.00	-	-	-	-	23.28	12.25	11.03	0.11	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.90 - 2.35	2.13		0.00	-	-	-	-	40.38	21.25	19.13	0.20	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.80 - 3.40	3.10		0.00	-	-	-	-	58.90	31.00	27.90	0.28	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.70 - 7.20	6.95		0.00	-	-	-	-	132.05	69.50	62.55	0.64	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.20 - 10.00	9.60		0.00	-	-	-	-	182.40	96.00	86.40	0.88	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-35	0.00 - 0.45	0.23		0.00	2	2	2	4	4.28	2.25	2.03	0.02	1.14	1.0	4.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0.45 - 0.90	0.68		0.00	9	8	10	18	12.83	6.75	6.08	0.06	1.14	1.0	18.00	13.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.80 - 2.25	2.03		0.00	5	5	6	11	38.48	20.25	18.23	0.19	1.14	1.0	11.00	8.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.25 - 2.85	2.55		0.00	-	-	-	-	48.45	25.50	22.95	0.23	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.05 - 4.50	4.28		0.00	6	5	6	11	81.23	42.75	38.48	0.39	1.14	1.0	11.00	8.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.50 - 4.95	4.73		0.00	7	9	10	19	89.78	47.25	42.53	0.43	1.14	1.0	19.00	14.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.85 - 6.30	6.08		0.00	9	12	15	27	115.43	60.75	54.68	0.56	1.14	1.0	27.00	20.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.00 - 7.80	7.40		0.00	-	-	-	-	140.60	74.00	66.60	0.68	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.80 - 14.30	13.55		0.00	-	-	-	-	257.45	135.50	121.95	1.24	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.30 - 16.45	15.38		0.00	-	-	-	-	292.13	153.75	138.38	1.41	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	17.70 - 19.10	18.40		0.00	-	-	-	-	349.60	184.00	165.60	1.69	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.00 - 20.30	20.15		0.00	20	40	50	90	382.85	201.50	181.35	1.85	0.92	1.0	90.00	67.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	21.50 - 22.50	22.00		0.00	-	-	-	-	418.00	220.00	198.00	2.02	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-TAL-36	1.50 - 1.95	1.73		0.00	6	8	8	16	32.78	17.25	15.53	0.16	1.14	1.0	16.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.95 - 2.40	2.18		0.00	7	8	9	17	41.33	21.75	19.58	0.20	1.14	1.8	30.00	22.50	36	34	41	34	36	9.6	-	-	-	5.7	36	
	3.50 - 3.90	3.70		0.00	-	-	-	-	70.30	37.00	33.30	0.34	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.00 - 6.60	6.30		0.00	-	-	-	-	119.70	63.00	56.70	0.58	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.00 - 8.70	8.35		0.00	-	-	-	-	158.65	83.50	75.15	0.77	1.14	1.1	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	9.30 - 10.00	9.65		0.00	-	-	-	-	183.35	96.50	86.85	0.89	1.14	1.1	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	12.00 - 12.30	12.15		0.00	-	-	-	-	230.85	121.50	109.35	1.12	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.00 - 14.50	14.25		0.00	-	-	-	-	270.75	142.50	128.25	1.31	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 16.50	16.25		0.00	-	-	-	-	308.75	162.50	146.25	1.49	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.00 - 17.50	17.25		0.00	-	-	-	-	327.75	172.50	155.25	1.58	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	17.40 - 18.80	18.10		0.00	-	-	-	-	343.90	181.00	162.90	1.66	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.00 - 19.50	19.25		0.00	-	-	-	-	365.75	192.50	173.25	1.77	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
PEPA-PT-PTE-2-1	2.00 - 2.45	2.23		0.00	-	-	-	-	42.28	22.25	20.03	0.20	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.40 - 3.84	3.62		0.00	-	-	-	-	68.78	36.20	32.58	0.33	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.90 - 5.50	5.20		0.00	-	-	-	-	98.80	52.00	46.80	0.48	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.50 - 5.95	5.73		0.00	-	-	-	-	108.78	57.25	51.53	0.53	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.10 - 8.70	8.40		0.00	-	-	-	-	159.60	84.00	75.60	0.77	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.25 - 11.85	11.55		0.00	-	-	-	-	219.45	115.50	103.95	1.06	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.00 - 14.00	13.50		0.00	-	-	-	-	256.50	135.00	121.50	1.24	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.30 - 14.90	14.60		0.00	-	-	-	-	277.40	146.00	131.40	1.34	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.90 - 15.35	15.13		0.00	-	-	-	-	287.38	151.25	136.13	1.39	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.80 - 17.00	16.90		0.00	-	-	-	-	321.10	169.00	152.10	1.55	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.50 - 18.65	18.58		0.00	-	-	-	-	352.93	185.75	167.18	1.70	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.80 - 20.00	19.90		0.00	-	-	-	-	378.10	199.00	179.10	1.83	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	22.00 - 23.00	22.50		0.00	-	-	-	-	427.50	225.00	202.50	2.06	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-2-2	1.50 - 1.95	1.73		0.00	-	-	-	-	32.78	17.25	15.53	0.16	1.14	1.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	3.30 - 3.75	3.53		0.00	-	-	-	-	66.98	35.25	31.73	0.32	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.25 - 6.00	5.63		0.00	-	-	-	-	106.88	56.25	50.63	0.52	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7.00 - 7.45	7.23		0.00	-	-	-	-	137.28	72.25	65.03	0.66	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 12.45	12.23		0.00	-	-	-	-	232.28	122.25	110.03	1.12	0.92	1.0	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	13.90 - 14.10	14.00		0.00	-	-	-	-	266.00	140.00	126.00	1.28	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.00 - 15.45	15.23		0.00	-	-	-	-	289.28	152.25	137.03	1.40	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.20 - 16.50	16.35		0.00	-	-	-	-	310.65	163.50	147.15	1.50	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	17.00 - 17.15	17.08		0.00	-	-	-	-	324.43	170.75	153.68	1.57	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.15 - 18.00	17.58		0.00	-	-	-	-	333.93	175.75	158.18	1.61	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.60 - 19.00	18.80		0.00	-	-	-	-	357.20	188.00	169.20	1.73	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.20 - 20.65	20.43		0.00	-	-	-	-	388.08	204.25	183.83	1.87	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.65 - 21.00	20.83		0.00	-	-	-	-	395.68	208.25	187.43	1.91	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	22.00 - 22.25	22.13		0.00	-	-	-	-	420.38	221.25	199.13	2.03	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-2-3	0.00 - 0.20	0.10		0.00	-	-	-	-	1.90	1.00	0.90	0.01	1.14	2.0	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	3.65 - 4.10	3.88		0.00	-	-	-	-	73.63	38.75	34.88	0.36	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.10 - 4.70	4.40		0.00	-	-	-	-	83.60	44.00	39.60	0.40	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.00 - 6.60	6.30		0.00	-	-	-	-	119.70	63.00	56.70	0.58	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.60 - 7.05	6.83		0.00	-	-	-	-	129.68	68.25	61.43	0.63	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.50 - 9.10	8.80		0.00	-	-	-	-	167.20	88.00	79.20	0.81	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.10 - 9.55	9.33		0.00	-	-	-	-	177.18	93.25	83.93	0.86	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.00 - 10.50	10.25		0.00	-	-	-	-	194.75	102.50	92.25	0.94	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 12.50	12.25		0.00	-	-	-	-	232.75	122.50	110.25	1.12	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 16.50	16.25		0.00	-	-	-	-	308.75	162.50	146.25	1.49	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.50 - 18.00	17.75		0.00	-	-	-	-	337.25	177.50	159.75	1.63	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-3-1	1.00 - 1.45	1.23		0.00	7	11	9	20	23.28	12.25	11.03	0.11	1.14	1.0	20.00	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.60 - 3.05	2.83		0.00	4	10	15	25	53.68	28.25	25.43	0.26	1.14	1.0	25.00	18.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.35 - 4.45	4.40		0.00	50	-	-	50	83.60	44.00	39.60	0.40	1.14	1.0	50.00	37.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.00 - 6.00	5.50		0.00	-	-	-	-	104.50	55.00	49.50	0.50	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.95 - 7.95	7.45		0.00	-	-	-	-	141.55	74.50	67.05	0.68	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.00 - 11.90	10.95		0.00	-	-	-	-	208.05	109.50	98.55	1.00	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.40 - 15.80	15.60		0.00	-	-	-	-	296.40	156.00	140.40	1.43	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 17.30	16.65		0.00	-	-	-	-	316.35	166.50	149.85	1.53	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	17.30 - 18.70	18.00		0.00	-	-	-	-	342.00	180.00	162.00	1.65	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23.00 - 24.00	23.50		0.00	-	-	-	-	446.50	235.00	211.50	2.16	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30.00 - 32.00	31.00		0.00	-	-	-	-	589.00	310.00	279.00	2.84	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	32.00 - 33.00	32.50		0.00	-	-	-	-	617.50	325.00	292.50	2.98	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	34.00 - 36.00	35.00		0.00	-	-	-	-	665.00	350.00	315.00	3.21	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	37.50 - 39.00	38.25		0.00	-	-	-	-	726.75	382.50	344.25	3.51	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	43.00 - 45.00	44.00		0.00	-	-	-	-	836.00	440.00	396.00	4.04	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-3-2	1.00 - 1.30	1.15		0.00	8	10	15	25	21.85	11.50	10.35	0.11	1.14	2.0	50.00	37.50	44	38	47	40	42	14.4	-	-	-	-	42	
	2.10 - 3.10	2.60		0.00	-	-	-	-	49.40	26.00	23.40	0.24	1.14	1.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	4.20 - 5.00	4.60		0.00	-	-	-	-	87.40	46.00	41.40	0.42	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.50 - 9.00	8.75		0.00	-	-	-	-	166.25	87.50	78.75	0.80	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.00 - 11.00	10.50		0.00	-	-	-	-	199.50	105.00	94.50	0.96	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.00 - 14.00	13.50		0.00	-	-	-	-	256.50	135.00	121.50	1.24	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.00 - 18.50	17.75		0.00	-	-	-	-	337.25	177.50	159.75	1.63	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	25.50 - 26.50	26.00		0.00	-	-	-	-	494.00	260.00	234.00	2.39	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	29.50 - 29.60	29.55		0.00	-	-	-	-	561.45	295.50	265.95	2.71	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	31.60 - 31.90	31.75		0.00	-	-	-	-	603.25	317.50	285.75	2.91	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-3-4	0.00 - 1.00	0.50		0.00	-	-	-	-	9.50	5.00	4.50	0.05	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.40 - 2.85	2.63		0.00	-	-	-	-	49.88	26.25	23.63	0.24	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.70 - 6.15	5.93		0.00	-	-	-	-	112.58	59.25	53.33	0.54	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.35 - 8.80	8.58		0.00	-	-	-	-	162.93	85.75	77.18	0.79	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.20 - 10.65	10.43		0.00	-	-	-	-	198.08	104.25	93.83	0.96	1.14	1.0	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	13.00 - 13.45	13.23		0.00	-	-	-	-	251.28	132.25	119.03	1.21	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	15.60 - 16.50	16.05		0.00	-	-	-	-	304.95	160.50	144.45	1.47	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.50 - 18.00	17.75		0.00	-	-	-	-	337.25	177.50	159.75	1.63	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.50 - 18.95	18.73		0.00	-	-	-	-	355.78	187.25	168.53	1.72	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.80 - 22.00	21.40		0.00	-	-	-	-	406.60	214.00	192.60	1.96	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	28.30 - 29.80	29.05		0.00	-	-	-	-	551.95	290.50	261.45	2.67	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	29.80 - 31.20	30.50		0.00	-	-	-	-	579.50	305.00	274.50	2.80	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-3-5	0.00 - 1.00	0.50		0.00	-	-	-	-	9.50	5.00	4.50	0.05	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.00 - 3.45	3.23		0.00	-	-	-	-	61.28	32.25	29.03	0.30	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.50 - 8.00	6.25		0.00	-	-	-	-	118.75	62.50	56.25	0.57	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.80 - 10.00	9.40		0.00	-	-	-	-	178.60	94.00	84.60	0.86	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.00 - 12.00	11.50		0.00	-	-	-	-	218.50	115.00	103.50	1.06	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 12.40	12.20		0.00	-	-	-	-	231.80	122.00	109.80	1.12	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.50 - 14.50	14.00		0.00	-	-	-	-	266.00	140.00	126.00	1.28	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.00 - 16.00	15.50		0.00	-	-	-	-	294.50	155.00	139.50	1.42	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.00 - 18.00	17.50		0.00	-	-	-	-	332.50	175.00	157.50	1.61	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.00 - 18.85	18.43		0.00	-	-	-	-	350.08	184.25	165.83	1.69	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	23.00 - 24.00	23.50		0.00	-	-	-	-	446.50	235.00	211.50	2.16	0.92	0.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	25.00 - 26.00	25.50		0.00	-	-	-	-	484.50	255.00	229.50	2.34	0.92	0.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	29.15 - 29.55	29.35		0.00	-	-	-	-	557.65	293.50	264.15	2.69	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30.25 - 31.25	30.75		0.00	-	-	-	-	584.25	307.50	276.75	2.82	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-5-1	2.20 - 3.00	2.60		0.00	-	-	-	-	49.40	26.00	23.40	0.24	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.75 - 7.50	7.13		0.00	-	-	-	-	135.38	71.25	64.13	0.65	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.75 - 9.90	9.83		0.00	-	-	-	-	186.68	98.25	88.43	0.90	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.50 - 11.00	10.75		0.00	-	-	-	-	204.25	107.50	96.75	0.99	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.55 - 14.20	13.88		0.00	-	-	-	-	263.63	138.75	124.88	1.27	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 16.75	16.38		0.00	-	-	-	-	311.13	163.75	147.38	1.50	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-5-2	1.00 - 1.30	1.15		0.00	4	16	50	66	21.85	11.50	10.35	0.11	1.14	1.0	66.00	49.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.50 - 3.95	3.73		0.00	6	32	40	72	70.78	37.25	33.53	0.34	1.14	1.0	72.00	54.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.95 - 4.30	4.13		0.00	-	-	-	-	78.38	41.25	37.13	0.38	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.40 - 4.70	4.55		0.00	-	-	-	-	86.45	45.50	40.95	0.42	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.60 - 9.20	8.90		0.00	-	-	-	-	169.10	89.00	80.10	0.82	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.00 - 10.80	10.40		0.00	-	-	-	-	197.60	104.00	93.60	0.95	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.80 - 11.80	11.30		0.00	-	-	-	-	214.70	113.00	101.70	1.04	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.00 - 15.00	14.50		0.00	-	-	-	-	275.50	145.00	130.50	1.33	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.50 - 20.80	20.65		0.00	-	-	-	-	392.35	206.50	185.85	1.90	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	22.40 - 22.80	22.60		0.00	-	-	-	-	429.40	226.00	203.40	2.07	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Perforación No.	Profundidad [m]	Prof. [m]	γ [kN/m³]	NF [m]	N_1 [g/pie]	N_2 [g/pie]	N_3 [g/pie]	N_{Campo} [g/pie]	σ_V [kPa]	u [kPa]	σ'_V [kPa]	Rs	K	Cn	$N_{corr\ (45)}$	$N_{corr\ (60)}$	ϕ' Meyerhof	ϕ' Peck et al	ϕ' Hatanaca & Uchida	ϕ' Kishida	ϕ' PROMEDIO	$E_{schmertmann}$ (MPa)	E_{bowles}-Arenas saturadas (MPa)	E_{bowles}-Arenas n.c. (MPa)	E_{bowles}-Arena con grava (MPa)	E_{bowles}-Limos (MPa)	PARÁMETROS DE DISEÑO $\phi_{DISEÑO}$ [kPa]	PARÁMETROS DE DISEÑO $E_{DISEÑO}$ [MPa]
PEPA-PT-PTE-5-4	1.75 - 1.90	1.83		0.00	-	-	-	-	34.68	18.25	16.43	0.17	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.80 - 3.25	3.03		0.00	-	-	-	-	57.48	30.25	27.23	0.28	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.00 - 4.40	4.20		0.00	-	-	-	-	79.80	42.00	37.80	0.39	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.40 - 8.60	8.50		0.00	-	-	-	-	161.50	85.00	76.50	0.78	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.00 - 10.00	9.50		0.00	-	-	-	-	180.50	95.00	85.50	0.87	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.25 - 11.25	10.75		0.00	-	-	-	-	204.25	107.50	96.75	0.99	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.90 - 12.30	12.10		0.00	-	-	-	-	229.90	121.00	108.90	1.11	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.70 - 14.30	14.00		0.00	-	-	-	-	266.00	140.00	126.00	1.28	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 16.30	16.15		0.00	-	-	-	-	306.85	161.50	145.35	1.48	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.30 - 17.90	17.60		0.00	-	-	-	-	334.40	176.00	158.40	1.62	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.90 - 18.30	18.10		0.00	-	-	-	-	343.90	181.00	162.90	1.66	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.30 - 19.30	18.80		0.00	-	-	-	-	357.20	188.00	169.20	1.73	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.50 - 19.80	19.65		0.00	-	-	-	-	373.35	196.50	176.85	1.80	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	19.80 - 20.15	19.98		0.00	-	-	-	-	379.53	199.75	179.78	1.83	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-6-1	0.00 - 1.50	0.75		0.00	-	-	-	-	14.25	7.50	6.75	0.07	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.00 - 3.70	3.35		0.00	-	-	-	-	63.65	33.50	30.15	0.31	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.00 - 5.50	5.25		0.00	-	-	-	-	99.75	52.50	47.25	0.48	1.14	1.4	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	17.50 - 18.00	17.75		0.00	-	-	-	-	337.25	177.50	159.75	1.63	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	18.50 - 19.00	18.75		0.00	-	-	-	-	356.25	187.50	168.75	1.72	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.00 - 20.00	19.50		0.00	-	-	-	-	370.50	195.00	175.50	1.79	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-6-2	1.00 - 1.50	1.25		0.00	-	-	-	-	23.75	12.50	11.25	0.11	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.50 - 1.98	1.74		0.00	-	-	-	-	33.06	17.40	15.66	0.16	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.95 - 2.40	2.18		0.00	-	-	-	-	41.33	21.75	19.58	0.20	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.00 - 4.50	3.75		0.00	-	-	-	-	71.25	37.50	33.75	0.34	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.50 - 9.50	7.00		0.00	-	-	-	-	133.00	70.00	63.00	0.64	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.70 - 10.30	10.00		0.00	-	-	-	-	190.00	100.00	90.00	0.92	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	13.00 - 14.20	13.60		0.00	-	-	-	-	258.40	136.00	122.40	1.25	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.90 - 15.50	15.20		0.00	-	-	-	-	288.80	152.00	136.80	1.39	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	17.00 - 18.20	17.60		0.00	-	-	-	-	334.40	176.00	158.40	1.62	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-6-4	1.50 - 1.80	1.65		0.00	-	-	-	-	31.35	16.50	14.85	0.15	1.14	1.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	3.00 - 4.00	3.50		0.00	-	-	-	-	66.50	35.00	31.50	0.32	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	5.50 - 5.90	5.70		0.00	-	-	-	-	108.30	57.00	51.30	0.52	1.14	1.3	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	6.50 - 6.70	6.60		0.00	35	50	-	50	125.40	66.00	59.40	0.61	1.14	1.2	62.00	46.50	49	40	50	43	46	29.6	-	-	-	13.8	46	
	9.60 - 15.00	12.30		0.00	-	-	-	-	233.70	123.00	110.70	1.13	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	15.00 - 15.30	15.15		0.00	16	50	-	50	287.85	151.50	136.35	1.39	0.92	1.0	50.00	37.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.60 - 17.05	16.83		0.00	12	30	50	80	319.68	168.25	151.43	1.54	0.92	1.0	80.00	60.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	21.00 - 21.60	21.30		0.00	-	-	-	-	404.70	213.00	191.70	1.95	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	23.00 - 23.15	23.08		0.00	50	50	-	50	438.43	230.75	207.68	2.12	0.92	0.7	35.00	26.25	38	35	43	36	38	29.6	-	-	-	13.8	38	
	26.70 - 27.50	27.10		0.00	-	-	-	-	514.90	271.00	243.90	2.49	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	30.00 - 30.70	30.35		0.00	-	-	-	-	576.65	303.50	273.15	2.79	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	31.00 - 32.00	31.50		0.00	-	-	-	-	598.50	315.00	283.50	2.89	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	33.00 - 33.80	33.40		0.00	-	-	-	-	634.60	334.00	300.60	3.07	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-6-5	1.00 - 1.95	1.48		0.00	-	-	-	-	28.03	14.75	13.28	0.14	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.95 - 2.40	2.18		0.00	-	-	-	-	41.33	21.75	19.58	0.20	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	6.50 - 7.00	6.75		0.00	-	-	-	-	128.25	67.50	60.75	0.62	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	10.00 - 11.00	10.50		0.00	-	-	-	-	199.50	105.00	94.50	0.96	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	12.00 - 13.00	12.50		0.00	-	-	-	-	237.50	125.00	112.50	1.15	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	14.50 - 15.00	14.75		0.00	-	-	-	-	280.25	147.50	132.75	1.35	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	16.00 - 17.00	16.50		0.00	-	-	-	-	313.50	165.00	148.50	1.51	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19.00 - 20.00	19.50		0.00	-	-	-	-	370.50	195.00	175.50	1.79	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-7-1	0.00 - 0.45	0.23		0.00	-	-	-	-	4.28	2.25	2.03	0.02	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	0.45 - 0.90	0.68		0.00	-	-	-	-	12.83	6.75	6.08	0.06	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2.30 - 2.75	2.53		0.00	-	-	-	-	47.98	25.25	22.73	0.23	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.20 - 5.00	4.60		0.00	-	-	-	-	87.40	46.00	41.40	0.42	1.14	1.4	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	5.60 - 6.50	6.05		0.00	-	-	-	-	114.95	60.50	54.45	0.56	1.14	1.3	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	7.10 - 8.00	7.55		0.00	-	-	-	-	143.45	75.50	67.95	0.69	1.14	1.2	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	8.60 - 9.00	8.80		0.00	-	-	-	-	167.20	88.00	79.20	0.81	1.14	1.1	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	14.60 - 15.60	15.10		0.00	-	-	-	-	286.90	151.00	135.90	1.39	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	19.15 - 19.80	19.48		0.00	-	-	-	-	370.03	194.75	175.28	1.79	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	20.00 - 21.00	20.50		0.00	-	-	-	-	389.50	205.00	184.50	1.88	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	21.00 - 22.00	21.50		0.00	-	-	-	-	408.50	215.00	193.50	1.97	0.92	0.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	23.75 - 24.00	23.88		0.00	-	-	-	-	453.63	238.75	214.88	2.19	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PEPA-PT-PTE-7-2	0.45 - 0.90	0.68		0.00	-	-	-	-	12.83	6.75	6.08	0.06	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1.35 - 1.80	1.58		0.00	-	-	-	-	29.93	15.75	14.18	0.14	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	3.10 - 3.55	3.33		0.00	-	-	-	-	63.18	33.25	29.93	0.31	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4.20 - 5.00	4.60		0.00	-	-	-	-	87.40	46.00	41.40	0.42	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	8.00 - 8.70	8.35		0.00	-	-	-	-	158.65	83.50	75.15	0.77	1.14	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	11.70 - 12.50	12.10		0.00	-	-	-	-	229.90	121.00	108.90	1.11	0.92	1.0	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	13.20 - 13.65	13.43		0.00	-	-	-	-	255.08	134.25	120.83	1.23	0.92	0.9	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	16.50 - 17.70	17.10		0.00	-	-	-	-	324.90	171.00	153.90	1.57	0.92	0.8	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	20.70 - 21.00	20.85		0.00	-	-	-	-	396.15	208.50	187.65	1.91	0.92	0.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	22.40 - 23.00	22.70		0.00	-	-	-	-	431.30	227.00	204.30	2.08	0.92	0.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	25.50 - 26.00	25.75		0.00	-	-	-	-	489.25	257.50	231.75	2.36	0.92	0.7	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	27.00 - 28.00	27.50		0.00	-	-	-	-	522.50	275.00	247.50	2.52	0.92	0.6	-	-	24	27	-	15	22	-	-	-	-	-	22	
	28.50 - 29.00	28.75		0.00	-	-	-	-	546.25	287.50	258.75	2.64	0.92	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5
Tabla 3 de 4

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS
CARACTERIZACIÓN DE SUELOS - SNiP-II-15-74 UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Rev. 0
25/04/2016

Metodología Rusa SNiP-II-15-74 (columns from $\gamma_{T\,calc}$ onward): Humedad natural / Humedad media / Humedad de saturación

Perforación ID	Profundidad (m)	w_n %	LL %	LP %	IP %	G %	A %	F %	>N10 (4mm)	USCS	Comport.	Gs	γ_T kN/m^3	Humedad natural: $\gamma_{T\,calc}$ kN/m^3	IL_n	e_n	c'_n [kPa]	ϕ'_n [°]	Humedad media: w_m %	$\gamma_{Tm\text{-}calc}$ kN/m^3	IL_m	e_m	c'_m [kPa]	ϕ'_m [°]	Humedad de saturación: w_s %	$\gamma_{Ts\text{-}calc}$ kN/m^3	IL_s	e_s	c'_s [kPa]	ϕ'_s [°]
PEPA-PT-ZOD-1	4.00 - 5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.50 - 10.00	-	47.0	21.0	26.0	61	28	11	61	GP-GC	Mixto	2.70	-	26.5	-	-	81	21	34.0	18.5	0.5	0.9	39	15	47.0	17.2	1.0	1.3	29	7
	12.00 - 12.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-01	0.00 - 0.45	2.0	-	-	-	76	20	4	76	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.00 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.50 - 6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.30 - 9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.00 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.00 - 13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-02	0.45 - 0.90	13.4	-	-	-	32	51	17	32	-	-	-	21.8	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.90 - 1.35	16.2	-	-	-	25	53	22	25	-	-	-	20.5	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.35 - 1.80	11.9	-	-	-	41	45	14	41	-	-	-	20.4	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.00 - 2.90	15.3	-	-	-	30	60	10	30	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.90 - 3.35	13.5	-	-	-	46	42	12	46	-	-	-	20.4	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.35 - 3.80	12.9	-	-	-	32	50	18	32	-	-	-	21.2	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.70 - 13.30	17.1	-	-	-	48	43	9	48	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.30 - 15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-38	1.00 - 1.45	25.7	66.0	35.0	31.0	-	5	95	-	MH	Cohesivo	2.65	-	19.4	(0.3)	0.7	63	20	50.5	16.7	0.5	1.3	32	11	66.0	15.7	1.0	1.7	29	7
	2.75 - 3.20	17.3	53.0	23.0	30.0	19	29	52	19	CH	Cohesivo	2.70	-	21.2	(0.2)	0.5	81	21	38.0	18.0	0.5	1.0	33	12	53.0	16.7	1.0	1.4	29	7
	4.30 - 4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.50 - 9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.80 - 12.00	-	46.0	24.0	22.0	62	21	17	62	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	35.0	18.4	0.5	0.9	37	14	46.0	17.2	1.0	1.2	29	7
	15.00 - 15.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.50 - 19.00	-	34.0	20.0	14.0	85	8	7	85	GP-GC	Mixto	2.70	-	26.5	-	-	47	26	27.0	19.5	0.5	0.7	24	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	22.50 - 23.00	-	34.0	18.0	16.0	55	23	22	55	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	26.0	19.6	0.5	0.7	25	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
PEPA-PT-MUR-01	1.20 - 1.65	3.7	NL	NP	NP	62	33	5	62	GW-GM	Granular	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.40 - 2.85	16.6	39.0	25.0	14.0	60	30	10	60	GW-GM	Mixto	-	-	0.0	(0.6)	-	47	26	32.0	-	0.5	-	15	17	39.0	-	1.0	-	12	12
	6.00 - 6.45	23.3	42.0	26.0	16.0	63	23	14	63	GC	Cohesivo	2.70	-	20.0	(0.2)	0.6	32	24	34.0	18.5	0.5	0.9	16	18	42.0	17.6	1.0	1.1	12	12
	7.85 - 8.00	39.4	68.0	30.0	38.0	1	59	40	1	SC	Cohesivo	2.70	-	17.9	0.2	1.1	36	14	49.0	17.0	0.5	1.3	32	11	68.0	15.7	1.0	1.8	29	7
	4.00 - 4.45	24.4	47.0	27.0	20.0	64	25	11	64	GP-GM	Mixto	2.65	-	19.6	(0.1)	0.6	67	20	37.0	18.0	0.5	1.0	35	13	47.0	17.0	1.0	1.2	29	7
	8.40 - 11.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.40 - 13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.30 - 15.00	-	48.0	24.0	24.0	59	26	15	59	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	36.0	18.3	0.5	1.0	36	13	48.0	17.1	1.0	1.3	29	7
PEPA-PT-TAL-3	1.00 - 1.60	-	40.0	31.0	9.0	-	4	96	-	ML	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	35.5	18.2	0.5	0.9	15	17	40.0	17.7	1.0	1.1	12	12
	1.60 - 2.05	25.1	43.0	36.0	7.0	-	-	100	-	ML	Transición C	2.65	-	19.5	(1.6)	0.7	30	24	39.5	17.7	0.5	1.0	15	17	43.0	17.4	1.0	1.1	12	12
	3.40 - 3.85	16.2	44.0	34.0	10.0	-	1	99	-	ML	Cohesivo	2.65	-	21.1	(1.8)	0.4	47	26	39.0	17.8	0.5	1.0	15	17	44.0	17.3	1.0	1.2	12	12
	5.00 - 5.45	-	34.0	23.0	11.0	25	43	32	25	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	28.5	19.2	0.5	0.8	22	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	11.00 - 12.00	-	42.0	26.0	16.0	47	34	19	47	GM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	34.0	18.3	0.5	0.9	16	18	42.0	17.5	1.0	1.1	12	12
	13.00 - 14.00	-	40.0	22.0	18.0	54	31	15	54	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	31.0	18.9	0.5	0.8	44	16	40.0	17.8	1.0	1.1	29	7
	15.00 - 16.00	-	41.0	24.0	17.0	40	37	23	40	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	32.5	18.7	0.5	0.9	17	19	41.0	17.7	1.0	1.1	12	12
	17.40 - 18.00	16.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.1	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.00 - 20.00	15.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-MUR-2A	1.30 - 1.75	28.7	NL	NP	NP	21	55	24	21	SM	Granular	2.65	-	19.0	-	0.8	1	38	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	1	38
	2.30 - 2.75	10.6	44.0	20.0	24.0	31	39	30	31	SC	Cohesivo	2.70	-	22.8	(0.4)	0.3	81	21	32.0	18.8	0.5	0.9	42	16	44.0	17.4	1.0	1.2	29	7
	3.20 - 3.65	12.5	46.0	21.0	25.0	18	49	33	18	SC	Cohesivo	2.70	-	22.3	(0.3)	0.3	81	21	33.5	18.6	0.5	0.9	40	15	46.0	17.2	1.0	1.2	29	7
	3.65 - 4.10	19.1	53.0	22.0	31.0	14	38	48	14	SC	Cohesivo	2.70	-	20.8	(0.1)	0.5	81	21	37.5	18.1	0.5	1.0	34	12	53.0	16.7	1.0	1.4	29	7
	7.30 - 8.00	-	49.0	26.0	23.0	60	28	12	60	GP-GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	37.5	18.1	0.5	1.0	34	12	49.0	17.0	1.0	1.3	29	7
	11.40 - 13.40	-	41.0	23.0	18.0	58	31	11	58	GP-GC	Mixto	2.70	-	26.5	-	-	81	21	32.0	18.8	0.5	0.9	42	16	41.0	17.7	1.0	1.1	29	7
	16.20 - 16.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.00 - 19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.00 - 20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-05	1.50 - 1.95	34.7	-	-	-	42	39	19	42	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.95 - 2.40	29.3	-	-	-	21	34	45	21	-	-	-	16.3	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.40 - 2.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.55 - 4.00	21.1	-	-	-	27	30	43	27	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.00 - 6.00	43.3	55.0	37.0	18.0	17	53	30	17	SM	Cohesivo	2.65	16.2	17.4	0.3	1.3	32	11	46.0	17.1	0.5	1.2	32	11	55.0	16.4	1.0	1.5	29	7
	7.00 - 8.00	33.0	-	-	-	39	47	14	39	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.00 - 11.00	37.8	51.0	34.0	17.0	47	35	18	47	GM	Cohesivo	2.65	17.8	17.9	0.2	1.0	19	20	42.5	17.4	0.5	1.1	15	17	51.0	16.7	1.0	1.4	12	12
	15.00 - 15.50	27.5	-	-	-	26	54	20	26	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15.70 - 15.80	30.9	45.0	28.0	17.0	4	48	48	4	SM	Cohesivo	2.65	18.5	18.7	0.2	0.8	22	22	36.5	18.0	0.5	1.0	15	17	45.0	17.2	1.0	1.2	12	12
PEPA-PT-MUR-04	1.00 - 1.45	18.7	44.0	29.0	15.0	26	45	29	26	SM	Cohesivo	2.65	-	20.6	(0.7)	0.5	42	25	36.5	18.0	0.5	1.0	15	17	44.0	17.3	1.0	1.2	12	12
	5.50 - 6.50	-	NL	NP	NP	43	38	19	43	GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.00 - 8.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.00 - 12.80	-	NL	NP	NP	44	42	14	44	GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.80 - 13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-ZOD-23	0.00 - 0.45	18.8	40.0	20.0	22.0	-	23	77	-	CL	Cohesivo	2.70	-	20.9	(0.1)	0.5	81	21	30.0	19.0	0.5	0.8	46	17	40.0	17.8	0.9	1.1	29	7
	3.25 - 3.70	21.1	NL	NP	NP	1	71	28	1	SM	Granular	2.65	-	20.2	-	0.6	4	36	-	-	-	-	2	28	-	-	-	-	2	28
	4.15 - 4.60	24.1	29.0	21.0	8.0	7	45	48	7	SC	Cohesivo	2.70	-	19.9	0.4	0.7	28	22	25.0	19.8	0.5	0.7	27	22	29.0	19.2	1.0	0.8	18	17
	5.05 - 5.50	29.1	61.0	21.0	40.0	-	16	84	-	CH	Cohesivo	2.70	-	19.1	0.2	0.8	52	19	41.0	17.7	0.5	1.1	32	11	61.0	16.1	1.0	1.6	29	7
	9.00 - 10.00	-	36.0	31.0	5.0	24	36	40	24	SM	Transición C	2.65	20.2	26.0	-	-	15	30	33.5	18.4	0.5	0.9	3	21	36.0	18.1	1.0	1.0	3	21
PEPA-PT-ZOD-24	1.00 - 1.30	31.9	48.0	36.0	12.0	44	23	33	44	GM	Cohesivo	2.65	-	18.6	(0.3)	0.8	22	22	42.0	17.5	0.5	1.1	15	17	48.0	16.9	1.0	1.3	12	12
	1.30 - 3.30	-	43.0	27.0	16.0	62	26	12	62	GP-GM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	35.0	18.2	0.5	0.9	15	18	43.0	17.4	1.0	1.1	12	12
	8.30 - 10.00	-	52.0	28.0	24.0	67	21	12	67	GP-GC	Cohesivo	2.70	18.3	26.5	-	-	81	21	40.0	17.8	0.5	1.1	32	11	52.0	16.7	1.0	1.4	29	7
PEPA-PT-TAL-06	1.35 - 2.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.00 - 4.60	-	42.0	31.0	11.0	38	46	16	38	SM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	36.5	18.0	0.5	1.0	15	17	42.0	17.5	1.0	1.1	12	12
	6.20 - 6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.20 - 8.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.00 - 11.50	-	53.0	32.0	21.0	15	69	16	15	SM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	81	21	42.5	17.4	0.5	1.1	32	11	53.0	16.5	1.0	1.4	29	7
	14.45 - 17.50	-	49.0	30.0	19.0	57	34	9	57	GW-GM	Mixto	-	-	0.0	-	-	81	21	39.5	-	0.5	-	32	11	49.0	-	1.0	-	29	7
	18.85 - 19.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21.50 - 22.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-EST-1	1.50 - 1.95	30.5	57.0	24.0	33.0	1	26	73	1	CH	Cohesivo	2.70	-	19.0	0.2	0.8	49	18	40.5	17.8	0.5	1.1	32	11	57.0	16.4	1.0	1.5	29	7
	1.95 - 2.40	35.4	62.0	27.0	35.0	-	23	77	-	CH	Cohesivo	2.70	-	18.3	0.2	1.0	41	16	44.5	17.4	0.5	1.2	32	11	62.0	16.0	1.0	1.7	29	7
	3.30 - 3.60	30.1	-	-	-	21	34	45	21	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.60 - 4.00	-	-	-	-	55	21	24	55	-	-	-	19.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.40 - 5.85	26.4	NL	NP	NP	16	57	24	16	SM	Granular	2.65	-	19.3	-	0.7	1	38	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	1	38
	7.00 - 8.00	-	41.0	31.0	10.0	22	37	41	22	SM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	36.0	18.1	0.5	1.0	15	17	41.0	17.6	1.0	1.1	12	12
	9.50 - 10.00	-	39.0	33.0	6.0	34	31	35	34	GM	Transición C	2.65	-	26.0	-	-	15	30	36.0	18.1	0.5	1.0	3	21	39.0	17.8	1.0	1.0	3	21
PEPA-PT-TAL-08	0.30 - 0.75	19.0	45.0	24.0	21.0	19	48	33	19	SC	Cohesivo	2.70	-	20.8	(0.2)	0.5	81	21	34.5	18.4	0.5	0.9	38	14	45.0	17.3	1.0	1.2	29	7
	1.45 - 1.85	19.5	42.0	24.0	18.0	17	38	45	17	SC	Cohesivo	2.70	-	20.7	(0.3)	0.5	81	21	33.0	18.6	0.5	0.9	41	15	42.0	17.6	1.0	1.1	29	7
	2.00 - 2.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.50 - 4.00	-	46.0	23.0	23.0	56	17	27	56	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	34.5	18.4	0.5	0.9	38	14	46.0	17.2	1.0	1.2	29	7
	3.50 - 4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.60 - 6.00	-	45.0	21.0	24.0	7	43	50	7	CL	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	33.0	18.6	0.5	0.9	41	15	45.0	17.3	1.0	1.2	29	7
	5.60 - 6.00	21.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.0	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7.00 - 7.50	-	39.0	26.0	13.0	40	27	33	40	GM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	32.5	18.5	0.5	0.9	18	19	39.0	17.8	1.0	1.0	12	12
	8.00 - 8.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.00 - 12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.50 - 13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.50 - 17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.00 - 19.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-08A	0.60 - 1.05	15.7	36.0	23.0	13.0	6	39	55	6	CL	Cohesivo	2.70	-	21.5	(0.6)	0.4	47	26	29.5	19.1	0.5	0.8	20	20	36.0	18.3	1.0	1.0	13	13
	2.40 - 2.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.00 - 4.50	-	NL	NP	NP	65	23	12	65	GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.00 - 5.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.50 - 7.10	29.8	36.0	23.0	13.0	2	30	68	2	CL	Cohesivo	2.70	17.7	19.1	0.5	0.9	14	14	29.5	19.1	0.5	0.8	20	20	36.0	18.3	1.0	1.0	13	13
	8.50 - 9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.50 - 10.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.00 - 14.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00 - 17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.00 - 19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.00 - 0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-09	0.60 - 0.80	19.7	36.0	23.0	13.0	27	41	32	27	SC	Cohesivo	2.70	-	20.7	(0.3)	0.5	39	25	29.5	19.1	0.5	0.8	20	20	36.0	18.3	1.0	1.0	13	13
	2.10 - 3.00	28.7	36.0	26.0	10.0	24	54	22	24	SM	Cohesivo	2.65	17.7	19.0	0.3	0.9	16	18	31.0	18.7	0.5	0.8	19	20	36.0	18.1	1.0	1.0	14	14
	4.50 - 5.00	-	34.0	31.0	3.0	20	50	30	20	SM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	2	43	32.5	18.5	0.5	0.9	1	38	34.0	18.3	1.0	0.9	1	38
	6.50 - 7.00	30.7	37.0	33.0	4.0	41	46	13	41	SM	Transición C	2.65	17.6	18.7	(0.6)	0.9	8	-	35.0	18.2	0.5	0.9	3	21	37.0	18.0	1.0	1.0	3	21
	7.10 - 7.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.00 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.40 - 11.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.20 - 14.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00 - 16.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.50 - 20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-ZOD-17	0.00 - 0.45	27.3	42.0	20.0	22.0	-	32	68	-	CL	Cohesivo	2.70	-	19.4	0.3	0.7	51	17	31.0	18.9	0.5	0.8	44	16	42.0	17.6	1.0	1.1	29	7
	2.00 - 3.00	-	44.0	24.0	20.0	68	18	14	68	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	34.0	18.5	0.5	0.9	39	15	44.0	17.4	1.0	1.2	29	7
	3.00 - 4.00	-	40.0	23.0	17.0	23	38	39	23	SC	Cohesivo	2.70	19.9	26.5	-	-	47	26	31.5	18.8	0.5	0.9	18	19	40.0	17.8	1.0	1.1	12	12
	4.00 - 5.45	-	34.0	20.0	14.0	32	42	26	32	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	27.0	19.5	0.5	0.7	24	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	7.15 - 8.35	-	33.0	22.0	11.0	17	61	22	17	SC	Cohesivo	2.70	18.4	26.5	-	-	47	26	27.5	19.4	0.5	0.7	23	21	33.0	18.6	1.0	0.9	15	15
	8.35 - 10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-10	1.45 - 1.90	17.0	47.0	24.0	23.0	13	45	42	13	SC	Cohesivo	2.70	-	21.2	(0.3)	0.5	81	21	35.5	18.3	0.5	1.0	37	14	47.0	17.2	1.0	1.3	29	7
	4.30 - 4.70	-	33.0	22.0	11.0	11	53	36	11	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	27.5	19.4	0.5	0.7	23	21	33.0	18.6	1.0	0.9	15	15
	6.30 - 6.70	-	31.0	21.0	10.0	-	51	49	-	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	26.0	19.6	0.5	0.7	25	21	31.0	18.9	1.0	0.8	17	16
	6.70 - 7.00	29.1	43.0	23.0	20.0	2	31	67	2	CL	Cohesivo	2.70	16.5	19.1	0.3	1.1	32	11	33.0	18.6	0.5	0.9	41	15	43.0	17.5	1.0	1.2	29	7
	7.50 - 7.80	-	31.0	20.0	11.0	34	26	40	34	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	25.5	19.7	0.5	0.7	26	22	31.0	18.9	1.0	0.8	17	16
	9.50 - 10.00	-	33.0	24.0	9.0	34	47	19	34	SM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	28.5	19.0	0.5	0.8	22	21	33.0	18.4	1.0	0.9	16	16
PEPA-PT-MUR-5	0.00 - 0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.45 - 1.90	27.5	42.0	21.0	21.0	2	28	70	2	CL	Cohesivo	2.70	-	19.4	0.3	0.7	50	17	31.5	18.8	0.5	0.9	43	16	42.0	17.6	1.0	1.1	29	7
	1.90 - 2.35	30.8	48.0	22.0	26.0	-	-	-	-	-	-	-	17.6	0.0	0.3	(1.0)	-	-	35.0	-	0.5	-	-	-	48.0	-	1.0	-	-	-
	3.70 - 4.15	37.1	50.0	23.0	27.0	5	22	73	5	CH	Cohesivo	2.70	-	18.1	0.5	1.0	31	8	36.5	18.2	0.5	1.0	35	13	50.0	16.9	1.0	1.4	29	7
	4.15 - 4.60	36.7	52.0	24.0	28.0	6	21	73	6	CH	Cohesivo	2.70	-	18.2	0.5	1.0	35	13	38.0	18.0	0.5	1.0	33	12	52.0	16.7	1.0	1.4	29	7
	4.60 - 5.00	29.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.1	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.40 - 8.85	33.4	36.0	30.0	6.0	5	36	59	5	ML	Transición C	2.65	-	18.4	0.6	0.9	3	21	33.0	18.4	0.5	0.9	3	21	36.0	18.1	1.0	1.0	3	21
	8.85 - 9.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.00 - 11.45	31.3	38.0	33.0	5.0	8	40	52	8	ML	Transición C	2.65	-	18.7	(0.3)	0.8	8	-	35.5	18.2	0.5	0.9	3	21	38.0	17.9	1.0	1.0	3	21
	12.45 - 12.80	-	NL	NP	NP	40	41	19	40	SM	Granular	2.65	20.2	26.0	-	-	2	43	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	1	38
PEPA-PT-ZOD-22	1.20 - 1.65	20.7	49.0	22.0	27.0	-	34	66	-	CL	Cohesivo	2.70	-	20.5	(0.0)	0.6	80	21	35.5	18.3	0.5	1.0	37	14	49.0	17.0	1.0	1.3	29	7
	1.65 - 3.80	-	50.0	21.0	29.0	1	37	62	1	CH	Cohesivo	2.70	17.5	26.5	-	-	81	21	35.5	18.3	0.5	1.0	37	14	50.0	16.9	1.0	1.4	29	7
	3.80 - 4.25	44.0	58.0	27.0	31.0	-	18	82	-	CH	Cohesivo	2.70	-	17.4	0.5	1.2	29	7	42.5	17.6	0.5	1.1	32	11	58.0	16.3	1.0	1.6	29	7
	5.65 - 6.10	48.8	82.0	36.0	46.0	-	14	86	-	CH	Cohesivo	2.70	-	17.0	0.3	1.3	32	11	59.0	16.2	0.5	1.6	32	11	82.0	15.0	1.0	2.2	29	7
	6.10 - 7.00	30.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.5	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.00 - 8.45	32.8	56.0	28.0	28.0	15	56	29	15	SC	Cohesivo	2.70	-	18.7	0.2	0.9	44	17	42.0	17.6	0.5	1.1	32	11	56.0	16.4	1.0	1.5	29	7
	9.50 - 10.00	-	46.0	23.0	23.0	-	33	67	-	CL	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	34.5	18.4	0.5	0.9	38	14	46.0	17.2	1.0	1.2	29	7

PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5

Tabla 3 de 4

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS - SNiP-II-15-74 UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Rev. 0

25/04/2016

Perforación	Profundidad			w_n	LL	LP	IP	G	A	F	>N10	USCS	Comport.	Gs	γ_T	Metodología Rusa SNiP-II-15-74 — Humedad natural: $\gamma_{T\ calc}$	IL_n	e_n	c'_n	ϕ'_n	Humedad media: w_m	$\gamma_{Tm\text{-}calc}$	IL_m	e_m	c'_m	ϕ'_m	Humedad de saturación: w_s	$\gamma_{Ts\text{-}calc}$	IL_s	e_s	c'_s	ϕ'_s
ID.	m			%	%	%	%	%	%	%	(4mm)				kN/m³	kN/m³			[kPa]	[°]	%	kN/m³			[kPa]	[°]	%	kN/m³			[kPa]	[°]
PEPA-PT-MUR-6	0.45	-	0.90	13.0	39.0	22.0	17.0	30	50	20	30	SC	Cohesivo	2.70	-	22.2	(0.5)	0.4	47	26	30.5	19.0	0.5	0.8	19	20	39.0	17.9	1.0	1.1	12	12
	2.30	-	2.75	15.4	34.0	22.0	12.0	36	51	13	36	SC	Cohesivo	2.70	-	21.6	(0.6)	0.4	47	26	28.0	19.3	0.5	0.8	22	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	4.70	-	5.00	-	47.0	21.0	26.0	10	38	52	10	CL	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	34.0	18.5	0.5	0.9	39	15	47.0	17.2	1.0	1.3	29	7
	6.20	-	7.30	26.2	43.0	23.0	20.0	13	54	33	13	SC	Cohesivo	2.70	16.0	19.6	0.2	1.1	36	14	33.0	18.6	0.5	0.9	41	15	43.0	17.5	1.0	1.2	29	7
	8.00	-	9.00	22.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.1	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-33	0.45	-	0.90	14.8	40.0	21.0	19.0	24	33	43	24	SC	Cohesivo	2.70	-	21.7	(0.3)	0.4	81	21	30.5	19.0	0.5	0.8	45	16	40.0	17.8	1.0	1.1	29	7
	0.90	-	1.35	14.6	38.0	20.0	18.0	17	34	49	17	SC	Cohesivo	2.70	-	21.8	(0.3)	0.4	81	21	29.0	19.2	0.5	0.8	47	17	38.0	18.0	1.0	1.0	30	7
	2.30	-	2.75	20.7	37.0	21.0	16.0	19	31	50	19	SC	Cohesivo	2.70	-	20.5	(0.0)	0.6	37	25	29.0	19.2	0.5	0.8	21	20	37.0	18.2	1.0	1.0	13	13
	4.20	-	5.50	-	36.0	21.0	15.0	35	23	42	35	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	28.5	19.2	0.5	0.8	22	21	36.0	18.3	1.0	1.0	13	13
	7.20	-	7.50	-	39.0	21.0	18.0	33	35	32	33	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	30.0	19.0	0.5	0.8	46	17	39.0	17.9	1.0	1.1	29	7
PEPA-PT-ZOD-18	0.00	-	1.00	-	45.0	20.0	25.0	3	57	40	3	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	32.5	18.7	0.5	0.9	41	15	45.0	17.3	1.0	1.2	29	7
	1.05	-	1.65	26.9	36.0	23.0	13.0	-	38	62	-	CL	Cohesivo	2.70	18.4	19.5	0.3	0.8	19	20	29.5	19.1	0.5	0.8	20	20	36.0	18.3	1.0	1.0	13	13
	1.65	-	2.10	22.7	35.0	19.0	16.0	-	29	71	-	CL	Cohesivo	2.70	-	20.1	0.2	0.6	33	24	27.0	19.5	0.5	0.7	24	21	35.0	18.4	1.0	0.9	14	14
	9.50	-	10.00	-	NL	NP	NP	69	28	3	69	GP	Granular	2.65	26.1	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-MUR-7	1.50	-	1.95	6.4	32.0	23.0	9.0	28	49	23	28	SM	Cohesivo	2.65	-	23.6	(1.8)	0.2	47	26	27.5	19.2	0.5	0.7	24	21	32.0	18.6	1.0	0.8	16	16
	2.85	-	3.30	15.3	36.0	22.0	14.0	27	42	31	27	SC	Cohesivo	2.70	-	21.6	(0.5)	0.4	47	26	29.0	19.2	0.5	0.8	21	20	36.0	18.3	1.0	1.0	13	13
	4.10	-	5.00	-	72.0	30.0	42.0	16	31	53	16	CH	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	51.0	16.8	0.5	1.4	32	11	72.0	15.5	1.0	1.9	29	7
	6.00	-	6.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7.00	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.00	-	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-34	0.00	-	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.45	-	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.90	-	1.35	21.8	36.0	28.0	8.0	-	28	72	-	ML	Cohesivo	2.65	-	20.1	(0.8)	0.6	35	25	32.0	18.6	0.5	0.8	18	19	36.0	18.1	1.0	1.0	14	14
	1.35	-	2.30	-	40.0	36.0	4.0	10	46	44	10	SM	Transición C	2.65	-	26.0	-	-	15	30	38.0	17.9	0.5	1.0	3	21	40.0	17.7	1.0	1.1	3	21
	3.00	-	4.00	-	58.0	52.0	6.0	3	34	63	3	MH	Transición C	2.65	-	26.0	-	-	15	30	55.0	16.4	0.5	1.5	3	21	58.0	16.2	1.0	1.5	3	21
	4.40	-	5.00	-	123.0	68.0	55.0	12	9	79	12	MH	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	81	21	95.5	14.4	0.5	2.5	32	11	123.0	13.6	1.0	3.3	29	7
	8.20	-	8.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.70	-	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.00	-	13.20	-	NL	NP	NP	9	67	24	9	SM	Granular	2.65	19.8	26.0	-	-	6	38	-	-	-	-	2	28	-	-	-	-	2	28
	14.00	-	14.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15.00	-	16.20	-	52.0	46.0	6.0	-	38	62	-	MH	Transición C	2.65	-	26.0	-	-	15	30	49.0	16.9	0.5	1.3	3	21	52.0	16.6	1.0	1.4	3	21
	15.00	-	16.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.50	-	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.70	-	18.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-13	0.60	-	1.05	9.4	46.0	27.0	19.0	14	61	25	14	SM	Cohesivo	2.65	-	22.8	(0.9)	0.2	81	21	36.5	18.0	0.5	1.0	36	13	46.0	17.1	1.0	1.2	29	7
	4.25	-	5.00	-	-	-	-	60	32	8	60	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.60	-	6.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7.30	-	7.90	-	NL	NP	NP	58	32	10	58	GP-GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.70	-	9.00	-	61.0	38.0	23.0	8	33	59	8	MH	Cohesivo	2.65	20.6	26.0	-	-	81	21	49.5	16.8	0.5	1.3	32	11	61.0	16.0	1.0	1.6	29	7
	13.10	-	13.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.60	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	17.30	17.6	NL	NP	NP	47	42	11	47	GP-GM	Granular	2.65	20.9	20.8	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.00	-	18.70	17.4	NL	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20.00	-	20.70	33.4	NL	NP	NP	1	77	22	1	SM	Granular	2.65	17.5	18.4	-	1.0	2	28	-	-	-	-	2	28	-	-	-	-	2	28
	23.00	-	23.20	-	29.0	22.0	7.0	7	45	48	7	SC-SM	Transición C	-	-	0.0	-	-	47	26	25.5	-	0.5	-	15	17	29.0	-	1.0	-	12	12
	24.00	-	25.00	35.7	41.0	30.0	11.0	-	-	-	-	-	-	-	17.0	0.0	0.5	(1.0)	-	-	35.5	-	0.5	-	-	-	41.0	-	1.0	-	-	-
	25.00	-	25.45	46.5	50.0	37.0	13.0	3	47	50	3	MH	Cohesivo	2.65	-	17.1	0.7	1.2	12	12	43.5	17.3	0.5	1.2	15	17	50.0	16.8	1.0	1.3	12	12
	25.45	-	25.70	-	32.0	25.0	7.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	28.5	-	0.5	-	-	-	32.0	-	1.0	-	-	-
	27.00	-	27.50	-	51.0	32.0	19.0	1	49	50	1	SM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	81	21	41.5	17.5	0.5	1.1	32	11	51.0	16.7	1.0	1.4	29	7
	29.00	-	30.00	8.9	NL	NP	NP	81	16	3	81	GP	Granular	2.65	-	22.9	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31.50	-	32.50	-	112.0	41.0	71.0	-	26	74	-	CH	Cohesivo	2.70	15.3	26.5	-	-	81	21	76.5	15.3	0.5	2.1	32	11	112.0	14.0	1.0	3.0	29	7
	34.00	-	34.50	19.4	NL	NP	NP	9	66	25	9	SM	Granular	2.65	-	20.5	-	0.5	5	37	-	-	-	-	2	28	-	-	-	-	2	28
PEPA-PT-TAL-15	0.80	-	1.25	27.4	-	-	-	17	43	40	17	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.25	-	1.70	32.6	47.0	26.0	21.0	8	41	51	8	CL	Cohesivo	2.70	-	18.7	0.3	0.9	41	15	36.5	18.2	0.5	1.0	35	13	47.0	17.2	1.0	1.3	29	7
	2.40	-	2.85	29.6	-	-	-	12	41	47	12	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.85	-	2.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.98	-	4.80	25.7	-	-	-	22	45	33	22	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.80	-	6.30	27.4	-	-	-	31	39	30	31	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.30	-	6.75	18.6	-	-	-	13	68	19	13	-	-	-	20.4	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.40	-	16.00	12.4	-	-	-	55	43	2	55	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	16.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.80	-	20.80	44.9	41.0	21.0	20.0	-	-	-	-	-	-	-	15.9	0.0	1.2	(1.0)	-	-	31.0	-	0.5	-	-	-	41.0	-	1.0	-	-	-
	20.80	-	23.00	50.4	60.0	48.0	12.0	17	42	41	17	SM	Cohesivo	2.65	-	16.7	0.2	1.3	19	20	54.0	16.5	0.5	1.4	15	17	60.0	16.1	1.0	1.6	12	12
PEPA-PT-ZOD-20	1.00	-	1.45	22.6	45.0	25.0	20.0	28	40	32	28	SC	Cohesivo	2.70	-	20.2	(0.1)	0.6	72	20	35.0	18.4	0.5	0.9	37	14	45.0	17.3	1.0	1.2	29	7
	1.90	-	2.35	23.0	45.0	29.0	16.0	43	24	33	43	GM	Cohesivo	2.65	-	19.9	(0.4)	0.6	33	24	37.0	18.0	0.5	1.0	15	17	45.0	17.2	1.0	1.2	12	12
	2.80	-	3.40	34.8	48.0	25.0	23.0	19	54	27	19	SC	Cohesivo	2.70	17.6	18.4	0.4	1.0	33	12	36.5	18.2	0.5	1.0	35	13	48.0	17.1	1.0	1.3	29	7
	6.70	-	7.20	-	50.0	21.0	29.0	21	59	20	21	SC	Cohesivo	2.70	20.7	26.5	-	-	81	21	35.5	18.3	0.5	1.0	37	14	50.0	16.9	1.0	1.4	29	7
	9.20	-	10.00	-	31.0	21.0	10.0	22	62	16	22	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	26.0	19.6	0.5	0.7	25	21	31.0	18.9	1.0	0.8	17	16
PEPA-PT-TAL-35	0.00	-	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0.45	-	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.80	-	2.25	35.6	50.0	26.0	24.0	1	62	37	1	SC	Cohesivo	2.70	-	18.3	0.4	1.0	36	14	38.0	18.0	0.5	1.0	33	12	50.0	16.9	1.0	1.4	29	7
	2.25	-	2.85	34.8	54.0	32.0	22.0	12	68	20	12	SM	Cohesivo	2.65	16.7	18.2	0.1	1.1	36	14	43.0	17.4	0.5	1.1	32	11	54.0	16.5	1.0	1.4	29	7
	4.05	-	4.50	26.5	42.0	22.0	20.0	16	66	18	16	SC	Cohesivo	2.70	-	19.5	0.2	0.7	59	20	32.0	18.8	0.5	0.9	42	16	42.0	17.6	1.0	1.1	29	7
	4.50	-	4.95	45.3	63.0	31.0	32.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.4	-	-	-	47.0	-	0.5	-	-	-	63.0	-	1.0	-	-	-
	5.85	-	6.30	41.0	52.0	31.0	21.0	1	25	74	1	MH	Cohesivo	2.65	-	17.6	0.5	1.1	32	11	41.5	17.5	0.5	1.1	32	11	52.0	16.6	1.0	1.4	29	7
	7.00	-	7.80	37.9	51.0	32.0	19.0	-	14	86	-	MH	Cohesivo	2.65	16.7	17.9	0.3	1.1	32	11	41.5	17.5	0.5	1.1	32	11	51.0	16.7	1.0	1.4	29	7
	12.80	-	14.30	31.4	35.0	22.0	13.0	4	73	23	4	SC	Cohesivo	2.70	12.6	18.8	0.7	1.8	12	12	28.5	19.2	0.5	0.8	22	21	35.0	18.4	1.0	0.9	14	14
	14.30	-	16.45	38.9	29.0	23.0	6.0	3	72	25	3	SM	Transición C	2.65	17.2	17.8	2.6	1.1	3	21	26.0	19.4	0.5	0.7	5	23	29.0	19.0	1.0	0.8	3	21
	17.70	-	19.10	25.7	-	-	-	47	26	21	47	-	-	-	16.7	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20.00	-	20.30	22.6	38.0	25.0	13.0	10	63	27	10	SM	Cohesivo	2.65	-	19.9	(0.2)	0.6	34	24	31.5	18.6	0.5	0.8	19	19	38.0	17.9	1.0	1.0	13	13
	21.50	-	22.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-TAL-36	1.50	-	1.95	11.6	38.0	22.0	16.0	19	58	23	19	SC	Cohesivo	2.70	-	22.5	(0.7)	0.3	47	26	30.0	19.0	0.5	0.8	20	20	38.0	18.0	1.0	1.0	12	12
	1.95	-	2.40	8.8	29.0	22.0	7.0	31	53	16	31	SC-SM	Transición C	-	-	0.0	(1.9)	-	47	26	25.5	-	0.5	-	15	17	29.0	-	1.0	-	12	12
	3.50	-	3.90	-	35.0	26.0	9.0	1	52	47	1	SM	Cohesivo	2.65	17.0	26.0	-	-	47	26	30.5	18.8	0.5	0.8	20	20	35.0	18.2	1.0	0.9	14	14
	6.00	-	6.60	-	40.0	28.0	12.0	73	20	7	73	GP-GM	Mixto	2.65	22.1	26.0	-	-	47	26	34.0	18.3	0.5	0.9	16	18	40.0	17.7	1.0	1.1	12	12
	8.00	-	8.70	-	NL	NP	NP	73	23	4	73	GP-GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.30	-	10.00	-	NL	NP	NP	31	53	16	31	SM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	2	43	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	1	38
	12.00	-	12.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.00	-	14.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	16.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.00	-	17.50	-	NL	NP	NP	43	49	8	43	SP-SM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	2	43	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	1	38
	17.40	-	18.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.00	-	19.50	-	NL	NP	NP	9	72	12	9	SP-SM	Granular	2.65	19.8	26.0	-	-	6	38	-	-	-	-	2	28	-	-	-	-	2	28
PEPA-PT-PTE-2-1	2.00	-	2.45	58.1	62.0	39.0	23.0	-	2	98	-	MH	Cohesivo	2.65	-	16.2	0.8	1.5	29	7	50.5	16.7	0.5	1.3	32	11	62.0	15.9	1.0	1.6	29	7
	3.40	-	3.84	59.7	62.0	41.0	21.0	-	1	99	-	MH	Cohesivo	2.65	-	16.1	0.9	1.6	29	7	51.5	16.7	0.5	1.4	32	11	62.0	15.9	1.0	1.6	29	7
	4.90	-	5.50	50.0	27.0	17.0	10.0	-	1	99	-	CL	Cohesivo	2.70	16.1	16.9	3.3	1.5	12	12	22.0	20.3	0.5	0.6	31	23	27.0	19.5	1.0	0.7	21	18
	5.50	-	5.95	56.7	59.0	34.0	25.0	1	8	91	1	MH	Cohesivo	2.65	-	16.3	0.9	1.5	29	7	46.5	17.1	0.5	1.2	32	11	59.0	16.1	1.0	1.6	29	7
	8.10	-	8.70	54.7	58.0	37.0	21.0	2	9	89	2	MH	Cohesivo	2.65	15.0	16.4	0.8	1.7	29	7	47.5	17.0	0.5	1.3	32	11	58.0	16.2	1.0	1.5	29	7
	11.25	-	11.85	57.4	73.0	46.0	27.0	-	1	99	-	MH	Cohesivo	2.65	14.8	16.2	0.4	1.8	32	11	59.5	16.1	0.5	1.6	32	11	73.0	15.3	1.0	1.9	29	7
	13.00	-	14.00	-	55.0	35.0	20.0	-	1	99	-	MH	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	81	21	45.0	17.2	0.5	1.2	32	11	55.0	16.4	1.0	1.5	29	7
	14.30	-	14.90	39.3	73.0	47.0	26.0	-	1	99	-	MH	Cohesivo	2.65	14.8	17.7	(0.3)	1.5	36	14	60.0	16.1	0.5	1.6	32	11	73.0	15.3	1.0	1.9	29	7
	14.90	-	15.35	65.0	74.0	46.0	28.0	-	3	97	-	MH	Cohesivo	2.65	-	15.8	0.7	1.7	29	7	60.0	16.1	0.5	1.6	32	11	74.0	15.3	1.0	2.0	29	7
	16.80	-	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.50	-	18.65	18.4	34.0	21.0	13.0	47	26	28	47	GC	Cohesivo	2.70	-	20.9	(0.2)	0.5	42	25	27.5	19.4	0.5	0.7	23	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	19.80	-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22.00	-	23.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-2-2	1.50	-	1.95	3.9	NL	NP	NP	65	15	21	65	GP-GM	Granular	2.65	-	24.5	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.30	-	3.75	11.2	-	-	-	63	16	21	63	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.25	-	6.00	22.7	41.0	26.0	15.0	57	12	31	57	GC	Cohesivo	2.70	-	20.1	(0.2)	0.6	33	24	33.5	18.6	0.5	0.9	16	18	41.0	17.7	1.0	1.1	12	12
	7.00	-	7.45	21.9	40.0	24.0	16.0	53	15	32	53	GC	Cohesivo	2.70	-	20.3	(0.1)	0.6	34	25	32.0	18.8	0.5	0.9	18	19	40.0	17.8	1.0	1.1	12	12
	12.00	-	12.45	14.5	NL	NP	NP	59	14	27	59	GM	Granular	2.65	-	21.5	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.90	-	14.10	18.4	39.0	28.0	11.0	40	22	38	40	GM	Cohesivo	2.65	-	20.7	(0.9)	0.5	43	26	33.5	18.4	0.5	0.9	17	18	39.0	17.8	1.0	1.0	12	12
	15.00	-	15.45	20.3	29.0	21.0	8.0	46	20	34	46	GC	Cohesivo	2.70	-	20.6	(0.1)	0.5	37	25	25.0	19.8	0.5	0.7	27	22	29.0	19.2	1.0	0.8	18	17
	16.20	-	16.50	18.0	NL	NP	NP	36	27	37	36	GL	Granular	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.00	-	17.15	19.0	-	-	-	19	49	32	19	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.15	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.60	-	19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20.20	-	20.65	19.7	29.0	20.0	9.0	27	32	41	27	SC	Cohesivo	2.70	-	20.7	(0.0)	0.5	39	25	24.5	19.8	0.5	0.7	28	22	29.0	19.2	1.0	0.8	18	17
	20.65	-	21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22.00	-	22.25	15.6	30.0	21.0	9.0	62	9	27	62	GC	Cohesivo	2.70	-	21.5	(0.6)	0.4	47	26	25.5	19.7	0.5	0.7	26	22	30.0	19.0	1.0	0.8	18	17
PEPA-PT-PTE-2-3	0.00	-	0.20	-	21.0	18.0	3.0	60	23	17	60	GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	19.5	20.5	0.5	0.5	-	-	21.0	20.2	1.0	0.6	-	-
	3.65	-	4.10	58.0	58.0	37.0	21.0	-	5	95	-	MH	Cohesivo	2.65	-	16.2	1.0	1.5	29	7	47.5	17.0	0.5	1.3	32	11	58.0	16.2	1.0	1.5	29	7
	4.10	-	4.70	57.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.7	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.00	-	6.60	51.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.8	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.60	-	7.05	51.9	72.0	32.0	40.0	27	4	69	27	CH	Cohesivo	2.70	-	16.8	0.5	1.4	32	11	52.0	16.7	0.5	1.4	32	11	72.0	15.5	1.0	1.9	29	7
	8.50	-	9.10	64.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.0	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.10	-	9.55	64.5	76.0	38.0	38.0	-	1	99	-	MH	Cohesivo	2.65	-	15.8	0.7	1.7	29	7	57.0	16.3	0.5	1.5	32	11	76.0	15.2	1.0	2.0	29	7
	10.00	-	10.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.00	-	12.50	64.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.1	0.0	-	(1.0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	16.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.50	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-3-1	1.00	-	1.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.60	-	3.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.35	-	4.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.00	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.95	-	7.95	-	30.0	20.0	10.0	54	28	18	54	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	25.0	19.8	0.5	0.7	27	22	30.0	19.0	1.0	0.8	18	17
	10.00	-	11.90	-	30.0	20.0	10.0	48	34	18	48	GC	Cohesivo	2.70	21.6	26.5	-	-	47	26	25.0	19.8	0.5	0.7	27	22	30.0	19.0	1.0	0.8	18	17
	15.40	-	15.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	17.30	-	33.0	32.0	1.0	85	11	4	85	GP	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	32.5	18.5	0.5	0.9	-	-	33.0	18.4	1.0	0.9	-	-
	17.30	-	18.70	-	40.0	32.0	8.0	54	31	15	54	GM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	36.0	18.1	0.5	1.0	15	17	40.0	17.7	1.0	1.1	12	12
	23.00	-	24.00	-	32.0	21.0	11.0	27	17	56	27	CL	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	26.5	19.5	0.5	0.7	25	21	32.0	18.8	1.0	0.9	16	16
	30.00	-	32.00	-	30.0	20.0	10.0	62	26	13	62	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	25.0	19.8	0.5	0.7	27	22	30.0	19.0	1.0	0.8	18	17
	32.00	-	33.00	-	42.0	22.0	20.0	39	33	28	39	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	32.0	18.8	0.5	0.9	42	16	42.0	17.6	1.0	1.1	29	7
	34.00	-	36.00	-	46.0	26.0	20.0	66	25	9	66	GP-GC	Mixto	2.70	-	26.5	-	-	81	21	36.0	18.3	0.5	1.0	36	13	46.0	17.2	1.0	1.2	29	7
	37.50	-	39.00	-	53.0	32.0	21.0	73	22	5	73	GP	Mixto	2.65	-	26.0	-	-	81	21	42.5	17.4	0.5	1.1	32	11	53.0	16.5	1.0	1.4	29	7
	43.00	-	45.00	-	46.0	24.0	22.0	78	16	6	78	GP-GC	Mixto	2.70	-	26.5	-	-	81	21	35.0	18.4	0.5	0.9	37	14	46.0	17.2	1.0	1.2	29	7

PROYECTO PEDREGAL - PASTO

DISEÑOS GEOTÉCNICOS - UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Anexo 3.5
Tabla 3 de 4

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS
CARACTERIZACIÓN DE SUELOS - SNiP-II-15-74 UF 4 PEDREGAL - TANGUA

Rev. 0
25/04/2016

Perforación	Profundidad			w_n	LL	LP	IP	G	A	F	>N10	USCS	Comport.	Gs	γ_T	Metodología Rusa SNiP-II-15-74															
																Humedad natural					Humedad media						Humedad de saturación					
ID.	m			%	%	%	%	%	%	%	(4mm)				kN/m³	$\gamma_{T\ calc}$ kN/m³	IL_n	e_n	c'_n [kPa]	ϕ'_n [°]	w_m %	$\gamma_{Tm\text{-}calc}$ kN/m³	IL_m	e_m	c'_m [kPa]	ϕ'_m [°]	w_s %	$\gamma_{Ts\text{-}calc}$ kN/m³	IL_s	e_s	c'_s [kPa]	ϕ'_s [°]
PEPA-PT-PTE-3-2	1.00	-	1.30	14.6	NL	NP	NP	57	34	9	57	GW-GM	Granular	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.10	-	3.10	24.3	NL	NP	NP	54	32	14	54	GM	Granular	2.65	18.3	19.7	-	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.20	-	5.00	-	45.0	29.0	16.0	28	50	22	28	SM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	37.0	18.0	0.5	1.0	15	17	45.0	17.2	1.0	1.2	12	12
	8.50	-	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.00	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.9	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.00	-	14.00	-	50.0	21.0	29.0	13	39	48	13	SC	Cohesivo	2.70	21.1	26.5	-	-	81	21	35.5	18.3	0.5	1.0	37	14	50.0	16.9	1.0	1.4	29	7
	17.00	-	18.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25.50	-	26.50	13.9	45.0	23.0	22.0	22	50	28	22	SC	Cohesivo	2.70	19.1	21.9	(0.4)	0.6	77	21	34.0	18.5	0.5	0.9	39	15	45.0	17.3	1.0	1.2	29	7
	29.50	-	29.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31.60	-	31.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-3-4	0.00	-	1.00	-	44.0	21.0	23.0	46	19	35	46	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	32.5	18.7	0.5	0.9	41	15	44.0	17.4	1.0	1.2	29	7
	2.40	-	2.85	13.8	34.0	18.0	16.0	16	38	46	16	SC	Cohesivo	2.70	-	22.0	(0.3)	0.4	47	26	26.0	19.6	0.5	0.7	25	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	5.70	-	6.15	-	40.0	19.0	21.0	22	37	41	22	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	29.5	19.1	0.5	0.8	47	17	40.0	17.8	1.0	1.1	29	7
	8.35	-	8.80	-	36.0	20.0	16.0	14	37	49	14	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	28.0	19.3	0.5	0.8	22	21	36.0	18.3	1.0	1.0	13	13
	10.20	-	10.65	26.4	29.0	23.0	6.0	6	45	49	6	SM	Transición C	2.65	-	19.3	0.6	0.7	5	23	26.0	19.4	0.5	0.7	5	23	29.0	19.0	1.0	0.8	3	21
	13.00	-	13.45	28.4	NL	NP	NP	-	42	58	-	ML	Granular	2.65	-	19.0	-	0.8	2	26	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	15.60	-	16.50	27.0	39.0	21.0	18.0	4	39	57	4	CL	Cohesivo	2.70	-	19.5	0.3	0.7	51	17	30.0	19.0	0.5	0.8	46	17	39.0	17.9	1.0	1.1	29	7
	17.50	-	18.00	22.0	34.0	20.0	14.0	25	36	39	25	SC	Cohesivo	2.70	18.8	20.3	0.1	0.7	27	23	27.0	19.5	0.5	0.7	24	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	18.50	-	18.95	24.4	37.0	23.0	14.0	20	37	43	20	SC	Cohesivo	2.70	-	19.9	0.1	0.7	30	24	30.0	19.0	0.5	0.8	20	20	37.0	18.2	1.0	1.0	13	13
	20.80	-	22.00	-	47.0	23.0	24.0	27	16	57	27	CL	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	35.0	18.4	0.5	0.9	37	14	47.0	17.2	1.0	1.3	29	7
	28.30	-	29.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29.80	-	31.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-3-5	0.00	-	1.00	-	37.0	17.0	20.0	8	32	60	8	CL	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	27.0	19.5	0.5	0.7	51	17	37.0	18.2	1.0	1.0	31	8
	3.00	-	3.45	-	40.0	23.0	17.0	51	17	32	51	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	31.5	18.8	0.5	0.9	18	19	40.0	17.8	1.0	1.1	12	12
	4.50	-	8.00	-	-	-	-	91	4	5	91	GP-GM	-	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.80	-	10.00	-	42.0	24.0	18.0	65	9	26	65	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	33.0	18.6	0.5	0.9	41	15	42.0	17.6	1.0	1.1	29	7
	11.00	-	12.00	-	35.0	24.0	11.0	56	13	31	56	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	29.5	19.1	0.5	0.8	20	20	35.0	18.4	1.0	0.9	14	14
	12.00	-	12.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.50	-	14.50	-	31.0	21.0	10.0	56	16	28	56	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	26.0	19.6	0.5	0.7	25	21	31.0	18.9	1.0	0.8	17	16
	15.00	-	16.00	-	34.0	21.0	13.0	48	23	31	48	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	27.5	19.4	0.5	0.7	23	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	17.00	-	18.00	-	28.0	20.0	8.0	38	22	41	38	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	47	26	24.0	19.9	0.5	0.6	28	22	28.0	19.3	1.0	0.8	20	18
	18.00	-	18.85	-	27.0	20.0	7.0	9	31	61	9	CL-CM	Transición C	-	-	0.0	-	-	47	26	23.5	-	0.5	-	15	17	27.0	-	1.0	-	12	12
	23.00	-	24.00	-	NL	NP	NP	62	11	27	62	GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25.00	-	26.00	-	34.0	32.0	2.0	35	44	21	35	SM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	2	43	33.0	18.4	0.5	0.9	1	38	34.0	18.3	1.0	0.9	1	38
	29.15	-	29.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30.25	-	31.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-5-1	2.20	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6.75	-	7.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.75	-	9.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.50	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.55	-	14.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	16.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-5-2	1.00	-	1.30	10.1	-	-	-	31	38	31	31	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.50	-	3.95	14.6	-	-	-	54	37	9	54	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.95	-	4.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.40	-	4.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.60	-	9.20	-	-	-	-	74	19	7	74	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.00	-	10.80	22.5	71.0	27.0	44.0	60	31	9	60	GP-GC	Mixto	2.70	18.7	20.2	(0.1)	0.7	57	19	49.0	17.0	0.5	1.3	32	11	71.0	15.5	1.0	1.9	29	7
	10.80	-	11.80	-	61.0	25.0	36.0	58	32	10	58	GP-GC	Mixto	2.70	-	26.5	-	-	81	21	43.0	17.5	0.5	1.2	32	11	61.0	16.1	1.0	1.6	29	7
	14.00	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20.50	-	20.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	22.40	-	22.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-5-4	1.75	-	1.90	15.4	34.0	21.0	13.0	47	23	29	47	GC	Cohesivo	2.70	-	21.6	(0.4)	0.4	47	26	27.5	19.4	0.5	0.7	23	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	2.80	-	3.25	16.7	34.0	21.0	13.0	61	15	24	61	GP-GC	Cohesivo	2.70	-	21.3	(0.3)	0.4	47	26	27.5	19.4	0.5	0.7	23	21	34.0	18.5	1.0	0.9	15	15
	4.00	-	4.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8.40	-	8.60	28.4	NL	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.00	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.25	-	11.25	-	54.0	27.0	27.0	41	18	41	41	GC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	40.5	17.8	0.5	1.1	32	11	54.0	16.6	1.0	1.5	29	7
	11.90	-	12.30	18.0	46.0	28.0	18.0	38	21	41	38	GM	Cohesivo	2.65	-	20.8	(0.6)	0.5	81	21	37.0	18.0	0.5	1.0	35	13	46.0	17.1	1.0	1.2	29	7
	13.70	-	14.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	16.30	17.2	32.0	23.0	10.0	48	24	29	48	GC	Cohesivo	2.70	-	21.2	(0.6)	0.5	45	26	27.5	19.4	0.5	0.7	23	21	32.0	18.8	0.9	0.9	16	16
	17.30	-	17.90	-	NL	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.90	-	18.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.2	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.30	-	19.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.50	-	19.80	-	NL	NP	NP	46	30	24	46	GP-GM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.80	-	20.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-6-1	0.00	-	1.50	-	-	-	-	77	16	7	77	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.00	-	3.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5.00	-	5.50	-	NL	NP	NP	-	98	2	-	SP	Granular	2.65	-	26.0	-	-	6	38	-	-	-	-	2	28	-	-	-	-	2	28
	17.50	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18.50	-	19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.00	-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-6-2	1.00	-	1.50	-	41.0	19.0	22.0	32	53	15	32	SC	Cohesivo	2.70	-	26.5	-	-	81	21	30.0	19.0	0.5	0.8	46	17	41.0	17.7	1.0	1.1	29	7
	1.50	-	1.98	12.4	-	-	-	50	37	13	50	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1.95	-	2.40	10.8	39.0	20.0	19.0	69	21	10	69	GP-GC	Mixto	2.70	-	22.7	(0.5)	0.3	81	21	29.5	19.1	0.5	0.8	47	17	39.0	17.9	1.0	1.1	29	7
	3.00	-	4.50	-	-	-	-	96	3	1	96	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.50	-	9.50	-	-	-	-	95	4	1	95	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9.70	-	10.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13.00	-	14.20	-	-	-	-	62	27	11	62	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.90	-	15.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17.00	-	18.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-6-4	1.50	-	1.80	-	NL	NL	NP	35	53	12	35	SM	Granular	2.65	-	26.0	-	-	2	43	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	1	38
	3.00	-	4.00	-	40.0	27.0	13.0	38	48	14	38	SM	Cohesivo	2.65	-	26.0	-	-	47	26	33.5	18.4	0.5	0.9	17	18	40.0	17.7	1.0	1.1	12	12
	5.50	-	5.90	-	36.0	29.0	7.0	29	57	14	29	SM	Transición C	2.65	-	26.0	-	-	47	26	32.5	18.5	0.5	0.9	18	19	36.0	18.1	1.0	1.0	14	14
	6.50	-	6.70	24.1	42.0	35.0	7.0	21	54	25	21	SM	Transición C	2.65	-	19.7	(1.6)	0.6	31	24	38.5	17.8	0.5	1.0	15	17	42.0	17.5	1.0	1.1	12	12
	9.60	-	15.00	-	-	-	-	80	15	5	80	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15.00	-	15.30	21.8	42.0	20.0	22.0	12	55	33	12	SC	Cohesivo	2.70	-	20.3	0.1	0.6	75	21	31.0	18.9	0.5	0.8	44	16	42.0	17.6	1.0	1.1	29	7
	16.60	-	17.05	27.5	43.0	24.0	19.0	11	36	53	11	CL	Cohesivo	2.70	-	19.4	0.2	0.7	56	19	33.5	18.6	0.5	0.9	40	15	43.0	17.5	1.0	1.2	29	7
	21.00	-	21.60	-	40.0	26.0	14.0	59	32	9	59	GW-GM	Mixto	-	-	0.0	-	-	47	26	33.0	-	0.5	-	15	17	40.0	-	1.0	-	12	12
	23.00	-	23.15	21.2	31.0	25.0	6.0	8	57	35	8	SM	Transición C	2.65	-	20.2	(0.6)	0.6	11	-	28.0	19.1	0.5	0.7	3	21	31.0	18.7	1.0	0.8	3	21
	26.70	-	27.50	-	37.0	24.0	13.0	57	33	10	57	GP-GC	Mixto	2.70	-	26.5	-	-	47	26	30.5	19.0	0.5	0.8	19	20	37.0	18.2	1.0	1.0	13	13
	30.00	-	30.70	-	38.0	25.0	13.0	53	37	10	53	GW-GM	Mixto	-	-	0.0	-	-	47	26	31.5	-	0.5	-	15	17	38.0	-	1.0	-	12	12
	31.00	-	32.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	33.00	-	33.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-6-5	1.00	-	1.95	13.0	52.0	27.0	25.0	56	35	9	56	GP-GC	Mixto	2.70	-	22.2	(0.6)	0.4	81	21	39.5	17.9	0.5	1.1	32	11	52.0	16.7	1.0	1.4	29	7
	1.95	-	2.40	12.7	48.0	28.0	20.0	25	60	15	25	SM	Cohesivo	2.65	-	21.9	(0.8)	0.3	81	21	38.0	17.9	0.5	1.0	34	12	48.0	16.9	1.0	1.3	29	7
	6.50	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10.00	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.00	-	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.50	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16.00	-	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.00	-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-7-1	0.00	-	0.45	21.3	30.0	16.0	13.0	0	26	73	0	CL	Cohesivo	2.70	-	20.4	0.4	0.6	32	23	23.0	20.1	0.5	0.6	25	19	30.0	19.0	1.1	0.8	18	17
	0.45	-	0.90	23.5	32.0	21.0	12.0	-	26	74	-	CL	Cohesivo	2.70	-	20.0	0.2	0.6	31	24	26.5	19.5	0.5	0.7	25	21	32.0	18.8	0.9	0.9	16	16
	2.30	-	2.75	45.0	52.0	33.0	19.0	-	20	80	-	MH	Cohesivo	2.65	-	17.2	0.6	1.2	29	7	42.5	17.4	0.5	1.1	32	11	52.0	16.6	1.0	1.4	29	7
	4.20	-	5.00	-	NL	NP	NP	1	33	67	1	ML	Granular	2.65	16.3	26.0	-	-	8	36	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	5.60	-	6.50	-	NL	NP	NP	2	34	64	2	ML	Granular	2.65	17.0	26.0	-	-	8	36	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	7.10	-	8.00	22.5	NL	NP	NP	6	37	57	6	ML	Granular	2.65	-	20.0	-	0.6	5	32	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	8.60	-	9.00	17.1	NL	NP	NP	51	23	26	51	GP-GM	Granular	2.65	18.0	20.9	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	14.60	-	15.60	13.3	NL	NP	NP	40	36	24	40	GP-GM	Granular	2.65	-	21.8	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	19.15	-	19.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	20.00	-	21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.5	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21.00	-	22.00	8.2	NL	NP	NP	36	33	31	36	GM	Granular	2.65	-	23.1	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23.75	-	24.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.8	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEPA-PT-PTE-7-2	0.45	-	0.90	18.8	50.0	26.0	24.0	-	29	71	-	CL	Cohesivo	2.70	-	20.9	(0.3)	0.5	81	21	38.0	18.0	0.5	1.0	33	12	50.0	16.9	1.0	1.4	29	7
	1.35	-	1.80	19.2	40.0	25.0	15.0	0	19	81	0	CL	Cohesivo	2.70	-	20.8	(0.4)	0.5	40	25	32.5	18.7	0.5	0.9	17	19	40.0	17.8	1.0	1.1	12	12
	3.10	-	3.55	28.1	39.0	25.0	14.0	-	20	80	-	CL	Cohesivo	2.70	-	19.3	0.2	0.8	25	23	32.0	18.8	0.5	0.9	18	19	39.0	17.9	1.0	1.1	12	12
	4.20	-	5.00	22.5	36.0	26.0	10.0	39	23	39	39	GM	Cohesivo	2.65	-	20.0	(0.4)	0.6	34	25	31.0	18.7	0.5	0.8	19	20	36.0	18.1	1.0	1.0	14	14
	8.00	-	8.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11.70	-	12.50	27.7	NL	NP	NP	2	44	54	2	ML	Granular	2.65	-	19.1	-	0.7	2	27	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	13.20	-	13.65	33.8	28.0	22.0	6.0	1	39	61	1	CL-CM	Transición C	-	-	0.0	2.0	-	13	28	25.0	-	0.5	-	3	21	28.0	-	1.0	-	3	21
	16.50	-	17.70	-	NL	NP	NP	13	37	50	13	ML	Granular	2.65	20.0	26.0	-	-	8	36	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	20.70	-	21.00	23.7	33.0	27.0	6.0	21	32	47	21	SM	Transición C	2.65	-	19.7	(0.5)	0.6	8	-	30.0	18.8	0.5	0.8	3	21	33.0	18.4	1.0	0.9	3	21
	22.40	-	23.00	-	NL	NP	NP	13	31	56	13	ML	Granular	2.65	19.0	26.0	-	-	8	36	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	25.50	-	26.00	26.3	NL	NP	NP	3	58	40	3	SM	Granular	2.65	-	19.3	-	0.7	1	38	-	-	-	-	1	38	-	-	-	-	1	38
	27.00	-	28.00	-	NL	NP	NP	17	32	51	17	ML	Granular	2.65	19.4	26.0	-	-	8	36	-	-	-	-	2	26	-	-	-	-	2	26
	28.50	-	29.00	28.5	30.0	22.0	8.0	29	33	39	29	SC	Cohesivo	2.70	-	19.2	0.8	0.8	19	18	26.0	19.6	0.5	0.7	25	21	30.0	19.0	1.0	0.8	18	17

Perforación	Profundidad			w	LL	LP	IP	Gs	σ'_v	OCR	σ'_p	Cc_1	Cc_4	Cc_5	Cc_7	Cc_8	Cc_{10}	$Cc_{Diseño}$	Cr_1	Cr_2	Cr_3	$Cr_{Diseño}$	G	A	F	USCS	IL	γ_T	e
	Inicio	Fin	Hprom	%	%	%	%		[kPa]		[kPa]												%	%	%			kN/m³	
PEPA-PT-ZOD-1	4.00	5.00	4.50	-	-	-	-	-	40.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	5.00	5.50	5.25	-	-	-	-	-	47.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	9.50	10.00	9.75	-	47	21	26	2.7	87.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		61	28	11	GP-GC		19.0	-
	12.00	12.50	0.00	-	-	-	-	-	110.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-01	0.00	0.45	0.23	2.0	-	-	-	-	2.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		76	20	4	-	-	19.0	-
	4.00	5.50	4.75	-	-	-	-	-	42.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	5.50	6.50	6.00	-	-	-	-	-	54.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.30	9.00	8.65	-	-	-	-	-	77.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	9.00	10.00	9.50	-	-	-	-	-	85.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	12.00	13.00	12.50	-	-	-	-	-	112.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-02	0.45	0.90	0.68	13.4	-	-	-	-	6.08	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		32	51	17	-	-	19.0	-
	0.90	1.35	1.13	16.2	-	-	-	-	10.13	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		25	53	22	-	-	19.0	-
	1.35	1.80	1.58	11.9	-	-	-	-	14.18	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		41	45	14	-	-	19.0	-
	2.00	2.90	2.45	15.3	-	-	-	-	22.05	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		30	60	10	-	-	19.0	-
	2.90	3.35	3.13	13.5	-	-	-	-	28.13	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		46	42	12	-	-	19.0	-
	3.35	3.80	3.58	12.9	-	-	-	-	32.18	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		32	50	18	-	-	19.0	-
	12.70	13.30	13.00	17.1	-	-	-	-	117.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		48	43	9	-	-	19.0	-
	13.30	15.00	14.15	-	-	-	-	-	127.35	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-38	1.00	1.45	1.23	25.7	66	35	31	2.7	11.03	-	-	0.50	0.24	0.95	0.37	0.41	0.56		0.08	0.05	0.05		-	5	95	MH	-0.3	19.0	0.7
	2.75	3.20	2.98	17.3	53	23	30	2.7	26.78	-	-	0.39	0.16	0.69	0.36	0.33	0.42		0.07	0.05	0.04		19	29	52	CH	-0.2	19.0	0.6
	4.30	4.50	4.40	-	-	-	-	-	39.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.50	9.00	8.75	-	-	-	-	-	78.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	11.80	12.00	11.90	-	46	24	22	2.7	107.10	-	-	0.32	-		0.27	0.29			0.06	0.03	0.03		62	21	17	GC		19.0	-
	15.00	15.50	15.25	-	-	-	-	-	137.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	18.50	19.00	18.75	-	34	20	14	2.7	168.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		85	8	7	GP-GC		19.0	-
	22.50	23.00	22.75	-	34	18	16	2.7	204.75	-	-	0.22	-		0.21	0.21			0.04	0.02	0.02		55	23	22	GC		19.0	-
PEPA-PT-MUR-01	1.20	1.65	1.43	3.7	NL	NP	NP	-	12.83	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		62	33	5	GW-GM	-	19.0	-
	2.40	2.85	2.63	16.6	39	25	14	-	23.63	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		60	30	10	GW-GM	-0.6	19.0	-
	6.00	6.45	6.23	23.3	42	26	16	2.7	56.03	-	-	0.29	0.22	0.50	0.21	0.27	0.42		0.05	0.02	0.03		63	23	14	GC	-0.2	19.0	0.7
	7.85	8.00	7.93	39.4	68	30	38	2.7	71.33	-	-	0.52	0.37	0.92	0.44	0.43	0.69		0.09	0.06	0.05		1	59	40	SC	0.2	19.0	0.9
	4.00	4.45	4.23	24.4	47	27	20	2.7	38.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		64	25	11	GP-GM	-0.1	19.0	0.7
	8.40	11.40	9.90	-	-	-	-	-	89.10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	11.40	13.00	12.20	-	-	-	-	-	109.80	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	14.30	15.00	14.65	-	48	24	24	2.7	131.85	-	-	0.34	-		0.30	0.30			0.06	0.04	0.03		59	26	15	GC		19.0	-
PEPA-PT-TAL-3	1.00	1.60	1.30	-	40	31	9	2.7	11.70	-	-	0.27	-		0.14	0.25			0.05	0.01	0.03		-	4	96	ML		19.0	-
	1.60	2.05	1.83	25.1	43	36	7	2.7	16.43	-	-	0.30	0.23	0.72	0.12	0.27	0.44		0.05	0.00	0.03		-	-	100	ML	-1.6	19.0	0.7
	3.40	3.85	3.63	16.2	44	34	10	2.7	32.63	-	-	0.31	0.15	0.68	0.15	0.27	0.37		0.05	0.01	0.03		-	1	99	ML	-1.8	19.0	0.6
	5.00	5.45	5.23	-	34	23	11	2.7	47.03	-	-	0.22	-		0.16	0.21			0.04	0.01	0.02		25	43	32	SC		19.0	-
	11.00	12.00	11.50	-	42	26	16	2.7	103.50	-	-	0.29	-		0.21	0.26			0.05	0.02	0.03		47	34	19	GM		19.0	-
	13.00	14.00	13.50	-	40	22	18	2.7	121.50	-	-	0.27	-		0.23	0.25			0.05	0.03	0.03		54	31	15	GC		19.0	-
	15.00	16.00	15.50	-	41	24	17	2.7	139.50	-	-	0.28	-		0.22	0.26			0.05	0.02	0.03		40	37	23	GC		19.0	-
	17.40	18.00	17.70	16.2	-	-	-	-	159.30	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.00	20.00	19.50	15.5	-	-	-	-	175.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-MUR-2A	1.30	1.75	1.53	28.7	NL	NP	NP	2.7	13.73	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		21	55	24	SM	-	19.0	0.8
	2.30	2.75	2.53	10.6	44	20	24	2.7	22.73	-	-	0.31	0.10	0.51	0.30	0.28	0.32		0.06	0.04	0.03		31	39	30	SC	-0.4	19.0	0.5
	3.20	3.65	3.43	12.5	46	21	25	2.7	30.83	-	-	0.32	0.12	0.54	0.31	0.29	0.34		0.06	0.04	0.03		18	49	33	SC	-0.3	19.0	0.6
	3.65	4.10	3.88	19.1	53	22	31	2.7	34.88	-	-	0.39	0.18	0.69	0.37	0.33	0.44		0.07	0.05	0.04		14	38	48	SC	-0.1	19.0	0.7
	7.30	8.00	7.65	-	49	26	23	2.7	68.85	-	-	0.35	-		0.29	0.31			0.06	0.04	0.04		60	28	12	GP-GC		19.0	-
	11.40	13.40	12.40	-	41	23	18	2.7	111.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		58	31	11	GP-GC		19.0	-
	16.20	16.70	16.45	-	-	-	-	-	148.05	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	18.00	19.00	18.50	-	-	-	-	-	166.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.00	20.00	19.50	-	-	-	-	-	175.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-05	1.50	1.95	1.73	34.7	-	-	-	-	15.53	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		42	39	19	-	-	19.0	-
	1.95	2.40	2.18	29.3	-	-	-	-	19.58	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		21	34	45	-	-	19.0	-
	2.40	2.85	2.63	-	-	-	-	-	23.63	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	3.55	4.00	3.78	21.1	-	-	-	-	33.98	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		27	30	43	-	-	19.0	-
	5.00	6.00	5.50	43.3	55	37	18	2.7	49.50	-	-	0.41	0.40	0.76	0.23	0.34	0.66		0.07	0.03	0.04		17	53	30	SM	0.3	19.0	1.0
	7.00	8.00	7.50	33.0	-	-	-	-	67.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		39	47	14	-	-	19.0	-
	10.00	11.00	10.50	37.8	51	34	17	2.7	94.50	-	-	0.37	0.35	0.67	0.22	0.32	0.59		0.06	0.02	0.04		47	35	18	GM	0.2	19.0	0.9
	15.00	15.50	15.25	27.5	-	-	-	-	137.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		26	54	20	-	-	19.0	-
	15.70	15.80	15.75	30.9	45	28	17	2.7	141.75	-	-	0.32	0.29	0.65	0.22	0.28	0.50		0.06	0.02	0.03		4	48	48	SM	0.2	19.0	0.8
PEPA-PT-MUR-04	1.00	1.45	1.23	18.7	44	29	15	2.7	11.03	-	-	0.31	0.17	0.53	0.20	0.27	0.39		0.05	0.02	0.03		26	45	29	SM	-0.7	19.0	0.6
	5.50	6.50	6.00	-	NL	NP	NP	2.7	54.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		43	38	19	GM	-	19.0	-
	8.00	8.60	8.30	-	-	-	-	-	74.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	12.00	12.80	12.40	-	NL	NP	NP	2.7	111.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		44	42	14	GM	-	19.0	-
	12.80	13.00	12.90	-	-	-	-	-	116.10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-ZOD-23	0.00	0.45	0.23	18.8	40	20	22	2.7	2.03	-	-	0.27	0.17	0.63	0.27	0.25	0.37		0.05	0.03	0.03		-	23	77	CL	-0.1	19.0	0.7
	3.25	3.70	3.48	21.1	NL	NP	NP	2.7	31.28	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		1	71	28	SM	-	19.0	0.7
	4.15	4.60	4.38	24.1	29	21	8	2.7	39.38	-	-	0.17	0.22	0.46	0.13	0.18	0.36		0.04	0.01	0.02		7	45	48	SC	0.4	19.0	0.7
	5.05	5.50	5.28	29.1	61	21	40	2.7	47.48	-	-	0.46	0.27	0.91	0.46	0.39	0.57		0.08	0.07	0.05		-	16	84	CH	0.2	19.0	0.8
	9.00	10.00	9.50	-	36	31	5	2.7	85.50	-	-	0.23	-		0.10	0.22			0.04	0.00	0.02		24	36	40	SM		19.0	-
PEPA-PT-ZOD-24	1.00	1.30	1.15	31.9	48	36	12	2.7	10.35	-	-	0.34	0.30	0.64	0.17	0.30	0.53		0.06	0.01	0.03		44	23	33	GM	-0.3	19.0	0.8
	1.30	3.30	2.30	-	43	27	16	2.7	20.70	-	-	0.30	-		0.21	0.27			0.05	0.02	0.03		62	26	12	GP-GM		19.0	-
	8.30	10.00	9.15	-	52	28	24	2.7	82.35	-	-	0.38	-		0.30	0.33			0.07	0.04	0.04		67	21	12	GP-GC		19.0	-
PEPA-PT-TAL-06	1.35	2.05	1.70	-	-	-	-	-	15.30	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	4.00	4.60	4.30	-	42	31	11	2.7	38.70	-	-	0.29	-		0.16	0.26			0.05	0.01	0.03		38	46	16	SM		19.0	-
	6.20	6.50	6.35	-	-	-	-	-	57.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.20	8.60	8.40	-	-	-	-	-	75.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	9.00	11.50	10.25	-	53	32	21	2.7	92.25	-	-	0.39	-		0.26	0.33			0.07	0.03	0.04		15	69	16	SM		19.0	-
	14.45	17.50	15.98	-	49	30	19	-	143.78	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		57	34	9	GW-GM		19.0	-
	18.85	19.95	19.40	-	-	-	-	-	174.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	21.50	22.25	21.88	-	-	-	-	-	196.88	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-EST-1	1.50	1.95	1.73	30.5	57	24	33	2.7	15.53	-	-	0.42	0.28	0.85	0.39	0.36	0.56		0.07	0.06	0.04		1	26	73	CH	0.2	19.0	0.8
	1.95	2.40	2.18	35.4	62	27	35	2.7	19.58	-	-	0.47	0.33	0.93	0.41	0.39	0.63		0.08	0.06	0.05		-	23	77	CH	0.2	19.0	0.9
	3.30	3.60	3.45	30.1	-	-	-	-	31.05	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		21	34	45	-	-	19.0	-
	3.60	4.00	3.80	-	-	-	-	-	34.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		55	21	24	-	-	19.0	-
	5.40	5.85	5.63	26.4	NL	NP	NP	2.7	50.63	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		16	57	24	SM	-	19.0	0.7
	7.00	8.00	7.50	-	41	31	10	2.7	67.50	-	-	0.28	-		0.15	0.25			0.05	0.01	0.03		22	37	41	SM		19.0	-
	9.50	10.00	9.75	-	39	33	6	2.7	87.75	-	-	0.26	-		0.11	0.24			0.05	0.00	0.03		34	31	35	GM		19.0	-
PEPA-PT-TAL-08	0.30	0.75	0.53	19.0	45	24	21	2.7	4.73	-	-	0.32	0.18	0.56	0.26	0.28	0.40		0.06	0.03	0.03		19	48	33	SC	-0.2	19.0	0.7
	1.45	1.85	1.65	19.5	42	24	18	2.7	14.85	-	-	0.29	0.18	0.56	0.23	0.27	0.39		0.05	0.03	0.03		17	38	45	SC	-0.3	19.0	0.7
	2.00	2.30	2.15	-	-	-	-	-	19.35	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	3.50	4.00	3.75	-	46	23	23	2.7	33.75	-	-	0.32	-		0.29	0.29			0.06	0.04	0.03		56	17	27	GC		19.0	-
	3.50	4.00	3.75	-	-	-	-	-	33.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	5.60	6.00	5.80	-	45	21	24	2.7	52.20	-	-	0.32	-		0.30	0.28			0.06	0.04	0.03		7	43	50	CL		19.0	-
	5.60	6.00	5.80	21.9	-	-	-	-	52.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	7.00	7.50	7.25	-	39	26	13	2.7	65.25	-	-	0.26	-		0.18	0.24			0.05	0.02	0.03		40	27	33	GM		19.0	-
	8.00	8.30	8.15	-	-	-	-	-	73.35	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	11.00	12.00	11.50	-	-	-	-	-	103.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	12.50	13.00	12.75	-	-	-	-	-	114.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.50	17.00	16.75	-	-	-	-	-	150.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.00	19.50	19.25	-	-	-	-	-	173.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-08A	0.60	1.05	0.83	15.7	36	23	13	2.7	15.68	-	-	0.23	0.15	0.51	0.18	0.23	0.32		0.05	0.02	0.02		6	39	55	CL	-0.6	19.0	0.6
	2.40	2.80	2.60	-	-	-	-	-	49.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	4.00	4.50	4.25	-	NL	NP	NP	2.7	80.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		65	23	12	GM	-	19.0	-
	5.00	5.30	5.15	-	-	-	-	-	96.35	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	6.50	7.10	6.80	29.8	36	23	13	2.7	111.20	-	-	0.23	0.28	0.61	0.18	0.23	0.45		0.05	0.02	0.02		2	30	68	CL	0.5	19.0	0.8
	8.50	9.00	8.75	-	-	-	-	-	128.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	10.50	10.80	10.65	-	-	-	-	-	145.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	13.00	14.00	13.50	-	-	-	-	-	171.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	17.00	16.50	-	-	-	-	-	198.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	18.00	19.00	18.50	-	-	-	-	-	216.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.00	0.20	9.60	-	-	-	-	-	136.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-09	0.60	0.80	0.70	19.7	36	23	13	2.7	6.30	-	-	0.23	0.18	0.47	0.18	0.23	0.36		0.05	0.02	0.02		27	41	32	SC	-0.3	19.0	0.7
	2.10	3.00	2.55	28.7	36	26	10	2.7	22.95	-	-	0.23	0.27	0.49	0.15	0.22	0.44		0.04	0.01	0.02		24	54	22	SM	0.3	19.0	0.8
	4.50	5.00	4.75	-	34	31	3	2.7	42.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		20	50	30	SM		19.0	-
	6.50	7.00	6.75	30.7	37	33	4	2.7	60.75	-	-	0.24	0.29	0.47	0.09	0.23	0.46		0.05	(0.00)	0.02		41	46	13	SM	-0.6	19.0	0.8
	7.10	7.30	7.20	-	-	-	-	-	64.80	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	9.00	10.00	9.50	-	-	-	-	-	85.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	11.40	11.80	11.60	-	-	-	-	-	104.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	13.20	14.00	13.60	-	-	-	-	-	122.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	16.70	16.35	-	-	-	-	-	147.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.50	20.00	19.75	-	-	-	-	-	177.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-ZOD-17	0.00	0.45	0.23	27.3	42	20	22	2.7	2.03	-	-	0.29	0.25	0.67	0.27	0.27	0.46		0.05	0.03	0.03		-	32	68	CL	0.3	19.0	0.8
	2.00	3.00	2.50	-	44	24	20	2.7	22.50	-	-	0.31	-		0.25	0.28			0.06	0.03	0.03		68	18	14	GC		19.0	-
	3.00	4.00	3.50	-	40	23	17	2.7	31.50	-	-	0.27	-		0.22	0.25			0.05	0.02	0.03		23	38	39	SC		19.0	-
	4.00	5.45	4.73	-	34	20	14	2.7	42.53	-	-	0.22	-		0.19	0.21			0.04	0.02	0.02		32	42	26	SC		19.0	-
	7.15	8.35	7.75	-	33	22	11	2.7	69.75	-	-	0.21	-		0.16	0.21			0.04	0.01	0.02		17	61	22	SC		19.0	-
	8.35	10.00	9.18	-	-	-	-	-	82.58	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-10	1.45	1.90	1.68	17.0	47	24	23	2.7	15.08	-	-	0.33	0.16	0.60	0.29	0.30	0.39		0.06	0.04	0.03		13	45	42	SC	-0.3	19.0	0.6
	4.30	4.70	4.50	-	33	22	11	2.7	40.50	-	-	0.21	-		0.16	0.21			0.04	0.01	0.02		11	53	36	SC		19.0	-
	6.30	6.70	6.50	-	31	21	10	2.7	58.50	-	-	0.19	-		0.15	0.20			0.04	0.01	0.02		-	51	49	SC		19.0	-
	6.70	7.00	6.85	29.1	43	23	20	2.7	61.65	-	-	0.30	0.27	0.68	0.25	0.27	0.48		0.05	0.03	0.03		2	31	67	CL	0.3	19.0	0.8
	7.50	7.80	7.65	-	31	20	11	2.7	68.85	-	-	0.19	-		0.16	0.20			0.04	0.01	0.02		34	26	40	GC		19.0	-
	9.50	10.00	9.75	-	33	24	9	2.7	87.75	-	-	0.21	-		0.14	0.20			0.04	0.01	0.02		34	47	19	SM		19.0	-

Perforación	Profundidad			w	LL	LP	IP	Gs	σ'_V	OCR	σ'_P	Cc_1	Cc_4	Cc_5	Cc_7	Cc_8	Cc_{10}	$Cc_{Diseño}$	Cr_1	Cr_2	Cr_3	$Cr_{Diseño}$	G	A	F	USCS	IL	γ_T	e
	Inicio	Fin	Hprom	%	%	%	%		[kPa]		[kPa]												%	%	%			kN/m³	
PEPA-PT-MUR-5	0.00	0.45	0.23	-	-	-	-	-	2.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	1.45	1.90	1.68	27.5	42	21	21	2.7	15.08	-	-	0.29	0.26	0.67	0.26	0.27	0.46		0.05	0.03	0.03		2	28	70	CL	0.3	19.0	0.8
	1.90	2.35	2.13	30.8	48	22	26	-	19.13	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	0.3	19.0	-
	3.70	4.15	3.93	37.1	50	23	27	2.7	35.33	-	-	0.36	0.35	0.81	0.33	0.32	0.58		0.06	0.04	0.04		5	22	73	CH	0.5	19.0	0.9
	4.15	4.60	4.38	36.7	52	24	28	2.7	39.38	-	-	0.38	0.34	0.83	0.34	0.33	0.59		0.07	0.05	0.04		6	21	73	CH	0.5	19.0	0.9
	4.60	5.00	4.80	29.1	-	-	-	-	43.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.40	8.85	8.63	33.4	36	30	6	2.7	77.63	-	-	0.23	0.31	0.60	0.11	0.22	0.48		0.04	0.00	0.02		5	36	59	ML	0.6	19.0	0.8
	8.85	9.30	9.08	-	-	-	-	-	81.68	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	11.00	11.45	11.23	31.3	38	33	5	2.7	101.03	-	-	0.25	0.29	0.58	0.10	0.24	0.47		0.05	0.00	0.03		8	40	52	ML	-0.3	19.0	0.8
	12.45	12.80	12.63	-	NL	NP	NP	2.7	113.63	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		40	41	19	SM	-	19.0	-
PEPA-PT-ZOD-22	1.20	1.65	1.43	20.7	49	22	27	2.7	12.83	-	-	0.35	0.19	0.70	0.33	0.31	0.43		0.06	0.04	0.04		-	34	66	CL	0.0	19.0	0.7
	1.65	3.80	2.73	-	50	21	29	2.7	24.53	-	-	0.36	-		0.35	0.32			0.06	0.05	0.04		1	37	62	CH		19.0	-
	3.80	4.25	4.03	44.0	58	27	31	2.7	36.23	-	-	0.43	0.41	0.95	0.37	0.37	0.69		0.07	0.05	0.04		-	18	82	CH	0.5	19.0	1.0
	5.65	6.10	5.88	48.8	82	36	46	2.7	52.88	-	-	0.65	0.45	1.22	0.52	0.52	0.85		0.10	0.08	0.06		-	14	86	CH	0.3	19.0	1.1
	6.10	7.00	6.55	30.2	-	-	-	-	58.95	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.00	8.45	8.23	32.8	56	28	28	2.7	74.03	-	-	0.41	0.31	0.73	0.34	0.35	0.58		0.07	0.05	0.04		15	56	29	SC	0.2	19.0	0.9
	9.50	10.00	9.75	-	46	23	23	2.7	87.75	-	-	0.32	-		0.29	0.29			0.06	0.04	0.03		-	33	67	CL		19.0	-
PEPA-PT-MUR-6	0.45	0.90	0.68	13.0	39	22	17	2.7	6.08	-	-	0.26	0.12	0.44	0.22	0.25	0.31		0.05	0.02	0.03		30	50	20	SC	-0.5	19.0	0.6
	2.30	2.75	2.53	15.4	34	22	12	2.7	22.73	-	-	0.22	0.14	0.38	0.17	0.21	0.31		0.04	0.01	0.02		36	51	13	SC	-0.6	19.0	0.6
	4.70	5.00	4.85	-	47	21	26	2.7	43.65	-	-	0.33	-		0.32	0.30			0.06	0.04	0.03		10	38	52	CL		19.0	-
	6.20	7.30	6.75	26.2	43	23	20	2.7	60.75	-	-	0.30	0.24	0.58	0.25	0.27	0.45		0.05	0.03	0.03		13	54	33	SC	0.2	19.0	0.8
	8.00	9.00	8.50	22.2	-	-	-	-	76.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-33	0.45	0.90	0.68	14.8	40	21	19	2.7	6.08	-	-	0.27	0.14	0.52	0.24	0.25	0.33		0.05	0.03	0.03		24	33	43	SC	-0.3	19.0	0.6
	0.90	1.35	1.13	14.6	38	20	18	2.7	10.13	-	-	0.25	0.14	0.51	0.23	0.24	0.32		0.05	0.03	0.03		17	34	49	SC	-0.3	19.0	0.6
	2.30	2.75	2.53	20.7	37	21	16	2.7	22.73	-	-	0.24	0.19	0.53	0.21	0.23	0.37		0.05	0.02	0.02		19	31	50	SC	0.0	19.0	0.7
	4.20	5.50	4.85	-	36	21	15	2.7	43.65	-	-	0.23	-		0.20	0.23			0.05	0.02	0.02		35	23	42	GC		19.0	-
	7.20	7.50	7.35	-	39	21	18	2.7	66.15	-	-	0.26	-		0.23	0.25			0.05	0.03	0.03		33	35	32	SC		19.0	-
PEPA-PT-ZOD-18	0.00	1.00	0.50	-	45	20	25	2.7	4.50	-	-	0.32	-		0.31	0.28			0.06	0.04	0.03		3	57	40	SC		19.0	-
	1.05	1.65	1.35	26.9	36	23	13	2.7	12.15	-	-	0.23	0.25	0.58	0.18	0.23	0.42		0.05	0.02	0.02		-	38	62	CL	0.3	19.0	0.8
	1.65	2.10	1.88	22.7	35	19	16	2.7	16.88	-	-	0.23	0.21	0.58	0.21	0.22	0.38		0.04	0.02	0.02		-	29	71	CL	0.2	19.0	0.7
	9.50	10.00	9.75	-	NL	NP	NP	2.7	87.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		69	28	3	GP	-	19.0	-
PEPA-PT-MUR-7	1.50	1.95	1.73	6.4	32	23	9	2.7	15.53	-	-	0.20	0.06	0.33	0.14	0.20	0.22		0.04	0.01	0.02		28	49	23	SM	-1.8	19.0	0.5
	2.85	3.30	3.08	15.3	36	22	14	2.7	27.68	-	-	0.23	0.14	0.45	0.19	0.23	0.32		0.05	0.02	0.02		27	42	31	SC	-0.5	19.0	0.6
	4.10	5.00	4.55	-	72	30	42	2.7	40.95	-	-	0.56	-		0.48	0.45			0.09	0.07	0.06		16	31	53	CH		19.0	-
	6.00	6.60	6.30	-	-	-	-	-	56.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	7.00	8.00	7.50	-	-	-	-	-	67.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.00	9.00	8.50	-	-	-	-	-	76.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-34	0.00	0.45	0.23	-	-	-	-	-	2.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	0.45	0.90	0.68	-	-	-	-	-	6.08	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	0.90	1.35	1.13	21.8	36	28	8	2.7	10.13	-	-	0.23	0.20	0.57	0.13	0.22	0.38		0.04	0.01	0.02		-	28	72	ML	-0.8	19.0	0.7
	1.35	2.30	1.83	-	40	36	4	2.7	16.43	-	-	0.27	-		0.09	0.25			0.05	(0.00)	0.03		10	46	44	SM		19.0	-
	3.00	4.00	3.50	-	58	52	6	2.7	31.50	-	-	0.43	-		0.11	0.36			0.07	0.00	0.04		3	34	63	MH		19.0	-
	4.40	5.00	4.70	-	123	68	55	2.7	42.30	-	-	1.02	-		0.62	0.76			0.15	0.10	0.10		12	9	79	MH		19.0	-
	8.20	8.70	8.45	-	-	-	-	-	76.05	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	11.70	12.00	11.85	-	-	-	-	-	106.65	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	12.00	13.20	12.60	-	NL	NP	NP	2.7	113.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		9	67	24	SM	-	19.0	-
	14.00	14.70	14.35	-	-	-	-	-	129.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	15.00	16.20	15.60	-	52	46	6	2.7	140.40	-	-	0.38	-		0.11	0.32			0.06	0.00	0.04		-	38	62	MH		19.0	-
	15.00	16.20	15.60	-	-	-	-	-	140.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.50	17.00	16.75	-	-	-	-	-	150.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	17.70	18.10	17.90	-	-	-	-	-	161.10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-13	0.60	1.05	0.83	9.4	46	27	19	2.7	7.43	-	-	0.32	0.09	0.50	0.24	0.29	0.31		0.06	0.03	0.03		14	61	25	SM	-0.9	19.0	0.5
	4.25	5.00	4.63	-	-	-	-	-	41.63	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		60	32	8	-	-	19.0	-
	5.60	6.20	5.90	-	-	-	-	-	53.10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	7.30	7.90	7.60	-	NL	NP	NP	2.7	68.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		58	32	10	GP-GM	-	19.0	-
	8.70	9.00	8.85	-	61	38	23	2.7	79.65	-	-	0.46	-		0.29	0.38			0.07	0.04	0.05		8	33	59	MH		19.0	-
	13.10	13.85	13.48	-	-	-	-	-	121.28	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	14.60	15.00	14.80	-	-	-	-	-	133.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	17.30	16.65	17.6	NL	NP	NP	2.7	149.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		47	42	11	GP-GM	-	19.0	0.6
	18.00	18.70	18.35	17.4	NL	NP	NP	-	165.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	20.00	20.70	20.35	33.4	NL	NP	NP	2.7	183.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		1	77	22	SM	-	19.0	0.8
	23.00	23.20	23.10	-	29	22	7	-	207.90	-	-	0.17	-		0.12	-			-	0.00	0.02		7	45	48	SC-SM		19.0	-
	24.00	25.00	24.50	35.7	41	30	11	-	220.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	0.5	19.0	-
	25.00	25.45	25.23	46.5	50	37	13	2.7	227.03	-	-	0.36	0.43	0.78	0.18	0.31	0.67		0.06	0.02	0.04		3	47	50	MH	0.7	19.0	1.0
	25.45	25.70	25.58	-	32	25	7	-	230.18	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-		19.0	-
	27.00	27.50	27.25	-	51	32	19	2.7	245.25	-	-	0.37	-		0.24	0.32			0.06	0.03	0.04		1	49	50	SM		19.0	-
	29.00	30.00	29.50	8.9	NL	NP	NP	2.7	265.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		81	16	3	GP	-	19.0	0.5
	31.50	32.50	32.00	-	112	41	71	2.7	288.00	-	-	0.92	-		0.78	0.71			0.14	0.13	0.09		-	26	74	CH		19.0	-
	34.00	34.50	34.25	19.4	NL	NP	NP	2.7	308.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		9	66	25	SM	-	19.0	0.6
PEPA-PT-TAL-15	0.80	1.25	1.03	27.4	-	-	-	-	9.23	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		17	43	40	-	-	19.0	-
	1.25	1.70	1.48	32.6	47	26	21	2.7	13.28	-	-	0.33	0.30	0.70	0.26	0.30	0.53		0.06	0.03	0.03		8	41	51	CL	0.3	19.0	0.8
	2.40	2.85	2.63	29.6	-	-	-	-	23.63	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		12	41	47	-	-	19.0	-
	2.85	2.98	2.92	-	-	-	-	-	26.24	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	2.98	4.80	3.89	25.7	-	-	-	-	35.01	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		22	45	33	-	-	19.0	-
	4.80	6.30	5.55	27.4	-	-	-	-	49.95	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		31	39	30	-	-	19.0	-
	6.30	6.75	6.53	18.6	-	-	-	-	58.73	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		13	68	19	-	-	19.0	-
	11.40	16.00	13.70	12.4	-	-	-	-	123.30	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		55	43	2	-	-	19.0	-
	16.00	16.35	16.18	-	-	-	-	-	145.58	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	17.80	20.80	19.30	44.9	41	21	20	-	173.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	1.2	19.0	-
	20.80	23.00	21.90	50.4	60	48	12	2.7	197.10	-	-	0.45	0.47	0.86	0.17	0.37	0.75		0.07	0.01	0.05		17	42	41	SM	0.2	19.0	1.1
PEPA-PT-ZOD-20	1.00	1.45	1.23	22.6	45	25	20	2.7	11.03	-	-	0.32	0.21	0.58	0.25	0.28	0.43		0.06	0.03	0.03		28	40	32	SC	-0.1	19.0	0.7
	1.90	2.35	2.13	23.0	45	29	16	2.7	19.13	-	-	0.32	0.21	0.57	0.21	0.28	0.43		0.06	0.02	0.03		43	24	33	GM	-0.4	19.0	0.7
	2.80	3.40	3.10	34.8	48	25	23	2.7	27.90	-	-	0.34	0.32	0.66	0.29	0.30	0.55		0.06	0.04	0.03		19	54	27	SC	0.4	19.0	0.9
	6.70	7.20	6.95	-	50	21	29	2.7	62.55	-	-	0.36	-		0.35	0.32			0.06	0.05	0.04		21	59	20	SC		19.0	-
	9.20	10.00	9.60	-	31	21	10	2.7	86.40	-	-	0.19	-		0.15	0.20			0.04	0.01	0.02		22	62	16	SC		19.0	-
PEPA-PT-TAL-35	0.00	0.45	0.23	-	-	-	-	-	2.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	0.45	0.90	0.68	-	-	-	-	-	6.08	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	1.80	2.25	2.03	35.6	50	26	24	2.7	18.23	-	-	0.36	0.33	0.71	0.30	0.32	0.57		0.06	0.04	0.04		1	62	37	SC	0.4	19.0	0.9
	2.25	2.85	2.55	34.8	54	32	22	2.7	22.95	-	-	0.40	0.32	0.69	0.27	0.33	0.58		0.07	0.03	0.04		12	68	20	SM	0.1	19.0	0.8
	4.05	4.50	4.28	26.5	42	22	20	2.7	38.48	-	-	0.29	0.25	0.54	0.25	0.27	0.45		0.05	0.03	0.03		16	66	18	SC	0.2	19.0	0.8
	4.50	4.95	4.73	45.3	63	31	32	-	42.53	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	0.4	19.0	-
	5.85	6.30	6.08	41.0	52	31	21	2.7	54.68	-	-	0.38	0.38	0.84	0.26	0.32	0.63		0.06	0.03	0.04		1	25	74	MH	0.5	19.0	0.9
	7.00	7.80	7.40	37.9	51	32	19	2.7	66.60	-	-	0.37	0.35	0.84	0.24	0.32	0.60		0.06	0.03	0.04		-	14	86	MH	0.3	19.0	0.9
	12.80	14.30	13.55	31.4	35	22	13	2.7	121.95	-	-	0.23	0.29	0.50	0.18	0.22	0.46		0.04	0.02	0.02		4	73	23	SC	0.7	19.0	0.8
	14.30	16.45	15.38	38.9	29	23	6	2.7	138.38	-	-	0.17	0.36	0.48	0.11	0.18	0.49		0.04	0.00	0.02		3	72	25	SM	2.6	19.0	0.9
	17.70	19.10	18.40	25.7	-	-	-	-	165.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		47	26	21	-	-	19.0	-
	20.00	20.30	20.15	22.6	38	25	13	2.7	181.35	-	-	0.25	0.21	0.49	0.18	0.24	0.39		0.05	0.02	0.03		10	63	27	SM	-0.2	19.0	0.7
	21.50	22.50	22.00	-	-	-	-	-	198.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-TAL-36	1.50	1.95	1.73	11.6	38	22	16	2.7	15.53	-	-	0.25	0.11	0.43	0.21	0.24	0.29		0.05	0.02	0.03		19	58	23	SC	-0.7	19.0	0.6
	1.95	2.40	2.18	8.8	29	22	7	-	19.58	-	-	0.17	0.08		0.12	-	0.22		-	0.00	0.02		31	53	16	SC-SM	-1.9	19.0	-
	3.50	3.90	3.70	-	35	26	9	2.7	33.30	-	-	0.23	-		0.14	0.22			0.04	0.01	0.02		1	52	47	SM		19.0	-
	6.00	6.60	6.30	-	40	28	12	2.7	56.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		73	20	7	GP-GM		19.0	-
	8.00	8.70	8.35	-	NL	NP	NP	2.7	75.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		73	23	4	GP-GM	-	19.0	-
	9.30	10.00	9.65	-	NL	NP	NP	2.7	86.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		31	53	16	SM	-	19.0	-
	12.00	12.30	12.15	-	-	-	-	-	109.35	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	14.00	14.50	14.25	-	-	-	-	-	128.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	16.50	16.25	-	-	-	-	-	146.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	17.00	17.50	17.25	-	NL	NP	NP	2.7	155.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		43	49	8	SP-SM	-	19.0	-
	17.40	18.80	18.10	-	-	-	-	-	162.90	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.00	19.50	19.25	-	NL	NP	NP	2.7	173.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		9	72	12	SP-SM	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-2-1	2.00	2.45	2.23	58.1	62	39	23	2.7	20.03	-	-	0.47	0.54	1.08	0.29	0.38	0.83		0.08	0.04	0.05		-	2	98	MH	0.8	19.0	1.2
	3.40	3.84	3.62	59.7	62	41	21	2.7	32.58	-	-	0.47	0.55	1.09	0.26	0.38	0.85		0.08	0.03	0.05		-	1	99	MH	0.9	19.0	1.2
	4.90	5.50	5.20	50.0	27	17	10	2.7	46.80	-	-	0.15	0.47	0.71	0.15	0.17	0.59		0.03	0.01	0.02		-	1	99	CL	3.3	19.0	1.1
	5.50	5.95	5.73	56.7	59	34	25	2.7	51.53	-	-	0.44	0.53	1.03	0.31	0.37	0.81		0.07	0.04	0.04		1	8	91	MH	0.9	19.0	1.1
	8.10	8.70	8.40	54.7	58	37	21	2.7	75.60	-	-	0.43	0.51	1.00	0.26	0.36	0.78		0.07	0.03	0.04		2	9	89	MH	0.8	19.0	1.1
	11.25	11.85	11.55	57.4	73	46	27	2.7	103.95	-	-	0.57	0.53	1.18	0.33	0.45	0.88		0.09	0.04	0.06		-	1	99	MH	0.4	19.0	1.2
	13.00	14.00	13.50	-	55	35	20	2.7	121.50	-	-	0.41	-		0.25	0.34			0.07	0.03	0.04		-	1	99	MH		19.0	-
	14.30	14.90	14.60	39.3	73	47	26	2.7	131.40	-	-	0.57	0.37	1.09	0.32	0.45	0.72		0.09	0.04	0.06		-	1	99	MH	-0.3	19.0	0.9
	14.90	15.35	15.13	65.0	74	46	28	2.7	136.13	-	-	0.58	0.60	1.23	0.34	0.46	0.96		0.09	0.05	0.06		-	3	97	MH	0.7	19.0	1.3
	16.80	17.00	16.90	-	-	-	-	-	152.10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	18.50	18.65	18.58	18.4	34	21	13	2.7	167.18	-	-	0.22	0.17	0.44	0.18	0.21	0.34		0.04	0.02	0.02		47	26	28	GC	-0.2	19.0	0.7
	19.80	20.00	19.90	-	-	-	-	-	179.10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	22.00	23.00	22.50	-	-	-	-	-	202.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-

Perforación	Profundidad			w	LL	LP	IP	Gs	σ'_V	OCR	σ'_P	Cc_1	Cc_4	Cc_5	Cc_7	Cc_8	Cc_{10}	$Cc_{Diseño}$	Cr_1	Cr_2	Cr_3	$Cr_{Diseño}$	G	A	F	USCS	IL	γ_T	e
	Inicio	Fin	Hprom	%	%	%	%		[kPa]		[kPa]												%	%	%			kN/m³	
PEPA-PT-PTE-2-2	1.50	1.95	1.73	3.9	NL	NP	NP	2.7	15.53	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		65	15	21	GP-GM	-	19.0	0.4
	3.30	3.75	3.53	11.2	-	-	-	-	31.73	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		63	16	21	-	-	19.0	-
	5.25	6.00	5.63	22.7	41	26	15	2.7	50.63	-	-	0.28	0.21	0.53	0.20	0.26	0.41		0.05	0.02	0.03		57	12	31	GC	-0.2	19.0	0.7
	7.00	7.45	7.23	21.9	40	24	16	2.7	65.03	-	-	0.27	0.20	0.52	0.21	0.25	0.40		0.05	0.02	0.03		53	15	32	GC	-0.1	19.0	0.7
	12.00	12.45	12.23	14.5	NL	NP	NP	2.7	110.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		59	14	27	GM	-	19.0	0.6
	13.90	14.10	14.00	18.4	39	28	11	2.7	126.00	-	-	0.26	0.17	0.50	0.16	0.24	0.36		0.05	0.01	0.03		40	22	38	GM	-0.9	19.0	0.6
	15.00	15.45	15.23	20.3	29	21	8	2.7	137.03	-	-	0.17	0.19	0.41	0.13	0.18	0.33		0.04	0.01	0.02		46	20	34	GC	-0.1	19.0	0.7
	16.20	16.50	16.35	18.0	NL	NP	NP	-	147.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		36	27	37	GL	-	19.0	-
	17.00	17.15	17.08	19.0	-	-	-	-	153.68	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		19	49	32	-	-	19.0	-
	17.15	18.00	17.58	-	-	-	-	-	158.18	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	18.60	19.00	18.80	-	-	-	-	-	169.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	20.20	20.65	20.43	19.7	29	20	9	2.7	183.83	-	-	0.17	0.18	0.43	0.14	0.18	0.32		0.04	0.01	0.02		27	32	41	SC	0.0	19.0	0.7
	20.65	21.00	20.83	-	-	-	-	-	187.43	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	22.00	22.25	22.13	15.6	30	21	9	2.7	199.13	-	-	0.18	0.15	0.38	0.14	0.19	0.29		0.04	0.01	0.02		62	9	27	GC	-0.6	19.0	0.6
PEPA-PT-PTE-2-3	0.00	0.20	0.10	-	21	18	3	2.7	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		60	23	17	GM		19.0	-
	3.65	4.10	3.88	58.0	58	37	21	2.7	34.88	-	-	0.43	0.54	1.03	0.26	0.36	0.81		0.07	0.03	0.04		-	5	95	MH	1.0	19.0	1.2
	4.10	4.70	4.40	57.3	-	-	-	-	39.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	6.00	6.60	6.30	51.1	-	-	-	-	56.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	6.60	7.05	6.83	51.9	72	32	40	2.7	61.43	-	-	0.56	0.48	1.09	0.46	0.45	0.83		0.09	0.07	0.06		27	4	69	CH	0.5	19.0	1.1
	8.50	9.10	8.80	64.3	-	-	-	-	79.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	9.10	9.55	9.33	64.5	76	38	38	2.7	83.93	-	-	0.59	0.60	1.26	0.44	0.47	0.96		0.09	0.06	0.06		-	1	99	MH	0.7	19.0	1.3
	10.00	10.50	10.25	-	-	-	-	-	92.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	12.00	12.50	12.25	64.9	-	-	-	-	110.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	16.50	16.25	-	-	-	-	-	146.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	17.50	18.00	17.75	-	-	-	-	-	159.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-3-1	1.00	1.45	1.23	-	-	-	-	-	11.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	2.60	3.05	2.83	-	-	-	-	-	25.43	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	4.35	4.45	4.40	-	-	-	-	-	39.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	5.00	6.00	5.50	-	-	-	-	-	49.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	6.95	7.95	7.45	-	30	20	10	2.7	67.05	-	-	0.18	-		0.15	0.19			0.04	0.01	0.02		54	28	18	GC		19.0	-
	10.00	11.90	10.95	-	30	20	10	2.7	98.55	-	-	0.18	-		0.15	0.19			0.04	0.01	0.02		48	34	18	GC		19.0	-
	15.40	15.80	15.60	-	-	-	-	-	140.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	17.30	16.65	-	33	32	1	2.7	149.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		85	11	4	GP		19.0	-
	17.30	18.70	18.00	-	40	32	8	2.7	162.00	-	-	0.27	-		0.13	0.25			0.05	0.01	0.03		54	31	15	GM		19.0	-
	23.00	24.00	23.50	-	32	21	11	2.7	211.50	-	-	0.20	-		0.16	0.20			0.04	0.01	0.02		27	17	56	CL		19.0	-
	30.00	32.00	31.00	-	30	20	10	2.7	279.00	-	-	0.18	-		0.15	0.19			0.04	0.01	0.02		62	26	13	GC		19.0	-
	32.00	33.00	32.50	-	42	22	20	2.7	292.50	-	-	0.29	-		0.25	0.27			0.05	0.03	0.03		39	33	28	GC		19.0	-
	34.00	36.00	35.00	-	46	26	20	2.7	315.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		66	25	9	GP-GC		19.0	-
	37.50	39.00	38.25	-	53	32	21	2.7	344.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		73	22	5	GP		19.0	-
	43.00	45.00	44.00	-	46	24	22	2.7	396.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		78	16	6	GP-GC		19.0	-
PEPA-PT-PTE-3-2	1.00	1.30	1.15	14.6	NL	NP	NP	-	10.35	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		57	34	9	GW-GM	-	19.0	-
	2.10	3.10	2.60	24.3	NL	NP	NP	2.7	23.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		54	32	14	GM	-	19.0	0.7
	4.20	5.00	4.60	-	45	29	16	2.7	41.40	-	-	0.32	-		0.21	0.28			0.06	0.02	0.03		28	50	22	SM		19.0	-
	8.50	9.00	8.75	-	-	-	-	-	78.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	10.00	11.00	10.50	-	-	-	-	-	94.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	13.00	14.00	13.50	-	50	21	29	2.7	121.50	-	-	0.36	-		0.35	0.32			0.06	0.05	0.04		13	39	48	SC		19.0	-
	17.00	18.50	17.75	-	-	-	-	-	159.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	25.50	26.50	26.00	13.9	45	23	22	2.7	234.00	-	-	0.32	0.13	0.52	0.27	0.28	0.35		0.06	0.03	0.03		22	50	28	SC	-0.4	19.0	0.6
	29.50	29.60	29.55	-	-	-	-	-	265.95	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	31.60	31.90	31.75	-	-	-	-	-	285.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-3-4	0.00	1.00	0.50	-	44	21	23	2.7	4.50	-	-	0.31	-		0.29	0.28			0.06	0.04	0.03		46	19	35	GC		19.0	-
	2.40	2.85	2.63	13.8	34	18	16	2.7	23.63	-	-	0.22	0.13	0.46	0.21	0.21	0.29		0.04	0.02	0.02		16	38	46	SC	-0.3	19.0	0.6
	5.70	6.15	5.93	-	40	19	21	2.7	53.33	-	-	0.27	-		0.26	0.25			0.05	0.03	0.03		22	37	41	SC		19.0	-
	8.35	8.80	8.58	-	36	20	16	2.7	77.18	-	-	0.23	-		0.21	0.23			0.05	0.02	0.02		14	37	49	SC		19.0	-
	10.20	10.65	10.43	26.4	29	23	6	2.7	93.83	-	-	0.17	0.25	0.47	0.11	0.18	0.38		0.04	0.00	0.02		6	45	49	SM	0.6	19.0	0.7
	13.00	13.45	13.23	28.4	NL	NP	NP	2.7	119.03	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	42	58	ML	-	19.0	0.8
	15.60	16.50	16.05	27.0	39	21	18	2.7	144.45	-	-	0.26	0.25	0.61	0.23	0.25	0.44		0.05	0.03	0.03		4	39	57	CL	0.3	19.0	0.8
	17.50	18.00	17.75	22.0	34	20	14	2.7	159.75	-	-	0.22	0.20	0.48	0.19	0.21	0.37		0.04	0.02	0.02		25	36	39	SC	0.1	19.0	0.7
	18.50	18.95	18.73	24.4	37	23	14	2.7	168.53	-	-	0.24	0.23	0.53	0.19	0.23	0.40		0.05	0.02	0.02		20	37	43	SC	0.1	19.0	0.7
	20.80	22.00	21.40	-	47	23	24	2.7	192.60	-	-	0.33	-		0.30	0.30			0.06	0.04	0.03		27	16	57	CL		19.0	-
	28.30	29.80	29.05	-	-	-	-	-	261.45	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	29.80	31.20	30.50	-	-	-	-	-	274.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-3-5	0.00	1.00	0.50	-	37	17	20	2.7	4.50	-	-	0.24	-		0.25	0.23			0.05	0.03	0.02		8	32	60	CL		19.0	-
	3.00	3.45	3.23	-	40	23	17	2.7	29.03	-	-	0.27	-		0.22	0.25			0.05	0.02	0.03		51	17	32	GC		19.0	-
	4.50	8.00	6.25	-	-	-	-	2.7	56.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		91	4	5	GP-GM	-	19.0	-
	8.80	10.00	9.40	-	42	24	18	2.7	84.60	-	-	0.29	-		0.23	0.27			0.05	0.03	0.03		65	9	26	GC		19.0	-
	11.00	12.00	11.50	-	35	24	11	2.7	103.50	-	-	0.23	-		0.16	0.22			0.04	0.01	0.02		56	13	31	GC		19.0	-
	12.00	12.40	12.20	-	-	-	-	-	109.80	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	13.50	14.50	14.00	-	31	21	10	2.7	126.00	-	-	0.19	-		0.15	0.20			0.04	0.01	0.02		56	16	28	GC		19.0	-
	15.00	16.00	15.50	-	34	21	13	2.7	139.50	-	-	0.22	-		0.18	0.21			0.04	0.02	0.02		48	23	31	GC		19.0	-
	17.00	18.00	17.50	-	28	20	8	2.7	157.50	-	-	0.16	-		0.13	0.18			0.04	0.01	0.02		38	22	41	GC		19.0	-
	18.00	18.85	18.43	-	27	20	7	-	165.83	-	-	0.15	-		0.12	-			-	0.00	0.02		9	31	61	CL-CM		19.0	-
	23.00	24.00	23.50	-	NL	NP	NP	2.7	211.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		62	11	27	GM	-	19.0	-
	25.00	26.00	25.50	-	34	32	2	2.7	229.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		35	44	21	SM		19.0	-
	29.15	29.55	29.35	-	-	-	-	-	264.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	30.25	31.25	30.75	-	-	-	-	-	276.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-5-1	2.20	3.00	2.60	-	-	-	-	-	23.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	6.75	7.50	7.13	-	-	-	-	-	64.13	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	9.75	9.90	9.83	-	-	-	-	-	88.43	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	10.50	11.00	10.75	-	-	-	-	-	96.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	13.55	14.20	13.88	-	-	-	-	-	124.88	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	16.75	16.38	-	-	-	-	-	147.38	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-5-2	1.00	1.30	1.15	10.1	-	-	-	-	10.35	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		31	38	31	-	-	19.0	-
	3.50	3.95	3.73	14.6	-	-	-	-	33.53	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		54	37	9	-	-	19.0	-
	3.95	4.30	4.13	-	-	-	-	-	37.13	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	4.40	4.70	4.55	-	-	-	-	-	40.95	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.60	9.20	8.90	-	-	-	-	-	80.10	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		74	19	7	-	-	19.0	-
	10.00	10.80	10.40	22.5	71	27	44	2.7	93.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		60	31	9	GP-GC	-0.1	19.0	0.7
	10.80	11.80	11.30	-	61	25	36	2.7	101.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		58	32	10	GP-GC		19.0	-
	14.00	15.00	14.50	-	-	-	-	-	130.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	20.50	20.80	20.65	-	-	-	-	-	185.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	22.40	22.80	22.60	-	-	-	-	-	203.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-5-4	1.75	1.90	1.83	15.4	34	21	13	2.7	16.43	-	-	0.22	0.14	0.42	0.18	0.21	0.31		0.04	0.02	0.02		47	23	29	GC	-0.4	19.0	0.6
	2.80	3.25	3.03	16.7	34	21	13	2.7	27.23	-	-	0.22	0.15	0.42	0.18	0.21	0.32		0.04	0.02	0.02		61	15	24	GP-GC	-0.3	19.0	0.6
	4.00	4.40	4.20	-	-	-	-	-	37.80	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	8.40	8.60	8.50	28.4	NL	NP	NP	-	76.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	9.00	10.00	9.50	-	-	-	-	-	85.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	10.25	11.25	10.75	-	54	27	27	2.7	96.75	-	-	0.40	-		0.33	0.34			0.07	0.04	0.04		41	18	41	GC		19.0	-
	11.90	12.30	12.10	18.0	46	28	18	2.7	108.90	-	-	0.32	0.17	0.58	0.23	0.29	0.39		0.06	0.03	0.03		38	21	41	GM	-0.6	19.0	0.6
	13.70	14.30	14.00	-	-	-	-	-	126.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	16.30	16.15	17.2	32	23	10	2.7	145.35	-	-	0.20	0.16	0.41	0.15	0.20	0.31		0.04	0.01	0.02		48	24	29	GC	-0.6	19.0	0.6
	17.30	17.90	17.60	-	NL	NP	NP	-	158.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	17.90	18.30	18.10	-	-	-	-	-	162.90	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	18.30	19.30	18.80	-	-	-	-	-	169.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.50	19.80	19.65	-	NL	NP	NP	2.7	176.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		46	30	24	GP-GM	-	19.0	-
	19.80	20.15	19.98	-	-	-	-	-	179.78	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-6-1	0.00	1.50	0.75	-	-	-	-	-	6.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		77	16	7	-	-	19.0	-
	3.00	3.70	3.35	-	-	-	-	-	30.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	5.00	5.50	5.25	-	NL	NP	NP	2.7	47.25	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	98	2	SP	-	19.0	-
	17.50	18.00	17.75	-	-	-	-	-	159.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	18.50	19.00	18.75	-	-	-	-	-	168.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.00	20.00	19.50	-	-	-	-	-	175.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-6-2	1.00	1.50	1.25	-	41	19	22	2.7	11.25	-	-	0.28	-		0.27	0.26			0.05	0.03	0.03		32	53	15	SC		19.0	-
	1.50	1.98	1.74	12.4	-	-	-	-	15.66	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		50	37	13	-	-	19.0	-
	1.95	2.40	2.18	10.8	39	20	19	2.7	19.58	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		69	21	10	GP-GC	-0.5	19.0	0.5
	3.00	4.50	3.75	-	-	-	-	-	33.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		96	3	1	-	-	19.0	-
	4.50	9.50	7.00	-	-	-	-	-	63.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		95	4	1	-	-	19.0	-
	9.70	10.30	10.00	-	-	-	-	-	90.00	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	13.00	14.20	13.60	-	-	-	-	-	122.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		62	27	11	-	-	19.0	-
	14.90	15.50	15.20	-	-	-	-	-	136.80	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	17.00	18.20	17.60	-	-	-	-	-	158.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-6-4	1.50	1.80	1.65	-	NL	NL	NP	2.7	14.85	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		35	53	12	SM	-	19.0	-
	3.00	4.00	3.50	-	40	27	13	2.7	31.50	-	-	0.27	-		0.18	0.25			0.05	0.02	0.03		38	48	14	SM		19.0	-
	5.50	5.90	5.70	-	36	29	7	2.7	51.30	-	-	0.23	-		0.12	0.22			0.04	0.00	0.02		29	57	14	SM		19.0	-
	6.50	6.70	6.60	24.1	42	35	7	2.7	59.40	-	-	0.29	0.22	0.52	0.12	0.26	0.43		0.05	0.00	0.03		21	54	25	SM	-1.6	19.0	0.7
	9.60	15.00	12.30	-	-	-	-	-	110.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		80	15	5	-	-	19.0	-
	15.00	15.30	15.15	21.8	42	20	22	2.7	136.35	-	-	0.29	0.20	0.55	0.27	0.27	0.41		0.05	0.03	0.03		12	55	33	SC	0.1	19.0	0.7
	16.60	17.05	16.83	27.5	43	24	19	2.7	151.43	-	-	0.30	0.26	0.64	0.24	0.27	0.46		0.05	0.03	0.03		11	36	53	CL	0.2	19.0	0.8
	21.00	21.60	21.30	-	40	26	14	-	191.70	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		59	32	9	GW-GM		19.0	-
	23.00	23.15	23.08	21.2	31	25	6	2.7	207.68	-	-	0.19	0.20	0.43	0.11	0.19	0.35		0.04	0.00	0.02		8	57	35	SM	-0.6	19.0	0.7
	26.70	27.50	27.10	-	37	24	13	2.7	243.90	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		57	33	10	GP-GC		19.0	-
	30.00	30.70	30.35	-	38	25	13	-	273.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		53	37	10	GW-GM		19.0	-
	31.00	32.00	31.50	-	-	-	-	-	283.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	33.00	33.80	33.40	-	-	-	-	-	300.60	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-

Perforación	Profundidad			w	LL	LP	IP	Gs	σ'_V	OCR	σ'_P	Cc_1	Cc_4	Cc_5	Cc_7	Cc_8	Cc_{10}	$Cc_{Diseño}$	Cr_1	Cr_2	Cr_3	$Cr_{Diseño}$	G	A	F	USCS	IL	γ_T	e
	Inicio	Fin	Hprom	%	%	%	%		[kPa]		[kPa]												%	%	%			kN/m³	
PEPA-PT-PTE-6-5	1.00	1.95	1.48	13.0	52	27	25	2.7	13.28	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		56	35	9	GP-GC	-0.6	19.0	0.6
	1.95	2.40	2.18	12.7	48	28	20	2.7	19.58	-	-	0.34	0.12	0.51	0.25	0.30	0.35		0.06	0.03	0.03		25	60	15	SM	-0.8	19.0	0.5
	6.50	7.00	6.75	-	-	-	-	-	60.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	10.00	11.00	10.50	-	-	-	-	-	94.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	12.00	13.00	12.50	-	-	-	-	-	112.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	14.50	15.00	14.75	-	-	-	-	-	132.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	16.00	17.00	16.50	-	-	-	-	-	148.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	19.00	20.00	19.50	-	-	-	-	-	175.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-7-1	0.00	0.45	0.23	21.3	30	16	13	2.7	2.03	-	-	0.18	0.20	0.53	0.18	0.19	0.34		0.04	0.02	0.02		0	26	73	CL	0.4	19.0	0.7
	0.45	0.90	0.68	23.5	32	21	12	2.7	6.08	-	-	0.20	0.22	0.56	0.17	0.20	0.37		0.04	0.01	0.02		-	26	74	CL	0.2	19.0	0.7
	2.30	2.75	2.53	45.0	52	33	19	2.7	22.73	-	-	0.38	0.42	0.87	0.24	0.32	0.66		0.06	0.03	0.04		-	20	80	MH	0.6	19.0	1.0
	4.20	5.00	4.60	-	NL	NP	NP	2.7	41.40	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		1	33	67	ML	-	19.0	-
	5.60	6.50	6.05	-	NL	NP	NP	2.7	54.45	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		2	34	64	ML	-	19.0	-
	7.10	8.00	7.55	22.5	NL	NP	NP	2.7	67.95	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		6	37	57	ML	-	19.0	0.7
	8.60	9.00	8.80	17.1	NL	NP	NP	2.7	79.20	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		51	23	26	GP-GM	-	19.0	0.6
	14.60	15.60	15.10	13.3	NL	NP	NP	2.7	135.90	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		40	36	24	GP-GM	-	19.0	0.5
	19.15	19.80	19.48	-	-	-	-	-	175.28	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	20.00	21.00	20.50	-	-	-	-	-	184.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	21.00	22.00	21.50	8.2	NL	NP	NP	2.7	193.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		36	33	31	GM	-	19.0	0.5
	23.75	24.00	23.88	-	-	-	-	-	214.88	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
PEPA-PT-PTE-7-2	0.45	0.90	0.68	18.8	50	26	24	2.7	6.08	-	-	0.36	0.18	0.71	0.30	0.32	0.42		0.06	0.04	0.04		-	29	71	CL	-0.3	19.0	0.7
	1.35	1.80	1.58	19.2	40	25	15	2.7	14.18	-	-	0.27	0.18	0.63	0.20	0.25	0.37		0.05	0.02	0.03		0	19	81	CL	-0.4	19.0	0.7
	3.10	3.55	3.33	28.1	39	25	14	2.7	29.93	-	-	0.26	0.26	0.66	0.19	0.25	0.45		0.05	0.02	0.03		-	20	80	CL	0.2	19.0	0.8
	4.20	5.00	4.60	22.5	36	26	10	2.7	41.40	-	-	0.23	0.21	0.49	0.15	0.22	0.38		0.04	0.01	0.02		39	23	39	GM	-0.4	19.0	0.7
	8.00	8.70	8.35	-	-	-	-	-	75.15	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		-	-	-	-	-	19.0	-
	11.70	12.50	12.10	27.7	NL	NP	NP	2.7	108.90	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		2	44	54	ML	-	19.0	0.7
	13.20	13.65	13.43	33.8	28	22	6	-	120.83	-	-	0.16	0.31		0.11	-	0.44		-	0.00	0.02		1	39	61	CL-CM	2.0	19.0	-
	16.50	17.70	17.10	-	NL	NP	NP	2.7	153.90	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		13	37	50	ML	-	19.0	-
	20.70	21.00	20.85	23.7	33	27	6	2.7	187.65	-	-	0.21	0.22	0.49	0.11	0.20	0.38		0.04	0.00	0.02		21	32	47	SM	-0.5	19.0	0.7
	22.40	23.00	22.70	-	NL	NP	NP	2.7	204.30	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		13	31	56	ML	-	19.0	-
	25.50	26.00	25.75	26.3	NL	NP	NP	2.7	231.75	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		3	58	40	SM	-	19.0	0.7
	27.00	28.00	27.50	-	NL	NP	NP	2.7	247.50	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-		17	32	51	ML	-	19.0	-
	28.50	29.00	28.75	28.5	30	22	8	2.7	258.75	-	-	0.18	0.27	0.47	0.13	0.19	0.41		0.04	0.01	0.02		29	33	39	SC	0.8	19.0	0.8

ANI Agencia Nacional de Infraestructura / CONSORCIO SH	**Asentamientos Estructura Abovedada K7+000**	INGETEC INGENIEROS CONSULTORES
Anexo 4.2 Cuadro 1		26/09/2016 Revisión 1

MÓDULO DE REACCIÓN

Localización: Estructura Abovedada

1. PARÁMETROS DEL SUELO

Tipo suelo = GRANULAR Es ponderado= 11830 μ = 0.3

2. GEOMETRÍA DEL CIMIENTO

D_f = 1.00 B = 12.40 Q = 898.0

Base = Rectangular L = 1.00

3. ASENTAMIENTO ELÁSTICO

Metodología = **Timoshenko and Goodier, 1951**

q_o =	72.42	B' centro =	0.50	M centro=	12.40	M esquina=	12.40
H =	15.00	B' esquina =	1.00	N centro =	30.00	N esquina =	15.00
L/B =	12.40	m centro =	4	I_1 centro =	1.09	I_1 esquina =	0.90
D_f/B =	1.00	L' centro =	6.20	I_2 centro =	0.06	I_2 esquina =	0.10
		L' esquina =	12.40	I_F centro =	1.00	I_F esquina =	1.00
		m esquina =	1				

4. MÓDULOS DE REACCIÓN

ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS

ΔH_{centro} = 1.17 cm

$\Delta H_{esquina}$ = cm

Ks_{centro} = 6209.0 t/m^3

$Ks_{esquina}$ = t/m^3

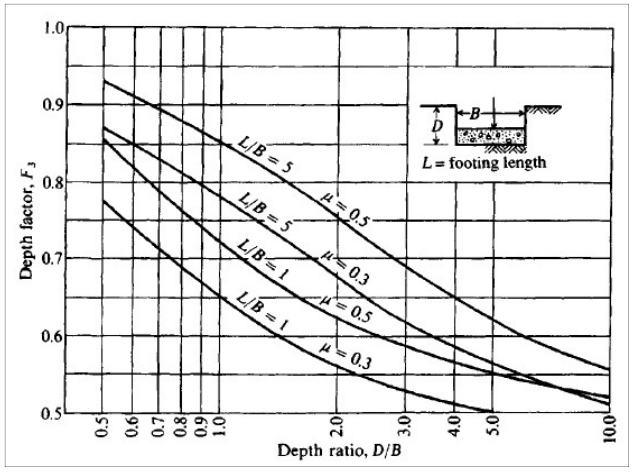
ASENTAMIENTOS ELÁSTICOS + CONSOLIDACIÓN

ΔH_{centro} = 1.2 cm

$\Delta H_{esquina}$ = cm

Ks_{centro} = 6209 t/m^3

$Ks_{esquina}$ = t/m^3



γ: Peso unitario (t/m^3)	B: ancho del cimiento, m	I_1, I_2 y I_F : factores de influencia.
μ : relación de poisson	L: Largo del cimiento, m	B'_{centro}: B/2, m
Es: módulo de elasticidad, t/m^2	Q: carga vertical aplicada, ton	$B'_{esquina}$: B, m
D_f: Profundidad de desplante, m	q_o: presión de contacto, t/m^2	L'_{centro}: L/2, m
Base : forma base	H: profundidad de influencia de la carga, m	$L'_{esquina}$: L, m

ANI CONSORCIO	**PROYECTO RUMICHACA - PASTO** **UNIDAD FUNCIONAL 4**	INGETEC INGENIERÍA & DISEÑO
ANEXO 5	**ESTRUCTURA K7**	**Tabla 1**
HOJA 1 DE 1	**ÁBACOS DE CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES (VESIC)**	**26/09/2016**

Condición drenada

Tipo de estructura: **Zapatas corridas**

1. CARACTERISTICAS DEL TERRENO									
Profundidad de desplante (D [m])		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Nivel freático (NF [m])		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso unitario (γ [kN/m^3])	Sobre D	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Peso unitario (γ [kN/m^3])	Bajo D	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Peso unitario saturado (γ_{sat} [kN/m^3])	Sobre D	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Esfuerzo de sobrecarga efectivo (q [kPa])		24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Cohesión (c [kPa])		54	54	54	54	54	54	54	54
Angulo de Fricción [Grados]		21	21	21	21	21	21	21	21
Angulo de Fricción [Radianes]		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Coeficiente de empuje pasivo (Kp [-])		2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
k		0.98	0.75	0.50	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19
2. GEOMETRIA Y CARACTERISTICAS DEL CIMIENTO									
Ancho de la fundación (B [m])		2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00
$q_{ult} = cN_c s_c d_c i_c + \bar{q} N_q s_q d_q i_q + 0.5\gamma' B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$ [m])		250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
B/L		0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06
D/B		1.50	0.75	0.50	0.38	0.30	0.25	0.21	0.19
Excentricidad de la base (e_B)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excentricidad de la longitud (e_L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Ancho de la fundación corregida (B' [m])		2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00	14.00	16.00
Profundidad de la fundación corregida (L' [m])		250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Área efectiva (A_f [m^2])		500.00	1000.00	1500.00	2000.00	2500.00	3000.00	3500.00	4000.00
B'/L'		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Angulo de fricción entre la base y el suelo ([Grados])		13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9	13.9
Adhesión de la base (Ca [kPa])		27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
3. CARGAS (Aplica solo para cargas inclinadas)									
Carga vertical (V[kN])		-	-	-	-	-	-	-	-
Carga horizontal paralela a B (H_B[kN])		-	-	-	-	-	-	-	-
Carga horizontal paralela a L (H_L[kN])		-	-	-	-	-	-	-	-
H_{max}		-	-	-	-	-	-	-	-
H_i		-	-	-	-	-	-	-	-
m_B		-	-	-	-	-	-	-	-
m_L		-	-	-	-	-	-	-	-
m		-	-	-	-	-	-	-	-
4. INCLINACIÓN DE LA BASE Y EL TERRENO									
Angulo de inclinación de la base, δ [grados]		-	-	-	-	-	-	-	-
Angulo de inclinación del terreno, β max 45° [grados]		-	-	-	-	-	-	-	-
5. ECUACIÓN CAPACIDAD DE CARGA									
Factor de seguridad		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Factores de capacidad de carga									
N_c (Meyerhof)		15.81	15.81	15.81	15.81	15.81	15.81	15.81	15.81
N_q (Meyerhof)		7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07
N_{gamma} (vesic)		6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20	6.20
Factores de forma									
$s_{c(V)}$ (Vesic)		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$s_{q(V)}$ (Vesic)		1.003	1.006	1.009	1.012	1.015	1.018	1.021	1.025
$s_{\gamma(V)}$ (vesic)		0.997	0.994	0.990	0.987	0.984	0.981	0.978	0.974
Factores de profundidad									
d_c (Vesic)		1.39	1.30	1.20	1.15	1.12	1.10	1.09	1.08
d_q (Vesic)		1.31	1.24	1.16	1.12	1.09	1.08	1.07	1.06
d_γ (Vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factores por inclinación de la carga									
i_c (Vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
i_q (Vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
i_{gamma} (vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factores por inclinación de la base									
b_c (Vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
b_q (Vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
b_{gamma} (vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factores por base en un Talud									
γ_c (Vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
γ_q (Vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
γ_{gamma} (vesic)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Termino 1		1189.7	1110.2	1024.8	982.1	956.5	939.4	927.2	918.1
Termino 2		223.1	211.2	198.3	192.1	188.6	186.5	185.1	184.2
Termino 3		49.4	98.5	147.3	195.7	243.9	291.7	339.2	386.4
Capacidad portante (q_u [kPa])		**1462.2**	**1419.9**	**1370.4**	**1370.0**	**1389.0**	**1417.6**	**1451.5**	**1488.6**
Capacidad portante admisible (q_a [kPa])		**487.4**	**473.3**	**456.8**	**456.7**	**463.0**	**472.5**	**483.8**	**496.2**

	PROYECTO RUMICHACA - PASTO UNIDUAD FUNCIONAL 4	INGETEC INGENIERÍA & DISEÑO
ANEXO 5.	ESTRUCTURA K7	Tabla 1
HOJA 1 DE 1	ÁBACOS DE CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES (VESIC)	26/09/2016

Condición drenada

Tipo de estructura: **Zapatas corridas**

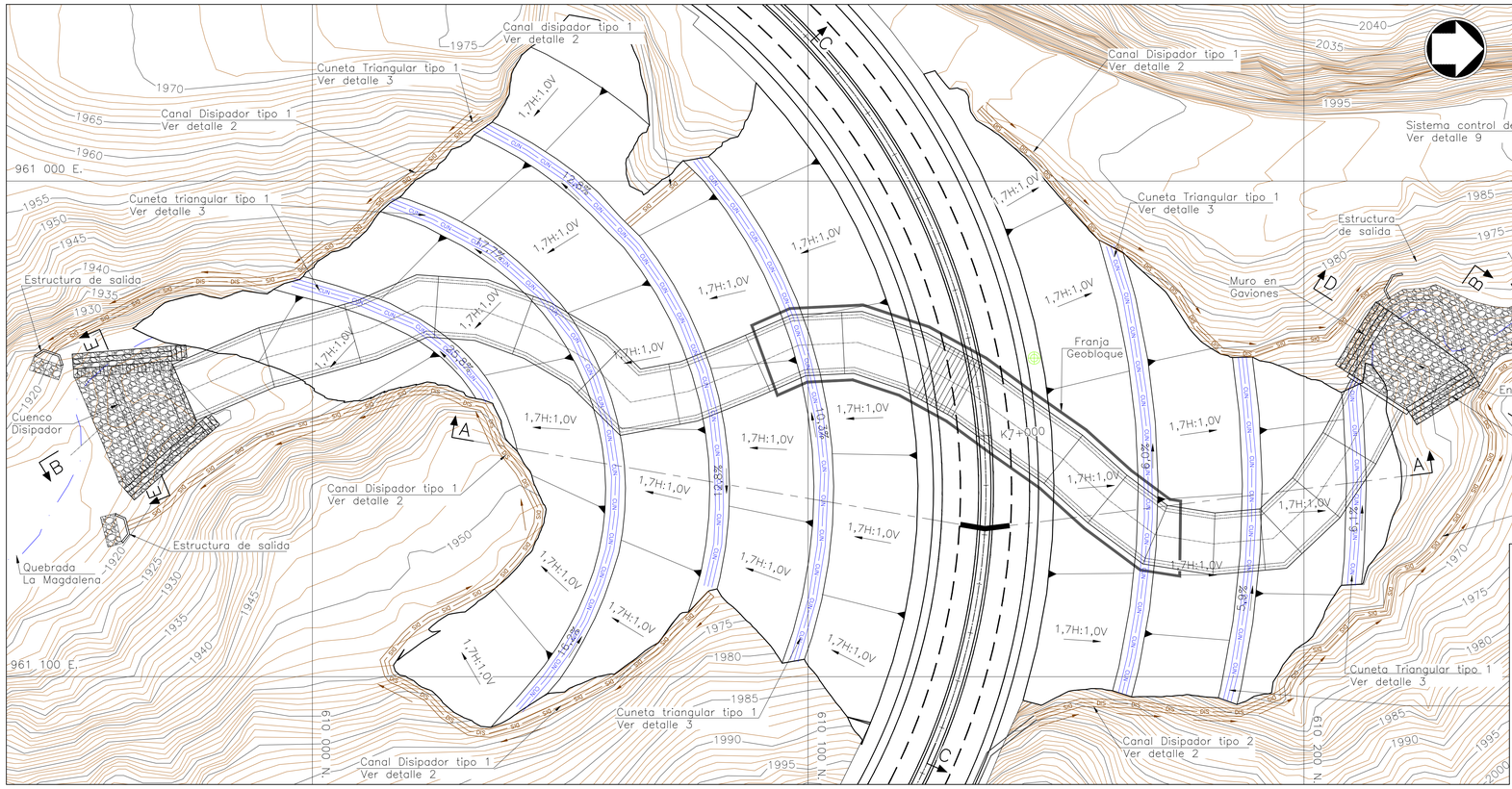
1. CARACTERISTICAS DEL TERRENO									
Profundidad de desplante (D [m])		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Nivel freático (NF [m])	NF =d	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso unitario (γ [kN/m^3])	Sobre D	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Peso unitario (γ [kN/m^3])	Bajo D	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Peso unitario saturado (γ_{sat} [kN/m^3])	Sobre D	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Esfuerzo de sobrecarga efectivo (q [kPa])		24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0
Cohesión (c [kPa])		54	54	54	54	54	54	54	54
Angulo de Fricción [Grados]		34	34	34	34	34	34	34	34
Angulo de Fricción [Radianes]		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Coeficiente de empuje pasivo (Kp [-])		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
k		0.98	0.75	0.50	0.38	0.30	0.24	0.21	0.19
2. GEOMETRIA Y CARACTERISTICAS DEL CIMIENTO									
Ancho de la fundación (B [m])		2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.40	14.00	16.00
Longitud de la fundación (L [m])		250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
B/L		0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06
D/B		1.50	0.75	0.50	0.38	0.30	0.24	0.21	0.19
Excentricidad de la base (e_B)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Excentricidad de la longitud (e_L)		-	-	-	-	-	-	-	-
Ancho de la fundación corregida (B' [m])		2.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.40	14.00	16.00
Profundidad de la fundación corregida (L' [m])		250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00	250.00
Área efectiva (A_f[m^2])		500.00	1000.00	1500.00	2000.00	2500.00	3100.00	3500.00	4000.00
B'/L'		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1
Angulo de fricción entre la base y el suelo ([Grados])		22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4	22.4
Adhesión de la base (Ca [kPa])		27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
3. CARGAS (Aplica solo para cargas inclinadas)									
Carga vertical (V[kN])		-	-	-	-	-	-	-	-
Carga horizontal paralela a B (H_B[kN])		-	-	-	-	-	-	-	-
Carga horizontal paralela a L (H_L[kN])		-	-	-	-	-	-	-	-
H_{max}		-	-	-	-	-	-	-	-
H_i		-	-	-	-	-	-	-	-
m_B		-	-	-	-	-	-	-	-
m_L		-	-	-	-	-	-	-	-
m		-	-	-	-	-	-	-	-
4. INCLINACIÓN DE LA BASE Y EL TERRENO									
Angulo de inclinación de la base, δ [grados]		-	-	-	-	-	-	-	-
Angulo de inclinación del terreno, β max 45° [grados]		-	-	-	-	-	-	-	-

5. ECUACIÓN CAPACIDAD DE CARGA

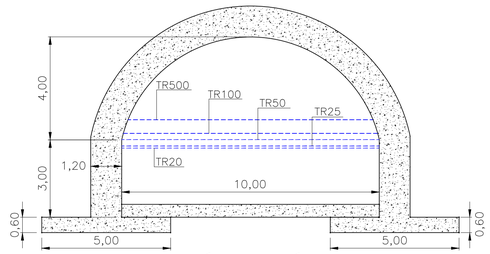
$$q_{ult} = cN_c s_c d_c i_c + \overline{q} N_q s_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Factor de seguridad	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Factores de capacidad de carga								
N_c (Meyerhof)	42.16	42.16	42.16	42.16	42.16	42.16	42.16	42.16
N_q (Meyerhof)	29.44	29.44	29.44	29.44	29.44	29.44	29.44	29.44
N_{gamma} (vesic)	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06	41.06
Factores de forma								
$s_{c(V)}$ (Vesic)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$s_{q(V)}$ (Vesic)	1.005	1.011	1.016	1.022	1.027	1.033	1.038	1.043
$s_{\gamma(V)}$ (vesic)	0.997	0.994	0.990	0.987	0.984	0.980	0.978	0.974
Factores de profundidad								
d_c (Vesic)	1.39	1.30	1.20	1.15	1.12	1.10	1.09	1.08
d_q (Vesic)	1.26	1.20	1.13	1.10	1.08	1.06	1.06	1.05
d_γ (Vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factores por inclinación de la carga								
i_c (Vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
i_q (Vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
i_{gamma} (vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factores por inclinación de la base								
b_c (Vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
b_q (Vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
b_{gamma} (vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Factores por base en un Talud								
γ_c (Vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
γ_q (Vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
γ_{gamma} (vesic)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Termino 1	3171.9	2959.9	2732.2	2618.4	2550.1	2497.2	2472.0	2447.6
Termino 2	893.4	854.6	812.1	792.8	782.7	776.5	774.4	773.3
Termino 3	327.5	652.8	976.1	1297.2	1616.3	1996.4	2248.1	2560.8
Capacidad portante (q_u [kPa])	**4392.7**	**4467.3**	**4520.4**	**4708.3**	**4949.0**	**5270.0**	**5494.5**	**5781.7**
Capacidad portante admisible (q_a [kPa])	**1464.2**	**1489.1**	**1506.8**	**1569.4**	**1649.7**	**1756.7**	**1831.5**	**1927.2**

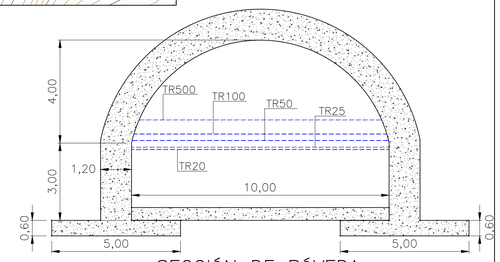
NOTA:
"Revisión sujeta a los resultados de la comprobación y análisis de la Georeferenciación del Proyecto respecto al sistema de referencia geodésico Magna-Sirgas, debido a los posibles desplazamientos de la Placa Tectónica Sudamericana por el SISMO de Ecuador del día 16/04/2016"



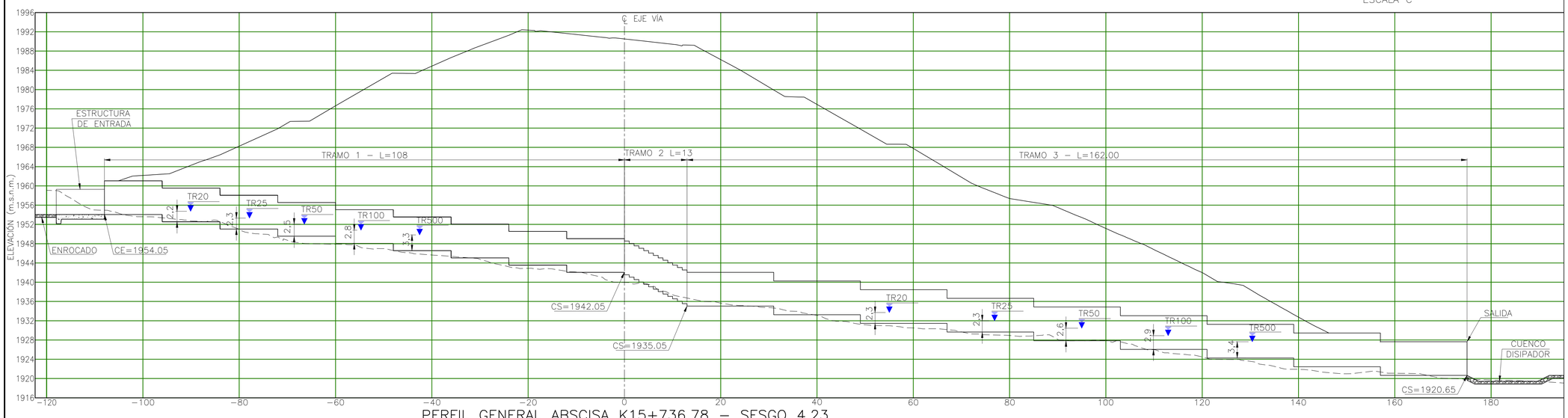
PLANTA GENERAL
ESCALA A



SECCIÓN DE BÓVEDA
TRAMO 1
ESCALA C



SECCIÓN DE BÓVEDA
TRAMO 3
ESCALA C



PERFIL GENERAL ABSCISA K15+736.78 – SESGO 4.23
ESCALA B

SECCIÓN ESCALONADA PARA TRAMO 1
ESCALA C

SECCIÓN ESCALONADA PARA TRAMO 2
ESCALA C

SECCIÓN ESCALONADA PARA TRAMO 3
ESCALA C

0 10 20 30 40 50 m
ESCALA A 1:500

0 8 16 24 32 40 m
ESCALA B 1:400

0 2 4 6 8 10 m
ESCALA C 1:100

NOTAS

1. Todas las dimensiones están dadas en metros, excepto otra indicación. Elevaciones en msnm.
2. El alineamiento mostrado para los drenajes es aproximado y deberá ajustarse en campo de acuerdo con las condiciones encontradas y con la previa revisión del especialista hidráulico del concesionario e interventoría.
3. Las bermas tendrán una pendiente del 2% en sentido transversal.
4. La Estructura de salida de las obras de drenaje proyectadas deberá entregar sus aguas a la quebrada o cauce más cercano, de tal forma que no se generen procesos erosivos en la pata del relleno que puedan afectar la estabilidad del mismo. La localización definitiva de la estructura de salida será definida en campo durante la construcción de las obras, con previa autorización de la interventoría.
5. Para los detalles de las dimensiones de las estructuras de drenaje proyectadas, remitirse al plano de detalles típicos CSH-4-PL-G-G-7012.
6. Los rellenos del terraplén pueden sufrir asentamientos, aún después de terminar el proceso de compactación. Los daños ocasionados en las cunetas y obras de drenaje por estos asentamientos, deberán ser reparados por el Contratista.
7. La pendiente de las cunetas será igual a la pendiente longitudinal de la berma y como mínimo se proyectarán al 0.5%
8. Los gaviones en la entrada de la estructura deberá colocarse de tal forma que garantice la entrada del cauce a la obra de drenaje.
9. Los gaviones deberán ser conformados utilizando malla triple torsión de alambre galvanizado con recubrimiento polímero. La cara expuesta al flujo deberá ser protegida con una capa de concreto de 7,5cm. Se deberá realizar inspección y mantenimiento regular para asegurar el buen estado y funcionamiento de los gaviones.
10. Una vez se construyan los muros, se deberá restituir la conformación del terreno en el trasdós del muro empleando materiales procedentes de la excavación, los cuales deberán disponerse en unas condiciones de compactación similares a las del terreno en su condición natural.
11. Para información de cotas se debe remitir al plano estructural : CSH-4-PL-OD-G-8012.
12. Para la construcción del cuenco disipador se debe tener en cuenta un diámetro de partículas tal y como lo muestra el diseño hidráulico.
13. Cualquier modificación durante la ejecución de las obras (que modifique pendiente, diámetro y cotas) deberá ser aprobada por el especialista hidráulico de la interventoría y del concesionario.
14. Las excavaciones adicionales para la conformación de entradas y salidas de las obras de drenaje. Se deben ajustar a las condiciones encontradas durante la construcción, atendiendo las recomendaciones presentadas en el volumen V "Estudio, Estabilidad y Estabilización de Taludes", y deben ser aprobadas por el especialista geotécnico.
15. El plan de mantenimiento y conservación, se presenta en el capítulo 6 del Volumen VII "Estudio de Hidrología, Hidráulica y Socavación".

CONVENCIONES

- Relleno
- Empradización
- Pedraplén de conformación

MINISTERIO DE TRANSPORTE

Agencia Nacional de Infraestructura

CONCESIONARIA:
REPRESENTANTE DE LA CONCESIONARIA:
LUIS A. CASTILLO J.
CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR

ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS FASE III DE LA UNIDAD FUNCIONAL 4, DEL CONTRATO 015 DE 2015: FINANCIACIÓN, CONSTRUCCIÓN, REHABILITACIÓN, MEJORAMIENTO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR RUMICHACA - PASTO, SUSCRITO ENTRE LA ANI Y LA CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR S.A.S.

ESTUDIOS Y DISEÑO: CONSORCIO SH
DIRECTOR DE ESTUDIOS Y DISEÑO: JOSE IGNACIO SANZ DELGADO

INTERVENTORÍA: HMV CONSULTORIA
DIRECTOR DE INTERVENTORÍA: DIEGO BENAVIDES JURADO

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA:

FECHA	VERSIÓN	MODIFICACIONES
2016-09-26	1	Comentarios Interventoría
2016-11-02	2	Comentarios Interventoría
2016-01-17	3	Comentarios Interventoría
2017-06-02	4	Comentarios Interventoría
2017-06-15	5	Comentarios Anla

DIBUJÓ: INGETEC
FECHA: 2016-07-15

CONTIENE:
BOX CULVERT QUEBRADA LA MAGDALENA
TERRAPLEN K7+000
PLANTA - PERFIL

ESCALA: INDICADAS
PLANO No.: CSH-4-PL-OD-G-7004-5
HOJA 1 DE 3

INFORME DE JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA SOBRE LA QUEBRADA DE LA MAGDALENA, EN RESPUESTA A LAS SOLICITUDES DE LA ANLA

La ANLA solicita complementar el EIA con la siguiente información. La respuesta a cada punto se encuentra a continuación:

1. **La relación de volúmenes estimados y tipo de material sobrante a disponer para la construcción del terraplén.**

   El Proyecto Pedregal-Pasto consiste en la construcción de una doble calzada de altas prestaciones, ubicada en una zona de alta montaña caracterizada por una orografía montañosa y escarpada. Por esta razón se trata de un proyecto de alta complejidad técnica que implica grandes obras de movimiento de tierras y estructuras mayores. El alto volumen de excavaciones requerido para el cumplimiento del objetivo contractual, trae consigo una alta necesidad de zonas de disposición de sobrantes, para colocar el volumen de excavación requerido que resulta del balance de masas del proyecto.

   En concreto, la estructura diseñada en la Quebrada La Magdalena, involucra un gran volumen de relleno de terraplén que permite así balancear el balance de masas del proyecto, reduciendo consecuentemente la necesidad de zodmes requeridos. Al respecto, el diseño de esta estructura colabora en minimizar los impactos asociados a la ocupación superficial de terreno en general.

   Los materiales que se deben disponer para conformar el terraplén sobre la Quebrada mencionada son los exigidos por el INVIAS en sus Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras, más concretamente en su artículo 220-13. Esto está expresamente especificado en los planos de diseño del proyecto, en concreto en el plano CSH-4-PL-G-G-5006-1 (anexo 1). Este material debe cumplir ciertos parámetros técnicos para asegurar su buen comportamiento en el futuro, en lo referente a asentamientos, deformabilidad, capacidad portante, estabilidad, etc… El artículo 200-13 de INVIAS se adjunta también en el anexo 1. Concretamente, las especificaciones del material de terraplén son las siguientes:

Tabla 220 - 1. Requisitos de los materiales para terraplenes

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Partes del terraplén a las que se aplican		Todas	Todas	Cimiento y Núcleo
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%)	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) *(Nota 2)*	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla 220 - 1 están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 220.5.2.2.2); el CBR se medirá sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

En general se utilizará material del tipo suelo adecuado o tolerable para el núcleo del terraplén y material adecuado o seleccionado para la coronación del terraplén, como se estipula a lo largo de las especificaciones técnicas de INVIAS.

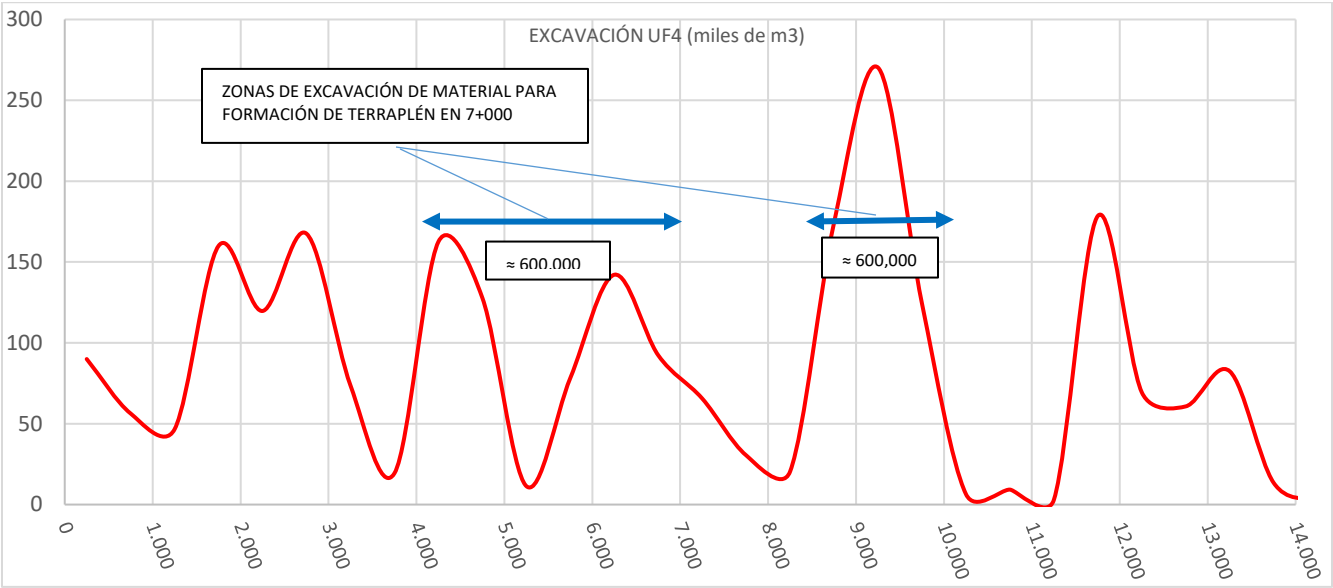
El volumen total de material a disponer en el terraplén de la Quebrada La Magdalena es de 385.000 m3 aproximadamente. Este material se excavará en los cortes y excavaciones de los tramos cercanos al terraplén, los cuales son necesarios para la construcción de la vía objeto del proyecto. En particular el volumen de excavación entre los PKs 4+000 a 7+000 y entre los PKs 8+000 y 10+000 es de

aproximadamente 1.2 millones de m3, por lo que la fracción aprovechable de este material será la que se tiene previsto colocar en el terraplén sobre la Quebrada La Magdalena.

De acuerdo a los volúmenes de excavación diseñados en la zona, se prevé que el terraplén en mención se conforme a partir del material excavado entre los PKs anteriormente citados. En particular, los volúmenes de excavación esperados en la UF4 son los siguientes:

TRAMO (PKs)	EXCAVACIÓN (m3)
0-500	90.000
500-1000	56.000
1000-1500	47.000
1500-2000	160.000
2000-2500	120.000
2500-3000	168.000
3000-3500	74.000
3500-4000	19.000
4000-4500	163.000
4500-5000	128.000
5000-5500	11.000
5500-6000	78.000
6000-6500	142.000
6500-7000	92.000
7000-7500	66.000
7500-8000	30.000
8000-8500	20.000
8500-9000	174.000
9000-9500	270.000
9500-10000	124.000
10000-10500	6.000
10500-11000	9.000
11000-11500	3.000
11500-12000	179.000
12000-12500	69.000
12500-13000	61.000
13000-13500	82.000
13500-14000	13.000
14000-14500	4.000
14500-15000	13.000

Estos valores se han representado en el siguiente gráfico:



2. **<u>Análisis de la Integridad de la estructura hidráulica que permita determinar que las dimensiones de la misma y forma garantizan que no colapsará por el terraplén.</u>**

En el anexo 2 se encuentra el diseño estructural del box culvert que canaliza el cauce a través del terraplén, mediante el cual, se garantiza la estabilidad y resistencia estructural de la obra de drenaje. Estos cálculos estructurales han sido elaborados por empresas especialistas en el diseño de estructuras y aprobados por la propia Interventoría del proyecto.

Asimismo, se verifica y constata que los cálculos estructurales realizados cumplen con todo lo exigido en la normativa técnica y legislación vigente.

Desde el punto de vista estructural, el diseño del arco en concreto fue realizado teniendo en cuenta la sección resultante del diseño hidráulico y las condiciones de relleno de la estructura, así como los parámetros y recomendaciones geotécnicas. En el diseño estructural se contempló el relleno máximo de 40m y el mínimo de 20m obteniendo los espesores y el refuerzo producto de los análisis realizados teniendo en cuenta el tipo de estructura y el cumplimiento de las normas vigentes.

Adicionalmente desde el punto de vista geotécnico, para el análisis de integridad de la estructura se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- En el diseño estructural se consideró el efecto de la sobrecarga de los rellenos sobre la bóveda, los cuales se estimaron a partir del peso unitario de un relleno compactado y la altura del terraplén, la cual es variable a lo largo de la estructura.

- No obstante lo anterior, como medida para reducir la magnitud de esta sobrecarga, en el cuerpo del terraplén se proyectó la instalación de una capa de poliestireno expandido por encima de la clave de la bóveda con el propósito de generar un efecto de zanja inducida, lo cual genera una reducción en las fuerzas verticales sobre la estructura.

3. **Los estudios geotécnicos del terraplén, así como el análisis de factores de seguridad y riesgo de desplazamiento frente a cargas externas, incluyendo las asociadas a la presión del cuerpo de agua bajo condiciones de represamiento. Definir las estructuras de confinamiento, contención y taludes del terraplén.**

En el anexo 3 se encuentra el diseño geotécnico del terraplén y del box culvert que canaliza al cauce a través del mismo. En particular, los volúmenes IV y V de cimentaciones y estabilidad de taludes respectivamente. En estos volúmenes de diseño se encuentran todas las justificaciones y verificaciones técnicas mediante las cuales, se garantiza la estabilidad geotécnica y la capacidad portante de la solución. Estos cálculos geotécnicos han sido elaborados por empresas especialistas en el tema y aprobados por la propia Interventoría del proyecto (en el anexo 3 también se incluye la aprobación del volumen de geotecnia y taludes de la UF4 por parte de la interventoría del Proyecto).

La evaluación de la estabilidad general del terraplén se realizó mediante el análisis de equilibrio límite utilizando la metodología de Spencer para un mecanismo de falla rotacional, para ello se seleccionaron la sección de mayor altura. Dentro de los análisis se involucraron las condiciones estáticas y pseudoestáticas para un comportamiento drenado de los materiales. Partiendo de estos valores se obtiene un factor de seguridad adecuado con un terraplén de altura máxima entre bermas de 10m, berma de 4 m de ancho e inclinación del talud de 1,7H:1V. Los detalles del estudio de estabilidad y las memorias de cálculo que soportan estas recomendaciones se encuentran en el informe CSH-4-VD-G-G-5000-2, capítulo 7.2 (anexo 3).

Para el caso de un evento de posible represamiento, se realizó un análisis de estabilidad, con un nivel de inundación que corresponde a 1.5 veces la altura de la obra de drenaje (Figura 1). Bajo estas condiciones se obtiene un factor de seguridad de 1.34 en el talud aguas abajo, el cual es adecuado para este escenario. En el talud aguas arriba se tiene una condición más favorable de estabilidad debido al efecto estabilizante de la presión hidrostática.

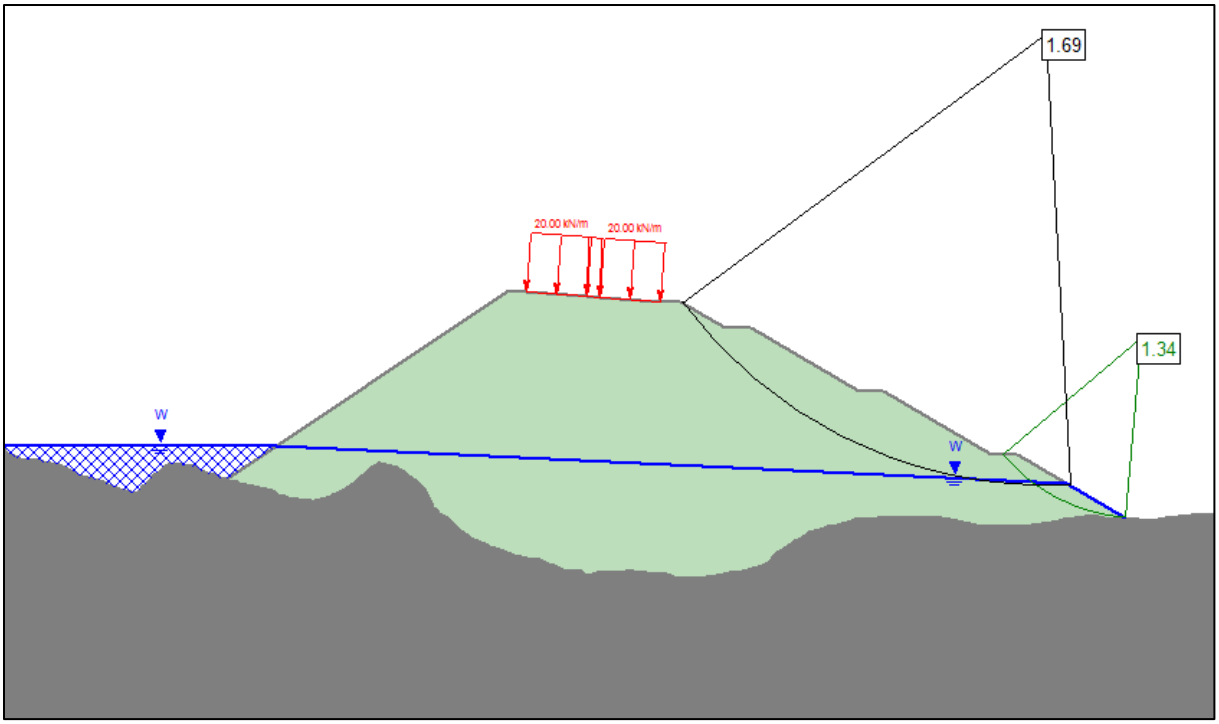


Figura 1. Modelo represamiento terraplén K7

Los detalles de las estructuras en gaviones de entrada y salida se encuentran en el plano CSH-4-PL-OD-G-7004-2, los anexos correspondientes a la revisión de estabilidad geotécnica de estas estructuras. Los diseños se encuentran en el Volumen VII - Hidráulica (anexo 4).

A continuación, se particularizan las aclaraciones necesarias en referencia a los estudios geotécnicos:

3.1. Condiciones de cimentación:

El terraplén localizado entre el K6+900 y el K7+050 tiene una altura máxima de 44,5 m, extendiéndose a lo largo de 280 m. La estratigrafía del material de cimentación del terraplén corresponde a un aglomerado volcánico conformado por gravas gruesas angulosas de andesitas, color marrón oscuro a marrón amarillento, poco litificado, que corresponde a un nivel de meteorización II-A y que tiene un espesor de 3 m. Subyaciendo este estrato, entre los 3,00 y los 7,50 m de profundidad, se espera la misma roca en un nivel de meteorización IIB. Finalmente, hasta la profundidad de investigación del subsuelo se encuentra la roca sana (nivel de meteorización III).

3.2. Conformación del terraplén:

De acuerdo con las especificaciones establecidas, el terraplén será conformado por material granular de acuerdo con las especificaciones para un material de terraplén previstas en el Artículo 220-13 del Instituto Nacional de Vías. En esta especificación se definen entre otros, las características granulométricas de los materiales a emplear, su plasticidad, las condiciones de compactación y los controles de obra correspondientes. Dadas las características exigidas para

estos materiales, el terraplén estará conformado por materiales permeables y en los cuales los procesos de deformación se desarrollarán durante el proceso constructivo, sin producirse de manera diferida en el tiempo, lo cual asegura que no se producirán asientos a largo plazo en el terraplén.

3.3. Asentamientos:

Los asentamientos esperados a nivel de los estratos de cimentación del terraplén son menores, teniendo en cuenta que el suelo de cimentación del terraplén corresponde al macizo rocoso conformado por el aglomerado volcánico, el cual dadas sus características de litificación resulta poco deformable ante las cargas impuestas por el terraplén. Debido a la granulometría de estos materiales (gravas gruesas angulosas), los asentamientos serán de carácter elástico e inmediato, no se esperan asentamientos por consolidación (diferidos en el tiempo).

Con relación a los asentamientos del cuerpo del terraplén, los asentamientos serán inmediatos y ocurrirán durante el proceso constructivo debido a que se trata de materiales granulares que se deformarán de manera elástica a medida que se conformen las capas de relleno. No obstante lo anterior, como se explica más adelante, el diseño del terraplén incorpora unas medidas de monitoreo y control de asentamientos para prevenir cualquier anomalía durante y después de la construcción. Estas medidas consisten en 17 puntos de control topográfico y un inclinómetro.

3.4. Estabilidad general del terraplén:

La estabilidad general del terraplén se analizó mediante un análisis de equilibrio límite en el cual se consideraron tanto las propiedades de resistencia de los materiales de conformación del terraplén como del suelo de cimentación. De esta manera se consideraron los mecanismos de falla que podrían presentarse tanto en el cuerpo del terraplén como a nivel de su cimentación. A partir de estos análisis se estableció la geometría de los taludes, la cual satisface los criterios de estabilidad establecidos en las normas correspondientes (NSR-10). Este análisis de estabilidad se encuentra en el anexo 3.

3.5. Instrumentación geotécnica:

Como parte del diseño del terraplén, tal y como se detalle en el volumen V, incluido en el anexo 3, se contempla la instalación de 17 mojones distribuidos en las bermas de los taludes y un inclinómetro/piezómetro localizado en la corona del terraplén. El propósito de este plan de instrumentación es el de hacer un seguimiento de posibles deformaciones no esperadas en el cuerpo del terraplén. En los mojones se llevará a cabo un control de desplazamientos superficiales verticales y horizontales, y en el inclinómetro/piezómetro se podrá hacer un seguimiento de las distorsiones que puedan presentarse al interior del cuerpo del terraplén, así como los niveles de agua al interior de los rellenos.

Respecto al plan de monitoreo se plantea que durante los tres meses siguientes a la construcción se deberán realizar dos lecturas topográficas y una lectura del inclinómetro/piezómetro por semana. Los siguientes tres meses deberán tomarse mediciones topográficas y del inclinómetro/piezómetro quincenalmente. A partir de este momento si no se observan deformaciones significativas se podrá disminuir la frecuencia de medición a una lectura mensual.

4. **<u>Perfiles hidráulicos de la Quebrada La Magdalena que permitan determinar los caudales, niveles máximos y velocidades alcanzados para un caudal de retorno de 50, 100 y 500 años.</u>**

   En el plano CSH-4-PL-OD-G-7004-4 adjunto (anexo 5) se presentan los niveles de flujo, correspondiente a los periodos de retorno de 20, 25, 50, 100 y 500 años. Presentando los niveles máximos alcanzados por la profundidad subsecuente en la formación del resalto. En el informe se presentan las velocidades máximas obtenidas para el caudal de un periodo de retorno de 25 años. Como conclusión, se puede evidenciar, que en ningún caso se produce el agotamiento de la capacidad hidráulica del box culvert y, por tanto, no existe riesgo de represamiento.

5. **<u>Los diseños de la capacidad hidráulica del box culvert, bajo condiciones extremas, por lo cual se recomienda utilizar periodos de retorno mayores, presentando, tal y como lo establece el Manual de Drenajes de Invias, la debida justificación.</u>**

   En el anexo 4 se incluye el volumen de diseño de hidrología y drenaje, el cual incluye la ingeniería de detalle referente a los diseños hidráulicos de toda la Unidad funcional 4 del proyecto y sus obras de drenaje, y en particular, los referentes al box culvert de la quebrada de la Magdalena.

   En concreto, a continuación, se realizan las aclaraciones solicitadas por la ANLA:

   1) El periodo de retorno utilizado para el dimensionamiento ha sido de 20 años, tal y como estipula el manual de drenaje de carreteras de Colombia (adoptado mediante Resolución 000024 de 2011 del Ministerio de Transporte, y de obligatorio cumplimiento para nuestro Contrato de Concesión) para el dimensionamiento de alcantarillas de gran tamaño, de acuerdo a la tabla 2.8, en la cual se estipula la obligatoriedad de utilizar los periodos de retorno en ella estipulados. Sin embargo, a la vista de que se trata de una obra de drenaje importante, se han considerado en el diseño diversos aspectos que permiten afirmar que el diseño de la capacidad hidráulica de la obra está ampliamente sobredimensionado y con márgenes generosamente holgados. Estos aspectos se describen a continuación:

   2) Actualmente existe una obra de drenaje en la vía actual, aguas arriba de la obra diseñada, la cual tiene unas dimensiones de 4 m x 3 m. Esta obra de drenaje está funcionando correctamente para el caudal que drena desde que fue construida, varias décadas atrás. La nueva obra de drenaje proyectada, que recibe un caudal similar, tiene dimensiones de 10 m x 6.5 m.

   3) Dada la importancia de esta obra, se han realizado los cálculos de hidrología utilizando 3 métodos hidrológicos diferentes y tomando el más conservador de los 3. En concreto, se han utilizado: El método del hidrograma unitario, del United States Soil Conservation Service, SCS; Método del histograma de Snyder; y método del histograma de Clark. Estos 3 métodos están todos contemplados en el Manual de Drenaje de INVIAS y se describen y explican en el anexo 4 (volumen de hidrología y drenaje de la Unidad Funcional 4).

   4) Es importante resaltar que las metodologías SCS, Snyder y Clark, arrojan caudales diferentes para los diferentes periodos de retorno, sin embargo, por la diversidad de las cuencas en que se basaron para cada una de las investigaciones, y que en muchos casos se ajustan de manera diferente a la morfología de las mismas, en la mayoría de los casos, teniendo en cuenta la certidumbre de estos

modelos, se recurre a realizar promedios de los resultados. Sin embargo, para el diseño de la estructura sobre la Quebrada La Magdalena, se adoptó el resultado obtenido con el histograma unitario del SCS, por ser el más conservador, despreciando los valores de los otros 2 métodos hidrológicos. Si se adoptaran los resultados de las otras metodologías (ambas aceptadas por el Manual de drenaje) se podría afirmar que la obra se estaría dimensionando incluso para TR superiores a los 100 años.

5) Por ejemplo, el caudal considerado para el dimensionamiento de la estructura corresponde a un periodo de retorno de 20 años, según el hidrograma unitario del SCS, pero correspondería a un periodo de retorno de 25 años, según el hidrograma de Snyder y de 100 años, según el hidrograma de Clark. Esto significa que, si se hubiese elegido el método de Clark, por ejemplo, el cual está aceptado y propuesto por el propio Manual de Drenaje de Colombia, se puede afirmar que la obra se ha dimensionado para un periodo de retorno de 100 años. Los caudales considerados por estos 3 métodos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2.31 Caudales de la quebrada La Magdalena

Tr	Cuenca	Área (km²)	Tc (min)	CN	Q (m³/s)		
					HU SCS	HU Snyder	HU Clark
5	Q. La Magdalena	36,5	154	81	26,2	25,3	17,4
10					35,3	34,2	23,4
20					44,9	43,5	29,7
25					48,15	46,7	31,8
50					58,4	56,7	38,6
100					69,3	67,2	45,7

6) Por el tamaño de la cuenca se adoptó un valor mayor de Curva CN, asumiendo como criterio conservador que toda la cuenca está totalmente saturada (lo cual no es real, pero sí es muy conservador) y por lo tanto la precipitación al caer en el suelo se convierte en escorrentía de forma directa y las perdidas (evapotranspiración, encharcamiento u otros) son mínimas, lo que repercute en que la respuesta hidrológica de la cuenca presente los valores más altos de caudales lo que brinda mayor seguridad para el dimensionamiento de las obras. En conclusión, el manual de drenaje estipula un valor de CN = 65 para el periodo de retorno considerado, sin embargo, El Concesionario ha utilizado un valor de CN=81, permitiendo así ser más conservador aún en el dimensionamiento de la obra.

7) Adicionalmente, también se han tomado hipótesis conservadoras en lo referente a las curvas de lluvia – área de la cuenca. El factor de reducción para la cuenca de la quebrada La Magdalena, cuya área de drenaje hasta el cruce de la vía es de 36,6 km² y la duración del aguacero de 1,5 horas sería de 0,3 aproximadamente. Teniendo en cuenta la importancia de la obra, en lugar del valor anterior se ha empleado un factor de reducción por área conservador de 0.75 para el rango de áreas y duraciones indicadas, el cual se ha calibrado en estudios realizados por INGETEC como es el de "Análisis y Caracterización de Tormentas de la Sabana de Bogotá". Con este factor adoptado se presentan caudales conservadores para el diseño de las estructuras hidráulicas. Ver página 40 del volumen VII de la UF4, incluido en el anexo 4.

8) Para el periodo de retorno considerado finalmente en el diseño, con el caudal empleado para el diseño y con los parámetros conservadores descritos en los puntos anteriores, se realizó el dimensionamiento de la capacidad hidráulica del box, obteniendo que, para esta condición de máximos, la máxima altura de la lámina de agua, la cual se forma después del resalto hidráulico, es de 2.21 m. La altura total del box desde la cara superior de la losa de cimentación hasta la cara inferior de su techo es de 6.5 m, lo cual nos indica que el margen de capacidad hidráulica es de (6.5x100)/2.21 = 295%.

Teniendo en cuenta los puntos anteriores, se concluye que, para la estructura sobre la Quebrada La Magdalena, dada su importancia y sus dimensiones, El Concesionario ha considerado muchos parámetros especiales y conservadores, de acuerdo a criterios técnicos razonables que permiten afirmar que el diseño de la capacidad hidráulica de la alcantarilla está ampliamente sobredimensionado.

En el numeral 3.5.4 del documento CSH-4-VD-G-G-7000-4 (anexo 4) se describe el análisis hidráulico del Box Culvert K7+000. Teniendo en cuenta la fuerte pendiente de la quebrada el planteamiento de diseño contempló que en fondo del canal se plantearán escalones, definiendo un comportamiento de flujo saltante, el cual se caracteriza por un flujo subcritco y el dimensionamiento de la longitud del escalón (l), que permite el desarrollo del resalto, permitiendo que el flujo vuelva a la condición subcritica.

Además, tal como se pude observar en el plano del anexo 5, la máxima altura del flujo estará dada por la profundidad conjugada del resalto (d2), que varía entre 2,4 m y 3,4 m de altura para los periodos de retorno de 20, 25, 50, 100 y 500 años. Por lo anterior, se puede concluir que el máximo nivel (3,4 m para 500 años de periodo de retorno) corresponden al 53 % de la altura (6.4 m) de la obra, con lo que se contaría con capacidad y aireación suficiente.

Un caudal medio de creciente es asumido como el caudal que se presenta para un periodo de 2.33 años; Por lo que periodos de retorno mayores se pueden considerar caudales extremos. Un caudal de 25 años es superior a las recomendaciones establecidas por el Manual para Box Culverts, en el cual se establece un periodo de retorno de 20 años, sin embargo, es importante aclarar que el diseño presentado, consideró un caudal de 25 años para el funcionamiento hidráulico en flujo rasante y flujo saltante, lo anterior no significa que el conducto no tenga capacidad hidráulica para caudales mayores, tal como se puede ver en el anexo 5. La máxima altura del flujo estará dada por la profundidad conjugada del resalto (d2), que varía entre 2,4 m y 3,4 m de altura para los periodos de retorno de 20, 25, 50, 100 y 500 años. Por lo anterior, se puede concluir que el máximo nivel (3,4 m para 500 años de periodo de retorno) corresponden al 53 % de la altura (6.4 m) de la obra, con lo que se contaría con capacidad y aireación suficiente.

6. Balance de energía de la estructura hidráulica, carga hidráulica (diferencia de niveles entre el tramo 1 y el tramo 3) y longitud de protección (longitud del enrocada entre la transición y el canal de tierra).

El perfil escalonado se ha analizado con base, a experimentos y se desarrolla en relación al caudal unitario de vertido, altura de escalón y pendiente de la rápida, por lo anterior es de esperarse que cuando existe un vertido determinado y una relación h/l definida, se presente un tipo de flujo y por tal motivo la disipación de energía conforme al caudal de vertido.

Con base en lo anterior, se establece que la disipación de energía en un flujo escalón por escalón, ocurre debido al choque y mezcla del flujo, y por la formación de un salto hidráulico en el escalón. Si se toma en cuenta que la pérdida de energía en los escalones intermedios es cercana a la altura del escalón, la pérdida total de energía es igual a la diferencia entre la carga máxima y la carga residual en el final del canal.

En el documento CSH-4-VD-G-G-7000-4 (anexo 4), se presenta el diseño de la estructura de disipación tipo cuenco de amortiguación, aguas abajo de la estructura. En el anexo 4 también se pueden observar las obras de protección diseñadas.

7. **Diseños de estructuras de alivio que se encarguen de los caudales que pudieran hacer trabajar el sistema en condiciones de "tubo lleno".**

   Las condiciones para un caudal asociado a un periodo de retorno de 500 años no producen que el sistema funcione en condiciones de Tubo Lleno, en el plano CSH-4-PL-OD-G-7004-4 se presentan los niveles de flujo en la sección transversal.

8. **Las velocidades estimadas de operación del box culvert tanto al inicio como al final, con el correspondiente análisis de los posibles impactos que el mismo generaría. Las velocidades de diseño deben propender por evitar al máximo la sedimentación de materiales al interior del box culvert, sin generar desgastes que puedan poner en riesgo el correcto funcionamiento de la estructura hidráulica.**

   Las velocidades de operación para los caudales habituales serán del orden de 1,2 m/s, y para el caudal de 25 años usado para el dimensionamiento hidráulico, la velocidad es del orden de 2 m/s. Mientras que para el caudal de 500 años las velocidades son del orden de 3 m/s. Con base en lo anterior se tiene que las velocidades esperadas son superiores a las teóricas, por lo que no se espera que exista sedimentación al interior del box. Es importante aclarar que la capacidad hidráulica es suficiente para caudales de 500 años, sin embargo, la estructura no disipará la misma energía en caso de un evento de estas magnitudes. La completa disipación de energía queda asegurada para el periodo de retorno de 25 años.

9. **Memorias de cálculo, archivos fuente de los programas utilizados y demás hojas de cálculo que contengan las recomendaciones, formulas, parámetros y criterios presentados en el documento. Incluir los resultados de la modelación en formatos Word o PDF a partir de los posibles escenarios que se pudieran presentar.**

   El diseño presentado se realizó según las recomendaciones presentadas en el libro "HYDRAULIC DESIGN OF STEPPED CASCADES, CHANELES, WEIRS AND SPILLWAYS" de Hubert Chanson, en donde se recopilan los resultados de modelaciones y ensayos de laboratorio a escala para este tipo de estructuras de varios autores.

   Las formulas, ecuaciones, y parámetros utilizados, se presentan dentro del documento CSH-4-VD-G-G-7000-4 y sus anexos (anexo 4).

10. **<u>Información de entrada para la obtención del Numero de Curva, este necesita información de suelos, cobertura, y pendientes de la cuenca.</u>**

    Por el tamaño de la cuenca se adoptó un valor mayor de Curva CN, asumiendo como criterio conservador que toda la cuenca está totalmente saturada y por lo tanto la precipitación al caer en el suelo se convierte en escorrentía de forma directa y las perdidas (evapotranspiración, encharcamiento u otros) son mínimas, lo que repercute en que la respuesta hidrológica de la cuenca presente los valores más altos de caudales lo que brinda mayor seguridad para el dimensionamiento de las obras. Los detalles y criterios adoptados se encuentran en el anexo 4.

    Por el tamaño de la cuenca se adoptó un valor mayor de Curva CN, asumiendo como criterio conservador que toda la cuenca está totalmente saturada (lo cual no es real, pero sí es muy conservador) y por lo tanto la precipitación al caer en el suelo se convierte en escorrentía de forma directa y las perdidas (evapotranspiración, encharcamiento u otros) son mínimas, lo que repercute en que la respuesta hidrológica de la cuenca presente los valores más altos de caudales lo que brinda mayor seguridad para el dimensionamiento de las obras. En conclusión, el manual de drenaje estipula un valor de CN = 65 para el periodo de retorno considerado, sin embargo, El Concesionario ha utilizado un valor de CN=81, permitiendo así ser más conservador aún en el dimensionamiento de la obra.

11. **<u>Las medidas de seguimiento geotécnico y de integridad de la estructura que permita monitorear permanentemente (construcción y operación) tanto la estructura hidráulica como el terraplén.</u>**

    Como parte del diseño del terraplén se contempla la instalación de 17 mojones distribuidos en las bermas de los taludes y un inclinómetro/piezómetro localizado en la corona del terraplén. El propósito de este plan de instrumentación es el de hacer un seguimiento de posibles deformaciones en el cuerpo del terraplén. En los mojones se llevará a cabo un control de desplazamientos superficiales verticales y horizontales, y en el inclinómetro/piezómetro se podrá hacer un seguimiento de las distorsiones que puedan presentarse al interior del cuerpo del terraplén, así como los niveles de agua al interior de los rellenos.

    Durante los tres meses siguientes a la construcción del terraplén se deberán realizar dos lecturas topográficas y una lectura del inclinómetro/piezómetro por semana. Los siguientes tres meses deberán tomarse mediciones topográficas y del inclinómetro/piezómetro quincenalmente. A partir de este momento si no se observan deformaciones significativas se podrá disminuir la frecuencia de medición a una lectura mensual.

    Los detalles se incluyen en el anexo 4, que es el volumen de diseño de hidráulica e hidrología de la Unidad Funcional 4.

12. **<u>El programa de mantenimiento periódico del box culvert, durante la fase de operación del mismo. No se evidencian dentro de los documentos allegados, los detalles de las estructuras de acceso para realizar el mantenimiento tales como manholes (pozos de inspección y de limpieza) o la adecuación de posibles accesos vehiculares, en caso que se requieran.</u>**

Dentro del informe se han incluido las recomendaciones de mantenimiento, las cuales corresponden a:

- Para el mantenimiento de la estructura escalonada que compone el box culvert es posible que se dé la acumulación de sedimentos, razón por la cual se plantearon rampas para acceso de un mini cargador, Bobcat, el cual podrá recorrer el tramo y limpiar o remover excesos de sedimentos o rocas que no hayan sido removidas por la corriente. Este procedimiento se deberá hacer periódicamente, antes de inicio de la temporada de lluvias, y durante esta temporada se debe hacer el seguimiento constante de la estructura.

- Para el control, que se puede llegar a presentar en esta estructura por la deposición de sedimentos y rocas, se proyectó una estructura para el control de bolos de mayor tamaño, el cual funciona como deflector de los materiales de arrastre. Sin embargo, esta estructura requiere de un mantenimiento periódico, el cual se considera se debe realizar antes del periodo de lluvias. Durante el periodo de lluvias es necesario realizar el control semanal de la obra y según el estado solicitar un mantenimiento prioritario.

  Lo anterior teniendo en cuenta que la zona presenta un comportamiento bimodal de altas precipitaciones, y que antes y durante estos periodos se debe realizar inspección de la obra ante la ocurrencia de cualquier evento de precipitaciones con intensidades medias altas, inclusive así no se esté en épocas de invierno, las inspecciones se deben realizar ante cualquier evento de alta intensidad de precipitación.

No obstante, durante la etapa de construcción se deberá prever el acceso para la construcción y posterior inspección y mantenimiento.

13. Anexos

1. Anexo 1: Especificaciones de los materiales para construir el terraplén sobre la Quebrada de La Magdalena
2. Anexo 2: Diseño estructural del box culvert en la Quebrada de La Magdalena
3. Anexo 3: Diseños geotécnicos, de taludes y de estabilidad del terraplén y la estructura en la Quebrada La Magdalena
4. Anexo 4: Diseños de hidrología y drenaje del box culvert en la Quebrada de La Magdalena.
5. Anexo 5: Plano con perfiles hidráulicos de la Quebrada La Magdalena

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
República de Colombia

SINA

FORMULARIO ÚNICO NACIONAL DE SOLICITUD DE OCUPACION DE CAUCES, PLAYAS Y LECHOS
Base legal: Ley 99 de 1993, Decreto LEY 2811 DE 1974 ,Decreto 1541 DE 1978

DATOS DEL SOLICITANTE

1. Persona Natural ☐
   Persona Jurídica ☒ Pública ☐ Privada ☒
2. Nombre o Razón Social: SOCIEDAD CONCESIONARIA VIAL UNION DEL SUR
   C.C. ☐ NIT ☒ No. 900880846-3 de
   Dirección: CARRERA 30ª No. 12ª-24 BARRIO SAN IGNACIO Ciudad: PASTO
   Teléfono (s): 7364584 Fax: E-mail: asistentegerencia@uniondelsur.co
   Representante Legal: GERMAN DE LA TORRE LOZANO
   C.C. No. 79.326.611 de BOGOTA
   Dirección: CARRERA 30ª No. 12ª-24 BARRIO SAN IGNACIO Ciudad: PASTO
   Teléfono (s): 7364584 Fax: E-mail: gestiondocumental@uniondelsur.co
3. Apoderado (si tiene): T.P.:
   C.C. No. de
   Dirección: Ciudad:
   Teléfono (s): Fax: E-mail:
4. Calidad en que actúa: Propietario ☐ Arrendatario ☐ Poseedor ☐ Otro ☐ Cual?

INFORMACIÓN GENERAL

1. Nombre del predio o sucursal: 52354-00-00-0015-0103-000 Área: 22,6 Ha ☒ m² ☐
2. Dirección del predio: LA VICTORIA Urbano ☐ Rural ☒
3. Departamento: NARIÑO Municipio: IMUES Vereda o barrio: PILCUAN
4. Sector: PEDREGAL - TANGUA Actividad: AGROPECUARIA
5. Nombre del propietario del predio: MARIA PANTOJA NANDAR
6. Costo del proyecto: $ 474.529.727.000 Valor en letras: CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS VEINTINUEVE MILLONES SETECINETOS VEINTISIETE MIL PESOS M/C

INFORMACIÓN CAUCE, LECHO/ PLAYA

1. Nombre de la fuente hídrica: FUENTE SIN NOMBRE Cuenca: RIO GUÁITARA
2. Longitud: 1348,73 Unidad: METROS Ancho: Unidad:
3. Departamento: NARIÑO Municipio/Localidad: IMUES Vereda/Barrio: PILCUAN
4. Coordenadas: Y 606813,02 X 957046,69
5. Uso de la fuente en el área de influencia: AGROPECUARIA
6. Características de la fuente hídrica en el sitio de la obra:
   Pendiente del lecho: 15 %
   Alineamiento: Recto ☐ Meándrico ☒ Otro ☐ Cuál?

INFORMACIÓN DE LA OBRA A EJECUTAR

7. Descripción de la obra: BOX CULVERT
   Longitud (m): 42 Altura (m): 2,5 Área de Ocupación (m²): 105 Ancho (m): 2,5
8. Sección: Circular ☐ Trapezoidal ☐ Triangular ☐ Cajón ☒ En U ☐ Abovedada ☐
9. Recursos naturales a aprovechar: APROVECHAMIENTO FORESTAL
10. Licencia o permiso. Resolución No. Fecha:
11. Tipo de Ocupación : Permanente ☒ Provisional ☐

DOCUMENTACIÓN QUE DEBE ANEXAR A LA SOLICITUD

1. Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante
   Sociedades: Certificado de existencia y representación legal
   Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal. Personería Jurídica y/o Certificación e Inscripción de Dignatarios (expedida por la Gobernación)
2. Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
   Propietario del inmueble: Certificado de libertad y tradición (fecha de expedición no superior a 3 meses)
   Tenedor: Copia del documento que lo acredite como tal (contrato de arrendamiento, comodato, etc.) o autorización del propietario o poseedor.
   Poseedor: Manifestación escrita y firmada de tal calidad
3. Certificado de existencia y representación legal para el caso de persona jurídica, el cual debe haber sido expedido dentro de los tres (3) meses anteriores a la fecha de presentación de la solicitud.
4. Autorización del propietario o poseedor cuando se actúe como mero tenedor o por contrato de arrendamiento.
5. Certificado de tradición expedido máximo con tres (3) meses de antelación.
6. Plano de localización de la fuente hídrica en el área de influencia.
7. Planos y memoria de cálculo.

FIRMA DEL SOLICITANTE O APODERADO DEBIDAMENTE CONSTITUIDO

FECHA:

18 DE NOVIEMBRE DE 2016

ASOAM

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS, EIA 2

GÉMINIS CONSULTORES S.A.S.

Agrosoluciones Ambientales S.A.S
Calle 132 A No. 58 C – 67 Tel: 6313034
contacto@asoam.co

AGROSOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.

AREA DE INGENIERIA

INFORME TÉCNICO DE ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE SUELOS, EIA 2.

APROBADO POR:

AGROSOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.

BOGOTA, 18 DE NOVIEMBRE DE 2016.

ASOAM

CONTROL DE CAMBIOS DOCUMENTO

Este cuadro es el registro de todas las revisiones generadas sobre este documento todas las versiones anteriores a esta revisión serán destruidas.

REVISIÓN*	FECHA	EMPRESA ORIGINÓ	ORIGINÓ	REVISÓ	APROBÓ	APROBÓ CLIENTE	PÁG.	DESCRIPCIÓN
I	18-11-2016	ASOAM	RMBP	ICMR	ICMR			Documento Versión 1.

**** I: Revisión Interna; C: Revisión Cliente***

ASOAM

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO 1
1. OBJETIVOS 2
1.1. OBJETIVO GENERAL 2
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 2
2. MARCO TEÓRICO 2
2.1. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO 2
2.2. INDICADORES FÍSICOS DE LOS SUELOS 3
2.3. INDICADORES QUÍMICOS DEL SUELO 5
2.4. INDICADORES PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL SUELO EN RELACIÓN A LOS METALES PESADOS 7
3. INFORMACIÓN GENERAL ESTUDIO 7
3.1. DESCRIPCION GENERAL LUGAR DE ESTUDIO 7
3.1.1. Clima 7
3.1.2. Temperatura 8
3.1.3. Precipitación 8
3.1.4. Humedad relativa 9
3.1.5. Brillo y radiación solar 9
3.1.6. Evaporación 9
3.1.7. Vientos 9
3.1.8. Hidrología 10
3.1.9. Geología 12
3.1.10. Puntos de muestreo 13
4. METODOLOGIA DE MEDICIÓN 16
4.1. EQUIPOS Y MATERIALES 16
4.2. RECIPIENTES 16
4.3. SELECCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO: 16
4.4. MÉTODO DE MUESTREO 17
4.4.1. Muestreo en cuadricula o rejilla 17
4.4.2. Toma de muestra 17

4.5. METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO 18
4.5.1. Humedad natural 18
4.5.2. Granulometría 18
4.5.3. Calculo de la permeabilidad 19
5. RESULTADOS Y ANALISIS 20
5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MUESTRA 20
5.2. HUMEDAD DE CAMPO 20
5.3. GRANULOMETRÍA 22
5.3.1. Curvas de granulometría 24
5.4. PERMEABILIDAD O CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA 26
5.5. ANÁLISIS DE METALES EN SUELOS 27
5.6. CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIONICO 33
5.7. TPH 34
6. CONCLUSIONES 38
7. BIBLIOGRAFIA 38
8. ANEXOS 39
ANEXO 1- CERTIFICADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO 40
ANEXO 2-RESOLUCIONES IDEAM 60
ANEXO 3- MATERIAL FOTOGRÁFICO 102
CONTROL DEL DOCUMENTO 105

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores Físicos de Calidad 4
Tabla 2. Indicadores Químicos de Calidad del Suelo 6
Tabla 3. Clasificación según Capacidad de Intercambio Catiónico. 6
Tabla 4. Coordenadas de los Sondeos Realizados. 13
Tabla 5. Identificación de puntos de apiques, tramo Pedregal- Pasto. 20
Tabla 6. Profundidades y humedades. 21
Tabla 7. Granulometría Apique N°4. 22
Tabla 8. Granulometría Apique N°5. 22
Tabla 9. Granulometría Apique N°6. 23
Tabla 10. Granulometría Apique N°7. 23
Tabla 11. Resultados de Permeabilidad. 26
Tabla 12. Resultados de metales Totales 27
Tabla 13. Resultados de Capacidad de Intercambio Catiónico. 33
Tabla 14. Resultados TPH 35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Triangulo de Texturas. 5
Figura 2. Escorrentías superficiales del sector de estudio. 11
Figura 3. Geología general del área de estudio, Pedregal-Pasto. 12
Figura 4. Localización puntos de muestreo tramo Pasto-Pedregal. 14
Figura 5. Granulometría. 19
Figura 6. Curva permeabilidad. 20
Figura 7. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Apique N°4. 36
Figura 8. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Apique N°5. 36
Figura 9. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Apique N°6. 37
Figura 10. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Pasto. 37

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Porcentaje de humedad. 21
Gráfico 2. Curva Granulométrica Apique N°4. 24
Gráfico 3. . Curva Granulométrica Apique N°5. 24
Gráfico 4. . Curva Granulométrica Apique N°6. 25
Gráfico 5. Curva Granulométrica Apique N°7. 25
Gráfico 6. Variación Arsénico Total. 28
Gráfico 7. Variación Bario Total. 28

Gráfico 8. Variación Calcio Total. 29
Gráfico 9. Variación Magnesio Total. 30
Gráfico 10. Variación Cobalto Total..... 31
Gráfico 11. Variación Potasio Total. 32
Gráfico 12. Variación Sodio Total. 33
Gráfico 13. Variación Capacidad de Intercambio Catiónico. 34

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1- Certificados De Análisis De Laboratorio

Anexo 2-Resoluciones Ideam

Anexo 3- Material Fotográfico

ASOAM

RESUMEN EJECUTIVO

La organización **GÉMINIS CONSULTORES S.A.S** contrató los servicios de **AGROSOLUCIONES AMBIENTALES S.A.S.,** para la realización de un estudio de caracterización de suelos en el área de influencia del proyecto localizado en un trayecto de 80 Km, entre Pedregal y Pasto, ubicados en el departamento de Nariño, a fin de dar cumplimiento a los requerimientos de su programa de control y seguimiento ambiental.

Las muestras de suelo se tomaron en cuatro (4) puntos, los cuales fueron definidos por el cliente. El trabajo de campo se realizó entre los meses de octubre y noviembre de 2016. El presente informe de caracterización fisicoquímica (metales totales), capacidad de intercambio iónico y TPH, correspondiente a la intención de la compañía de conocer las condiciones de suelo en los puntos de estudio distribuidos en esta zona.

Los resultados de la caracterización fisicoquímica de los suelos ubicados en el área de proyecto, como parte del estudio de impacto ambiental en el departamento de Nariño, se presentan y analizan a continuación.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar caracterización línea base de calidad físico química e identificación de niveles de permeabilidad de acuerdo a las pruebas de percolación, con objeto de determinar análisis y viabilidad técnica de la solicitud de permiso de vertimientos en suelos, para el tramo Pasto – Pedregal en el departamento de Nariño.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la concentración de parámetros fisicoquímicos (metales pesados) en las muestras recolectadas de suelos provenientes de la zona de estudio Pedregal-Pasto.
- Realizar análisis de pruebas de Percolación y Capacidad de Intercambio Catiónico y TPH de la zona de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

El monitoreo y la evaluación de los suelos localizados en el área de estudio como parte del Estudio de Impacto Ambiental, en el departamento del Nariño, permiten verificar si existe o no cumplimiento frente a la normatividad ambiental competente.

2.1. INDICADORES DE LA CALIDAD DEL SUELO

Los indicadores directos comúnmente utilizados corresponden a propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. La capacidad productiva del suelo puede ser evaluada indirectamente con el rendimiento de los ecosistemas (agrícolas, forestales, ganaderos). Según la Natural Resources Conservation Service – NRCS – (2004) los indicadores de la calidad del suelo deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Ser fáciles de medir.
- Medir los cambios en las funciones del suelo.
- Abarcar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Ser accesibles a los evaluadores y aplicables en condiciones de campo.
- Ser sensibles a las variaciones climáticas y de manejo.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Los indicadores de calidad permiten analizar la situación actual e identificar puntos críticos con respecto a la sustentabilidad del suelo como medio productivo o bien como recurso natural importante para la calidad de vida y manutención de la biodiversidad. Además permiten analizar los posibles impactos antes de una intervención; monitorear el impacto de la intervención y ayudar a determinar si el uso del recurso es sustentable (Hünnemeyer et al., 1997). Los indicadores pueden ser variables cualitativas (afloramiento del subsuelo, aparición de canalículos de erosión, aparición de encharcamiento, entre otros), variables cuantitativas (tasa de infiltración, capacidad de intercambio catiónico, pH, cantidad de nemátodos u otros) o bien índices compuestos por la relación entre diferentes variables (Astier-Calderón, 2002). La evolución de la calidad del suelo puede determinarse de manera comparativa o relativa. Para esto puede compararse la evolución de un sistema a través del tiempo (comparación longitudinal), u observar simultáneamente uno o más sistemas de manejo alternativo con una referencia (comparación transversal) (Masera et al., 1999).

2.2. INDICADORES FÍSICOS DE LOS SUELOS

Existe una variedad de indicadores físicos, como aparecen en la Tabla 1, los cuales varían de acuerdo a las características predominantes del lugar en estudio. Doran y Parkin (1994) seleccionaron como indicadores la textura, profundidad, tasa de infiltración de agua del suelo, densidad aparente, y capacidad de retención de agua, Chen (2000). Por otra parte sugirió la textura del suelo, que se relaciona con la porosidad, infiltración y disponibilidad de agua; la densidad aparente, relacionada con la tasa de infiltración y conductividad hidráulica; y la estabilidad de agregados, que se relaciona con la resistencia a la erosión y contenido de materia orgánica.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Tabla 1. Indicadores Físicos de Calidad

INDICADOR	RELACIÓN CON LAS FUNCIONES Y CONDICIONES DEL SUELO
Textura del Suelo	Retención y transporte de agua y minerales; erosión del suelo
Profundidad del Suelo	Estimación del potencial productivo y de erosión
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lixiviación, productividad y erosión
Capacidad de Retención de agua	Relacionado al contenido de humedad, transporte y erosión
Estabilidad de agregados	Erosión potencial de un suelo

FUENTE: MODIFICADO DE CHEN 2000.

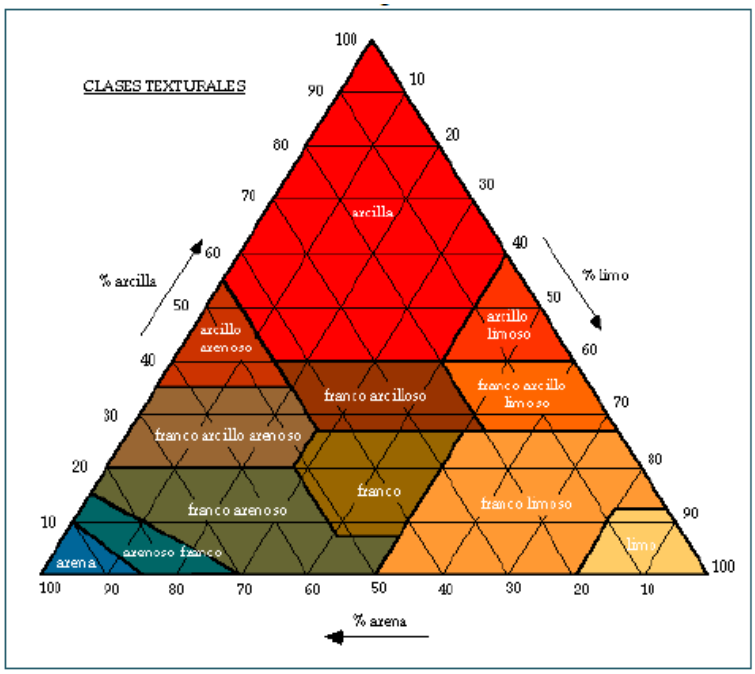
Las propiedades físicas más útiles como indicadores de calidad observadas, son las relacionadas con el arreglo de las partículas y los poros y estabilidad de los agregados, que reflejan la manera en que el suelo acepta, retiene y transmite agua a las plantas, así como las limitaciones que presenta la emergencia de la plántulas y al crecimiento de las raíces (Acevedo y Martínez, 2003; Bautista et al. 2004; Valle et al 2005). Los indicadores físicos de la calidad varían de acuerdo a las características predominantes del lugar y con el manejo.

- **Clasificación del suelo según tamaño del grano.**

Para determinar el grupo al cual pertenece un determinado suelo, teniendo en cuenta la cantidad de arena, limos, y arcilla que presenta, es necesario emplear un triángulo de texturas.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Figura 1. Triangulo de Texturas.



FUENTE: Modificado de Thompson y Troeh, 1988.

La categoría de textura llamada Marga, hace referencia a suelos donde no predomina ninguna de las fracciones anteriormente mencionadas. Los suelos arcillo – arenosos, son aquellos que contienen menos del 40% de arcilla. Por otro lado, los suelos con predominio de arena suelen tener una baja capacidad de retención de agua y una permeabilidad alta. Los suelos con alto contenido de limos, suelen tener problemas de formación de costras, lo que resulta en escorrentía superficial. Finalmente, los suelos con predominio de limos y arcillas, presentan una permeabilidad y capacidad de retención del agua baja, lo que también supone velocidades de infiltración y de aireación bajas.

2.3. INDICADORES QUÍMICOS DEL SUELO

Los indicadores químicos incluyen propiedades que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo y la disponibilidad del agua y nutrientes para las plantas y microrganismos. Doran y Parkin (1994) propusieron como indicadores el contenido de materia orgánica (MO) o carbono y nitrógeno orgánico, el pH, la conductividad eléctrica (CE), y el N, P y K disponible. Cuando se evalúa la calidad del suelo en sistemas polucionados, sin embargo, otros indicadores toman mayor

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

importancia, como es el caso de los elementos trazas disponibles, Cu, Zn, Cd y Pb seleccionados en Taiwán como indicador químico (Chen, 2000).

Tabla 2. Indicadores Químicos de Calidad del Suelo

INDICADOR	RELACIÓN CON LAS FUNCIONES Y CONDICIONES DEL SUELO
Materia Orgánica	Fertilidad del suelo, estabilidad y grado de erosión. Potencial productivo
Potencial de Hidrogeno	Actividad química y biológica, límites de crecimiento para plantas y actividad microbiana.
Conductividad Eléctrica	Actividad microbiológica y de las plantas, límites para el crecimiento de plantas y actividad microbiológica.
N, P y K extraíble	Disponibilidad de nutrientes para las plantas y pérdida potencial de N, indicadores de productividad y calidad ambiental.
Capacidad de Intercambio Catiónico	Fertilidad del suelo, potencial productivo.
Metales Pesados	Niveles de toxicidad para el crecimiento de la planta y calidad del cultivo

FUENTE: MODIFICADO DE CHEN 2000

- **Clasificación según capacidad de intercambio catiónico**

Para la interpretación de resultados, con respecto a la Capacidad de Intercambio Catiónico, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), ha establecido una clasificación que permite caracterizar las muestras de suelo analizadas.

Tabla 3. Clasificación según Capacidad de Intercambio Catiónico.

APRECIACION	Meq/100 gr
Muy baja	0 - 5
Baja	5 - 10
Mediana	10 - 20
Alta	20 - 30
Muy alta	Mayor a 30

FUENTE: Modificado de IGAC, 2008.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

2.4. INDICADORES PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL SUELO EN RELACIÓN A LOS METALES PESADOS.

Los metales pesados cuando se encuentran en concentraciones excesivas son tóxicos para la mayoría de los organismos y frecuentemente se han reportado efectos tóxicos en los microrganismos del suelo por la presencia de metales pesados, Gillier et al (1998), Lipman y Burguess (1914) y Brown and Minges (1916) hacen las primeras observaciones. Alta contaminación por la presencia de metales pesados en la vecindad de fundiciones causan efectos visibles tales como acumulación en las capas profundas de la materia orgánica, en la superficie causa inhibición de la actividad de los microrganismos del suelo y de la fauna (Tyler, 1975; Strojan, 1978; Freedman y Hutchinson, 1980).

3. INFORMACIÓN GENERAL ESTUDIO

LUGAR DE ESTUDIO	**Pasto -Pedregal**
FECHA INICIO TRABAJO DE CAMPO	Octubre-Noviembre
HORARIOS DE LAS MEDICIONES	Diurno
TIPO DE INFORME	Técnico

3.1. DESCRIPCION GENERAL LUGAR DE ESTUDIO

3.1.1. Clima

Teniendo en cuenta las características de localización y geomorfología, el municipio de Ipiales presenta un clima tropical de alta montaña, el cual posee una temperatura que fluctúa muy poco, porque existe una alta humedad relativa y precipitación que constituyen un aporte a la vegetación y a los suelos de la zona.

La humedad está afectada por dos dinámicas que son: La masa continental amazónica que incide en el pie de monte oriental y la vertiente; y ocasionalmente el fenómeno del niño que influye en la zona occidental del departamento de Nariño.

En la actualidad, por el desarrollo de la agricultura y de la tala indiscriminada del bosque, se ve afectada por los cambios que se observan en la atmósfera como precipitación,

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

temperatura, humedad relativa, brillo solar y corrientes de aire. Estos fenómenos se convierten en elementos que determinan la climatología de Ipiales.

3.1.2. Temperatura

El comportamiento de la temperatura está relacionado con el relieve expresado en la altitud. La situación intertropical no genera grandes variaciones en los valores promedios mensuales a lo largo del año, cuya variación no sobrepasa los 5 ºC.

Por lo general las épocas más calurosas se reparten en los dos semestres del año y corresponden a períodos de menores lluvias. El promedio anual es de 10.8%, lo que permite establecer que en los meses de junio, julio y agosto se presentan bajas temperaturas. Estos aspectos climáticos son de vital importancia por que determinan el ciclo biológico de los cultivos. En el mes de Julio del año de 1985 se registra la temperatura más baja con 8.3 ºC y la temperatura más alta en los meses octubre de 1941 y en mayo de 1995 con 14.4 ºC.

3.1.3. Precipitación

La precipitación tiene su origen en la condensación de la humedad atmosférica. El área de estudio es de origen orográfico, pues la condensación y enfriamiento de las masas de aire caliente provenientes del océano, producen el ascenso de éstas por la vertiente de la cordillera. En el páramo, la precipitación es mayor y decrece en el pie de monte oriental y altiplano andino.

Para tener una información sobre la precipitación en la zona de influencia del municipio de Ipiales, se tomaron los datos de la estación meteorológica del Aeropuerto San Luis desde 1941 a 1995.

Los registros indican que durante los meses de marzo y abril las lluvias son mayores, disminuyendo en la mitad del año o sea en los meses de julio y agosto y aumentando nuevamente hacia los meses de octubre, noviembre y diciembre con un promedio anual de 970.8 mm, presentándose un valor máximo de 1230.4 mm en el año de 1970 y un mínimo de 211.2 mm en el año de 1946. El promedio mensual es de 72.57 mm. El valor mensual máximo reportado corresponde a febrero de 1963 con 270.0 mm y el mínimo 2.0 mm en agosto del mismo año.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

El fenómeno anterior se explica por presentarse en el municipio un régimen pluviométrico bimodal, que se caracteriza por registrar dos períodos de mayor lluviosidad (marzo-abril) y (octubre-diciembre) con un período de menor lluviosidad en la mitad del año (julio y agosto).

3.1.4. Humedad relativa

Los valores de la humedad relativa durante los últimos diez años han sido del 85% y según los registros de la estación de San Luis, el valor promedio anual del período de 1941 a 1995 es de 83% de donde se deduce que existe una gran fluctuación entre 63% valor mínimo y el 91% valor máximo.

3.1.5. Brillo y radiación solar

Por la situación de Ipiales en el cinturón ecuatorial y por la altura, difícilmente se libera de la nubosidad, lo cual ha sido una evolución clave de los paisajes sobre todo del bosque de niebla, sin embargo analizando los datos de la Estación de San Luis, presenta una fluctuación que van de 51.1 a 199 horas mensuales con un promedio anual en el período de 1941 a 1995 de 1.434.3 horas.

3.1.6. Evaporación

Durante los últimos cinco años se presentó menor evaporación como consecuencia de la baja temperatura del área equivalente a 892 mm.

3.1.7. Vientos

Las corrientes de aire que actúan sobre el municipio de Ipiales, ejercen gran influencia en la determinación del clima. Los vientos del sureste (Alisios), que soplan del Trópico hacia el Ecuador, vienen cargados de humedad, lo cual se deposita sobre la cordillera Centro Oriental; y de esta forma modifica el régimen pluviométrico durante los meses de julio y agosto.

Otra corriente atmosférica es la dinámica que ejerce la masa continental amazónica que dan origen a las corrientes cargadas de humedad, las cuales al chocar con las altas montañas se precipitan causando cambios drásticos de temperatura en las laderas circundantes de La Victoria, Cultún y los valles del Pun y Cultún.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

También se presentan vientos locales a causa de la dinámica físico-espacial, estos modifican la temperatura y son percibidos con mayor intensidad en las horas de la tarde, reciben el nombre de brisas de montaña, brisas del valle. Este fenómeno se explica por el calentamiento que sufren las laderas de las montañas durante el día, lo cual produce un flujo de aire del valle con dirección a la montaña, por la relación existente entre temperatura y presión atmosférica. Durante la noche el fenómeno se invierte y es percibido en el altiplano de Túquerres e Ipiales y en las vertientes de la cordillera Centro Oriental.

Con respecto a la velocidad del viento es importante tener en cuenta que en el año de 1982 el valor promedio de la velocidad del viento fue de 3.23 m/seg, con variaciones entre 5.53 m/seg (máximo), en el mes de agosto y 2.03 m/seg (mínimo) registrado en el mes de diciembre.

Lo anterior permite establecer que el viento sopla con mayor fuerza durante los meses de julio y agosto y disminuye su velocidad al finalizar el año, es decir durante los meses de noviembre y diciembre.

La presencia de cadenas montañosas, actúan como factor modificante de la radiación (insolación e irradiación), presión y cobertura de nubes, que se manifiestan en modificaciones térmicas según niveles altitudinales designados como pisos térmicos.

3.1.8. Hidrología

Está conformada por tres cuencas importantes:

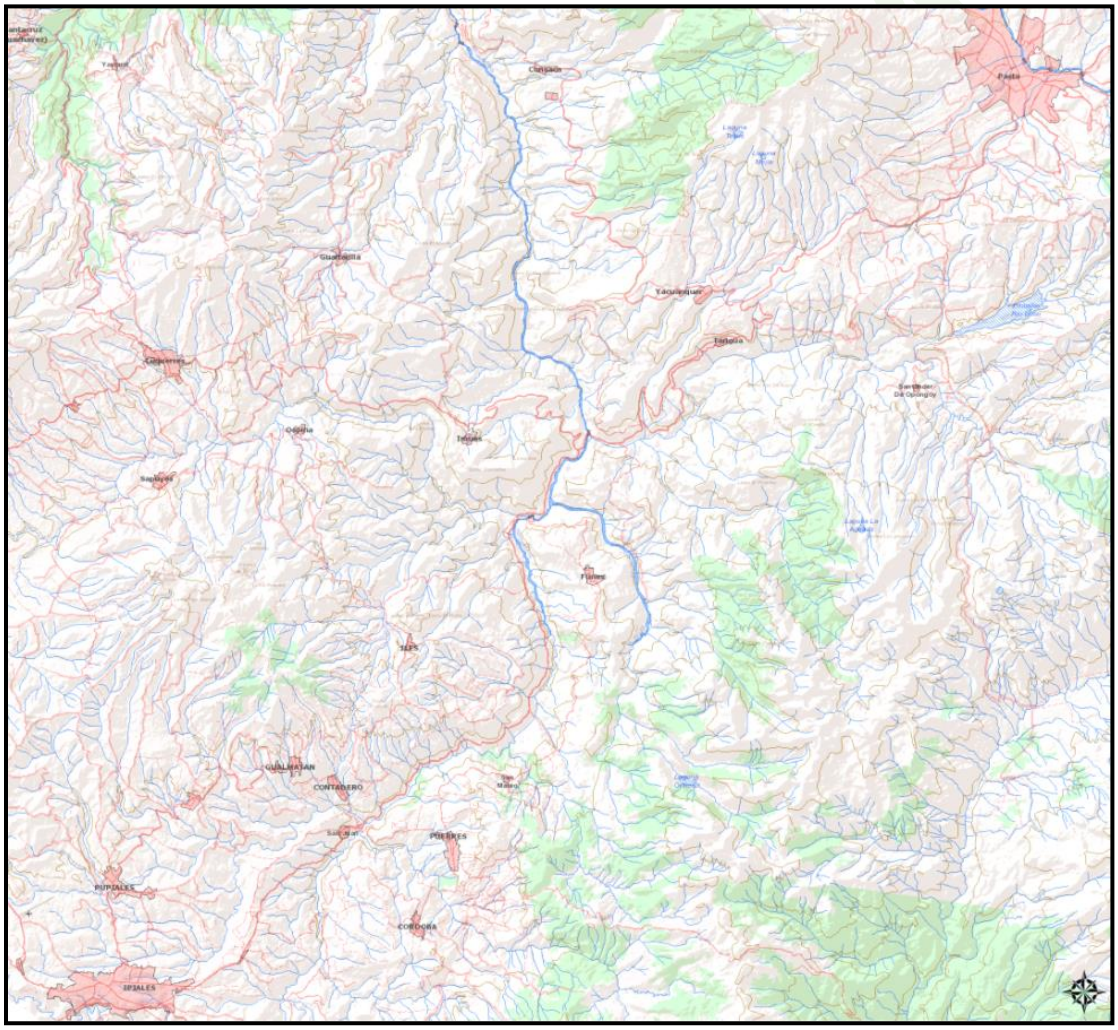
- Cuenca del río Guáitara y sus afluentes: que los constituye el río Boquerón que en la parte alta es quebrada Doña Juana; río Blanco, Carchi, quebrada Morro, Teques o Pulcas, Orejuela, El Rosario, Cutuaquer.

  El nombre del río Guáytara o Guaitara, provienen de la lengua quechua que significa río azul. Se caracteriza por sus espectaculares abismos, su espectacular cañón y hermosos paisajes, en su trayecto de 135 km hasta su desembocadura en el río Patía.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

- Cuenca del río Chingual, que en su parte alta se denomina la quebrada Pun o Chúnquer y sus afluentes que son los ríos San Francisco, Verde, Yamués, El Cultún.
- Cuenca del río San Miguel y sus afluentes: conformada por los ríos Churuyaco, Sapoyaco, Rumiyaco, Kerosén, Lora y Ranchería.

Figura 2. Escorrentías superficiales del sector de estudio.



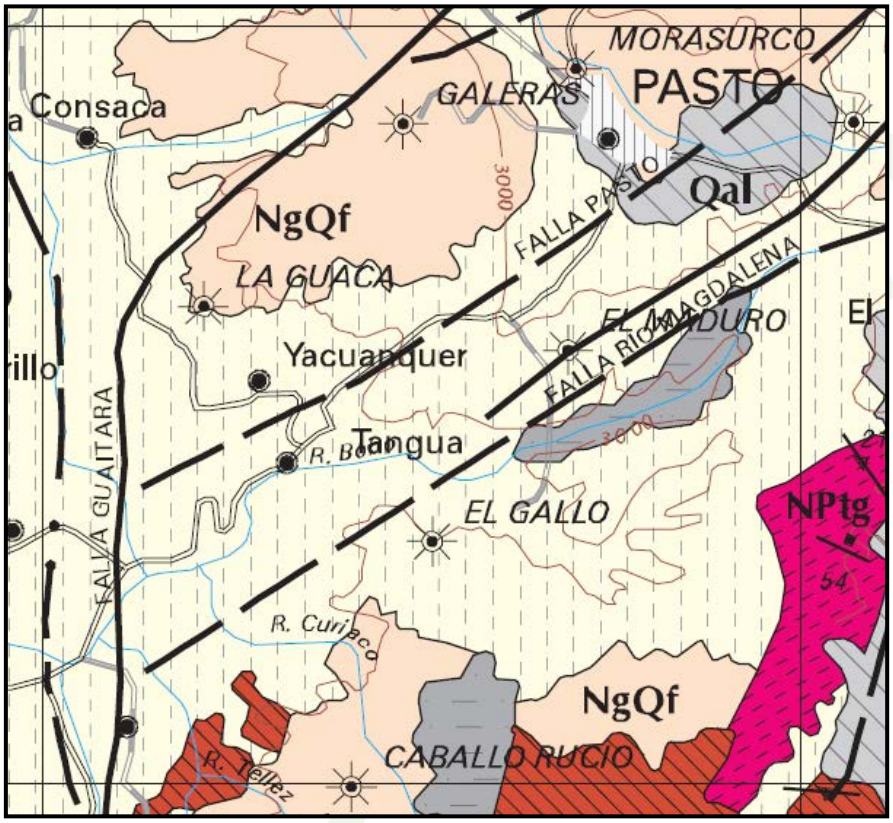
Fuente: IGAC

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

3.1.9. Geología

La geología del área está conformada por rocas sedimentarias del terciario y depósitos poco o nada consolidados del cuaternario.

Figura 3. Geología general del área de estudio, Pedregal-Pasto.



Fuente: IGAC

Descripción de las formaciones geológicas presentes en la zona de estudio:

- **Qal:** Depósitos aluviales, lacustres y glaciares del cuaternario localizados al oriente y occidente del área de interés.
- **NgQp:** Rocas piroclástica intercalada localmente con flujos de lodo y depósitos aluviales, son de edad neocénica y aflora a lo largo de toda la Troncal de Occidente.
- **NgQf:** Lavas con intercalaciones ocasionales de piroclastos, afloran en la parte norte, suroriental y suroccidental del área de estudio y son de edad neocénica.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

- **Nptg:** Formaciones precámbricas intrusivas conformadas por migmatitas, granitos y sienitas y afloran al suroriente del área de interés.
- **Mptg:** Rocas metamórficas de edad precámbrica, conformadas por granulitas, migmatitas, anfibolitas y neises biotíticos y afloran al suroriente del área de interés.

3.1.10. Puntos de muestreo

Para la recolección de las muestras se realizaron cuatro (4) Apiques, a lo largo del tramo Pedregal - Pasto, tomando muestras compuestas a profundidades entre 0,0 a 1,5 metros, denominados así:

- **Apique No. 4:** Realizado cerca a la población de la Tangua-1.
- **Apiques No. 5:** Realizados en el sector de Cebadal-1.
- **Apique No. 6:** Realizados en el sector de Cebadal-2.
- **Apique No.7:** Realizado cerca a la población de la Tangua-2.

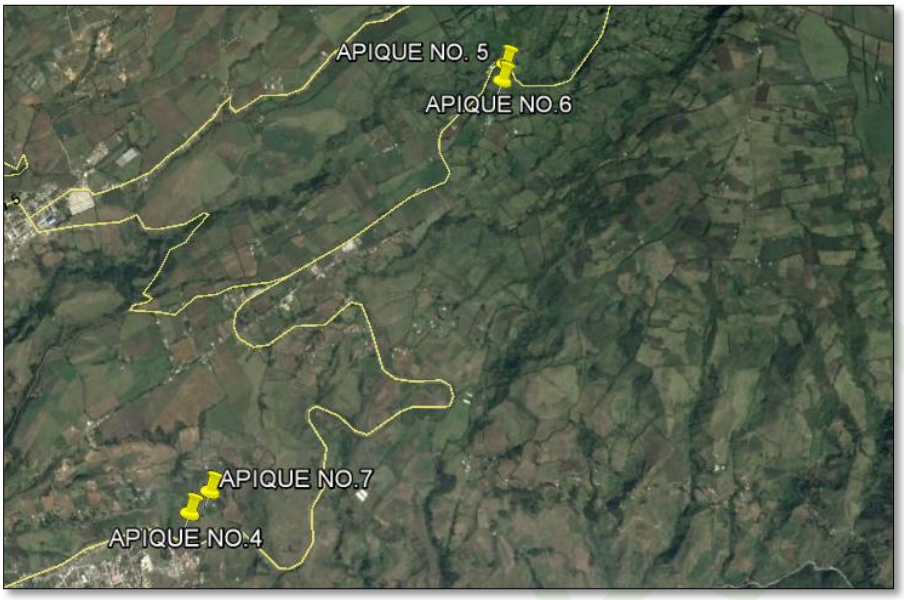
Tabla 4. Coordenadas de los Sondeos Realizados.

DESCRIPCIÓN	COORD. N	COORD. W	COORD. N	COORD. W	ALTURA GPS
Apique No. 4	965210,42	613114,93	1° 05' 50.68"	77° 23' 24.30"	2.492
Apique No. 5	967252,78	616114,11	1° 07' 28.33"	77° 22' 18.25"	2.910
Apique No. 6	967232,37	615987,56	1° 07' 24.21"	77° 22' 18.91"	2.913
Apique No. 7	965340,36	613251,03	1° 12' 08.19"	77° 16' 29.46"	2.498

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Figura 4. Localización puntos de muestreo tramo Pasto-Pedregal.



Fuente: Google Earth- 2016.

Fotografía 1. Apique No. 4: Realizado cerca a la población de la Tangua-1.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Fotografía 2. Apique No. 5. Realizados en el sector de Cebadal-1.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Fotografía 3. Apique No. 6. Realizados en el sector de Cebadal-2.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Fotografía 4. Realizado cerca a la población de la Tangua-2.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

4. METODOLOGIA DE MEDICIÓN

A continuación se enuncian los principales aspectos relacionados con la metodología aplicada:

4.1. EQUIPOS Y MATERIALES

para la toma de muestras de suelos se tuvieron en cuenta; los materiales que a continuación se relacionan:

Palas, Espátula, Bolsa Plástica con cierre hermético, Nevera con hielo para mantener una temperatura cerca de los 4°C, Aguas destilada, Cuerda o Nailon, Cepillo, Papel Absorbente, guantes, etiquetas.

4.2. RECIPIENTES

Los recipientes son generalmente bolsas de polietileno y recipientes de vidrio con sellado hermético.

4.3. SELECCIÓN DEL SITIO DE MUESTREO:

Se realizó un ejercicio SIG identificando las unidades de suelo de los frentes de trabajo; objeto de localización de las plantas y/o frentes de trabajo, donde se evidenció que para

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

efectos de la selección de los puntos; dichas áreas pertenecen a las mismas unidades del suelo.

4.4. MÉTODO DE MUESTREO

4.4.1. Muestreo en cuadricula o rejilla

Este método suministra observaciones igualmente separadas que son convenientes para aplicaciones estadísticas y de computación. Así mismo, con sistemas de simulación tridimensional manual o digitalizando cada sitio de muestreo puede ser georreferenciado. El tipo de muestra es simple.

El método de muestreo empleado por ASOAM S.A.S; es el muestro en cuadricula. El sistema de cuadricula es usado en el desarrollo de planes de muestro al azar, es decir, las muestras están localizadas a distancias constante una a otra. Una cuadricula puede ser rectangular, triangular o circular. Luego que se determina el tamaño y el número de cuadriculas, se delimita el área a muestrear con cuerda o nailon.

4.4.2. Toma de muestra

A continuación se enuncian las principales actividades realizadas en la jornada de muestreo:

- Delimitar el terreno acorde al método de la cuadricula, haciendo uso de estacas de madera (dependiendo del tipo de suelo) y cuerda.
- Limpiar el área donde se va a tomar la muestra.
- Excavar un hoyo en forma de “v” de 30cm de profundidad.
- Remover la capa de suelo desprendida.
- Tomar la muestra de una de las paredes.
- La muestra que se encuentra en la hoja de la pala, dividirla con una espátula en tres parte y toma la parte del centro.
- Colocar la muestra en una bolsa plástica o recipientes de vidrio dependiendo de los parámetros analizar.
- Se toma un blanco de viaje o duplicado de campo como muestra de control.
- Se rotulan las muestras y se colocan dentro de la nevera y se agrega hielo para mantener una temperatura similar a los 4°C.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

- Rellenar los hoyos con el material almacenado.

4.5. METODOLOGÍA DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

4.5.1. Humedad natural

La humedad del suelo se refiere al contenido de agua en relación con el peso o volumen de la masa de suelo y se expresa en porcentaje.

El método utilizado fue el gravimétrico o sea por diferenciación de peso de la muestra después de someterla a 105 ºC por un periodo de 12 horas continuas.

4.5.2. Granulometría

La granulometría indica la distribución de las partículas por tamaños y se representa por medio de una curva.

La curva de gradación se obtiene al graficar en el eje “X” los diámetros o números de tamiz, contra el porcentaje que pasa por cada uno de estos tamices en el eje “Y” (en escala aritmética), obteniéndose una curva característica de cada suelo.

Para cuantificar en forma numérica el tipo de suelo es necesario conocer los coeficientes de uniformidad (Cu) y gradación (Cg), los cuales se calculan con base en las curvas de gradación mediante las siguientes expresiones:

$$Cu = \frac{D60}{D10} \qquad Cg = \frac{(D30)^2}{D10 \times D60}$$

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Figura 5. Granulometría.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Para hallar la curva de gradación en el laboratorio se debe realizar el siguiente procedimiento:

- Se seca la muestra al aire y se destruyen los agregados y terrones con un pistón o mortero.
- Se fracciona el material en una serie de tamices (No.: 10, 14, 20, 60, 200, 270), usando una maquina vibradora y se calcula el peso que pasa a través de cada uno de los tamices, con respecto al peso de la muestra total; Finalmente se grafican los valores obtenidos dados en porcentaje. Se necesita mínimo 5 tamices en serie para realizar la curva granulométrica.

4.5.3. Calculo de la permeabilidad

Con la ecuación de HAZEN se puede calcular la permeabilidad con los datos obtenidos de un análisis granulométrico.

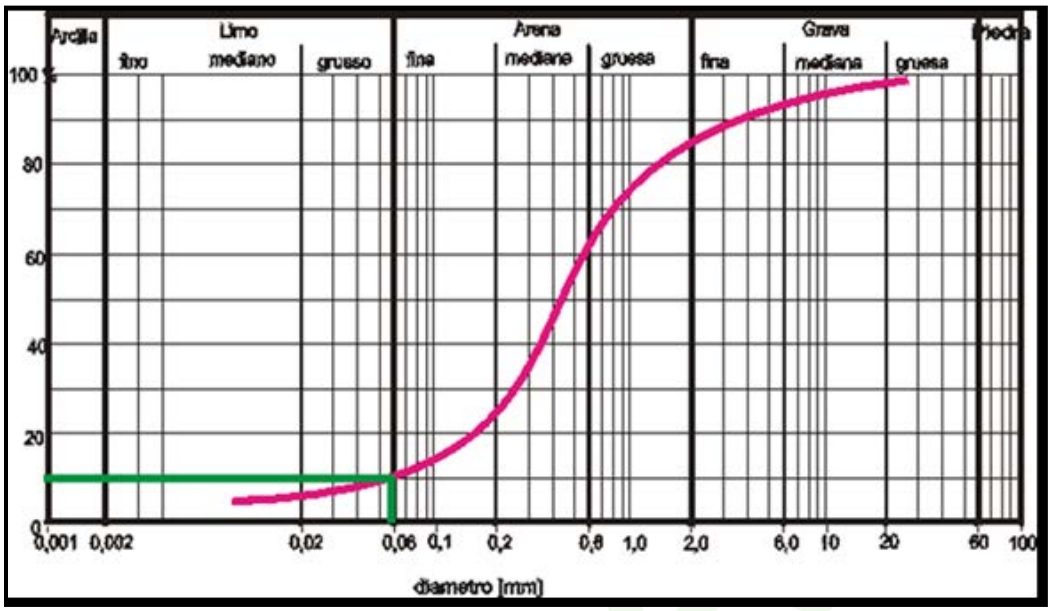
Según HAZEN K se calcula:

$$K = 0{,}0116 \times d_{10}^2$$

($d10^2$ es el cuadrado del tamaño de un suelo que corresponde al corte entre la línea de 10 % y la curva granulométrica).

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Figura 6. Curva permeabilidad.



5. RESULTADOS Y ANALISIS

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MUESTRA

En la tabla 5 se muestra la identificación de los puntos tomados en el tramo Pedregal-pasto:

Tabla 5. Identificación de puntos de apiques, tramo Pedregal- Pasto.

PUNTO DE ENSAYO	PROFUNDIDAD (M)	DESCRIPCIÓN
Apique No. 4	0,00 a 1,50	Arena limosa color marrón
Apique No. 5	0,00 a 1,50	Limo arenoso color marrón
Apique No. 6	0,00 a 1,50	Limo arenoso color marrón
Apique No. 7	0,00 a 1,50	Limo arenoso color marrón

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

5.2. HUMEDAD DE CAMPO

La Humedad es la encargada de permitir que se realicen los procesos biológicos, como consecuencia, la presencia de agua es fundamental en los suelos, no en abundancia sino

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

de forma suficiente ya que cuando existe humedad en los suelos es posible la generación de actividad microbiana dando como resultado el abono para las plantas.

Los resultados de los puntos muestreados se muestran en la siguiente tabla:

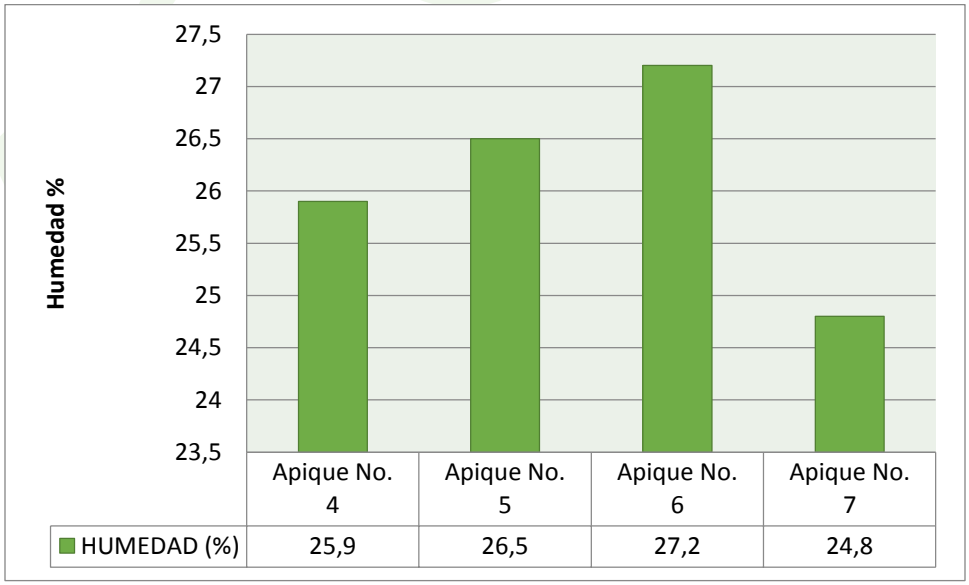
Tabla 6. Profundidades y humedades.

PUNTO DE ENSAYO	PROFUNDIDAD (M)	HUMEDAD (%)
Apique No. 4	0,00 a 1,50	25,9
Apique No. 5	0,00 a 1,50	26,5
Apique No. 6	0,00 a 1,50	27,2
Apique No. 7	0,00 a 1,50	24,8

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Los datos presentados en las muestras analizadas, tienen un promedio de 26,12 % de humedad natural, siendo un valor normal par suelos con características francos arcillosos. El valor máximo de humedad lo presenta el Apique N°6 se obtuve en el punto ubicado en Apique N° 7 (Gráfica 1).

Gráfico 1 Porcentaje de humedad.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

5.3. GRANULOMETRÍA

La granulometría es la determinación de la proporción de tamaños en que se encuentran distintos tamaños de partículas presentes en el suelo.

Tabla 7. Granulometría Apique N°4.

P 1=	303,5		P 2=	96,9		NORMA
Tamiz		Reten	%	% Ret	%	
Pulg.	mm		Reten	Acum	Pasa	
3¨	75,0					
2 ½¨	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
2¨	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 ½¨	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0	
1¨	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/8	9,5	2,1	0,7	0,7	99,3	
No. 4	4,75	0,9	0,3	1,0	99,0	
No.10	2,00	5,5	1,8	2,8	97,2	
No.40	0,43	33,4	11,0	13,8	86,2	
No. 100	0,15	32,1	10,6	24,4	75,6	
No.200	0,075	22,9	7,5	31,9	68,1	
FONDO		206,6	68,1	100,0	0,0	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Tabla 8. Granulometría Apique N°5.

P 1=	241,1		P 2=	52,7		NORMA
Tamiz		Reten	%	% Ret	%	
Pulg.	mm		Reten	Acum	Pasa	
3¨	75,0					
2 ½¨	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
2¨	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 ½¨	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0	
1¨	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/8	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0	
No. 4	4,75	0,3	0,1	0,1	99,9	
No.10	2,00	1,6	0,7	0,8	99,2	
No.40	0,43	12,4	5,1	5,9	94,1	
No. 100	0,15	21,3	8,8	14,8	85,2	
No.200	0,075	17,1	7,1	21,9	78,1	
FONDO		188,4	78,1	100,0	0,0	

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Tabla 9. Granulometría Apique N°6.

P 1=	348,0		P 2=	210,1		NORMA
Tamiz		Reten	%	% Ret	%	
Pulg.	mm		Reten	Acum	Pasa	
3¨	75,0					
2 ½¨	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
2¨	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 ½¨	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0	
1¨	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/8	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0	
No. 4	4,75	0,3	0,1	0,1	99,9	
No.10	2,00	4,8	1,4	1,5	98,5	
No.40	0,43	81,4	23,4	24,9	75,1	
No. 100	0,15	94,6	27,2	52,0	48,0	
No.200	0,075	29,0	8,3	60,4	39,6	
FONDO		137,9	39,6	100,0	0,0	

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Tabla 10. Granulometría Apique N°7.

P 1=	241,1		P 2=	52,7		NORMA
Tamiz		Reten	%	% Ret	%	
Pulg.	mm		Reten	Acum	Pasa	
3¨	75,0					
2 ½¨	63,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
2¨	50,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 ½¨	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0	
1¨	25,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/4	19,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/2	12,5	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/8	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0	
No. 4	4,75	0,3	0,1	0,1	99,9	
No.10	2,00	1,6	0,7	0,8	99,2	
No.40	0,43	12,4	5,1	5,9	94,1	
No. 100	0,15	21,3	8,8	14,8	85,2	
No.200	0,075	17,1	7,1	21,9	78,1	
FONDO		188,4	78,1	100,0	0,0	

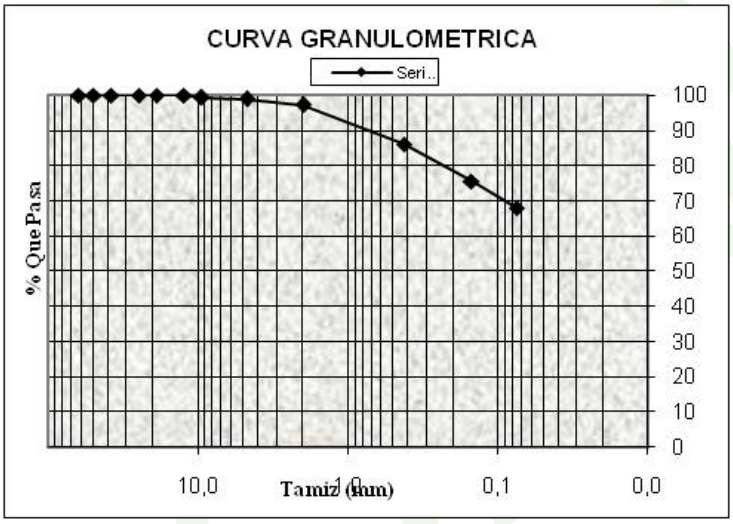
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

5.3.1. Curvas de granulometría

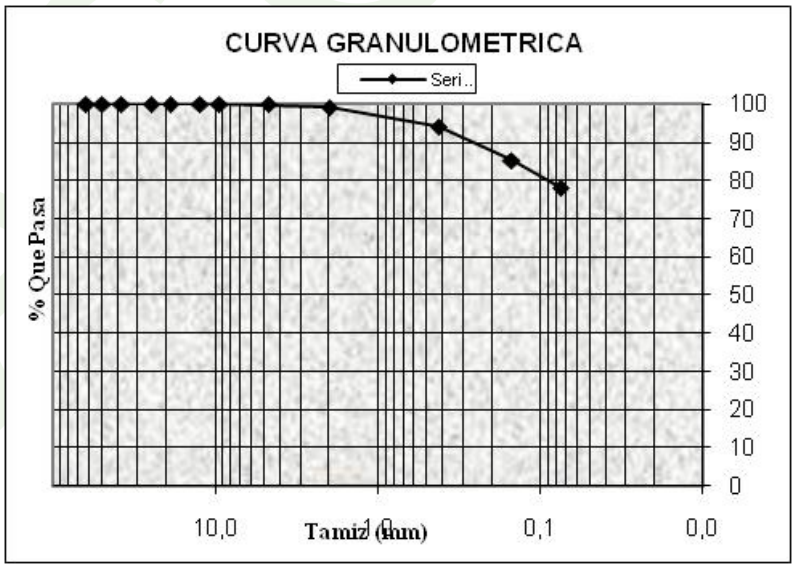
Después de realizar el tamizado, se determina la cantidad que pasa por cada malla; esto se obtiene al graficar en una escala semilogaritmica, el logaritmo de la abertura del tamiz en mm en la abscisas, y el porcentaje pasa por cada matiz, en las ordenadas.

Gráfico 2. Curva Granulométrica Apique N°4.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

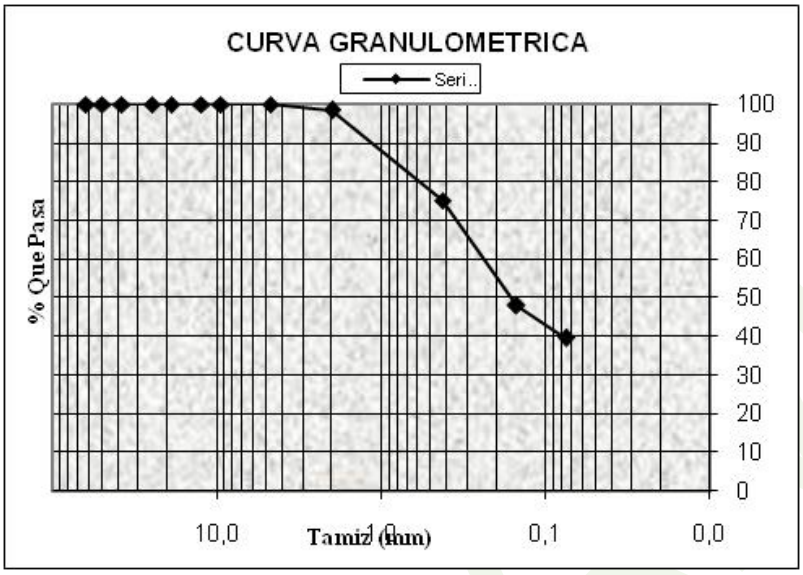
Gráfico 3. . Curva Granulométrica Apique N°5.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

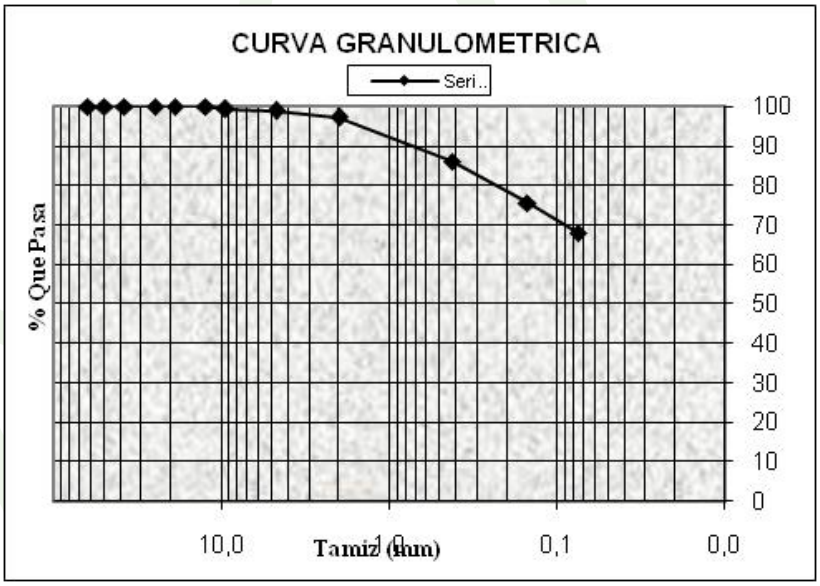
Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Gráfico 4. . Curva Granulométrica Apique N°6.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Gráfico 5. Curva Granulométrica Apique N°7.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

5.4. PERMEABILIDAD O CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

La permeabilidad es una característica asociada a la porosidad y se define como la facilidad que tiene el suelo para dejarse penetrar por los fluidos.

No solo los valores absolutos de porosidad bastan para estimar la permeabilidad del suelo sino algunos otros factores como la geometría del sistema poroso. Así una estructura hojosa deja una gran porosidad pero dificulta notablemente la circulación del agua, al igual que sucede cuando no existe una buena interconexión entre los componentes de la macroporosidad.

La conductividad hidráulica o permeabilidad es una propiedad que depende de las características del fluido y de la permeabilidad del medio poroso a través del cual circula y de la fuerza de gravedad (g).

De tal forma, que algunas propiedades del fluido como peso específico, viscosidad dinámica y temperatura, influyen en el valor de K, al igual que el tamaño medió de los espacios abiertos (d), estratificación, empacamiento, disposición de los granos, distribución de tamaños, considerados a través del factor de forma (C) y la porosidad.

Así por ejemplo, en lo que respecta a variaciones en las propiedades físicas del agua resulta que el agua salada circula con mayor velocidad que la dulce, por ser más densa y el agua caliente fluye más rápido que la fría, por ser menos viscosa.

Tabla 11. Resultados de Permeabilidad.

PUNTO DE ENSAYO	PROFUNDIDAD (M)	D_{10} (MM)	PERMEABILIDAD (M/S)
Apique No. 4	0,00 a 1,50	0,021	$5,11 \times 10^{-6}$
Apique No. 5	0,00 a 1,50	0,001	$1,16 \times 10^{-8}$
Apique No. 6	0,00 a 1,50	0,023	$6,14 \times 10^{-6}$
Apique No. 7	0,00 a 1,50	0,015	$2,61 \times 10^{-6}$

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Los valores promedios para la conductividad hidráulica o permeabilidad son $2,33 \times 10^{-6}$ m/seg que equivale a 0,201 m/día respectivamente, estos valores muestran suelos de muy baja permeabilidad con alto contenido de finos.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

5.5. ANÁLISIS DE METALES EN SUELOS

Los metales considerados en el análisis de caracterización de suelos en el área de influencia, como parte del Estudio de Impacto Ambiental, hacen referencia a Arsénico, Bario, Calcio, Cadmio, Cobalto, Cromo, Total, Magnesio, Mercurio, Potasio, Selenio y Sodio, los cuales se encuentran en proporciones variables pero en bajas concentraciones que pueden ser atribuidas a las características propias del suelo objeto de estudio. Los valores registrados para cada metal en los cuatro (4) puntos evaluados, se presentan a continuación.

Tabla 12. Resultados de metales Totales

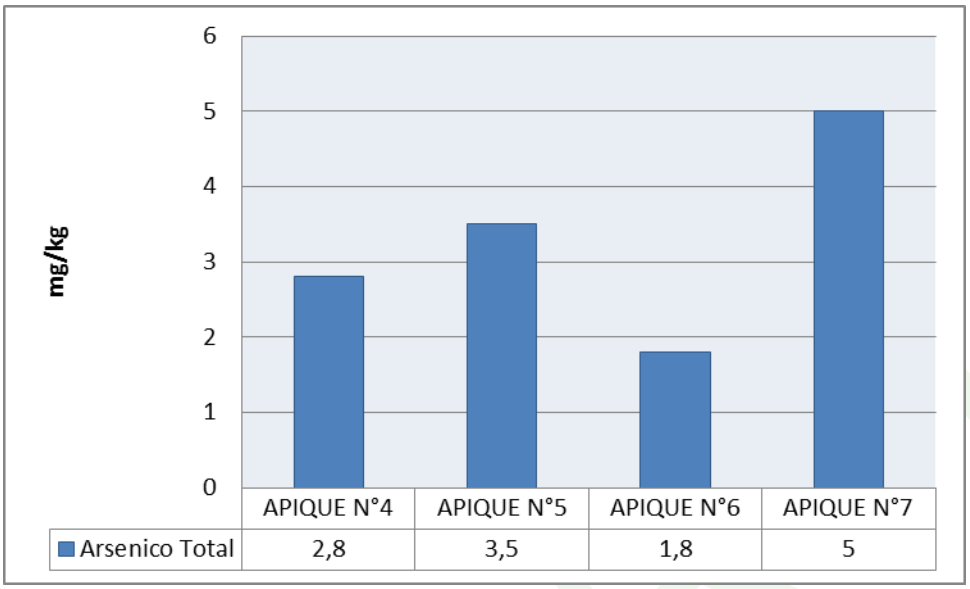
METALES	UND	APIQUE N°4	APIQUE N°5	APIQUE N°6	APIQUE N°7
Arsénico Total	mg/Kg	2,5	2,8	3,5	1,8
Bario Total	mg/Kg	230,3	235,5	328,7	236,6
Calcio Total	mg/Kg	3279,9	1740,9	3287,3	2764,6
Cadmio	mg/Kg	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Cobalto Total	mg/Kg	7,4	5,1	4	2,3
Cromo	mg/Kg	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Magnesio Total	mg/Kg	586,9	1294	1195,4	1625,9
Mercurio Total	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Potasio Total	mg/Kg	1479,6	2145,9	1778,1	1998,1
Selenio	mg/Kg	<1,8	<1,8	<1,8	<1,8
Sodio Total	mg/Kg	345,2	233,2	602,7	279,5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

En el gráfico 6, se observa la variación de Arsénico total que contiene las muestras de suelo tomadas en los cuatro (4) apiques, presentado una mayor concentración en el punto de muestreo de Apique N°4 con un valor de 5mg/kg, esto establece las condiciones reductoras del suelo y está fuertemente enlazada a los minerales del suelo, particularmente a los óxidos e hidróxidos metálicos coloidales, mediante enlaces iónicos.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

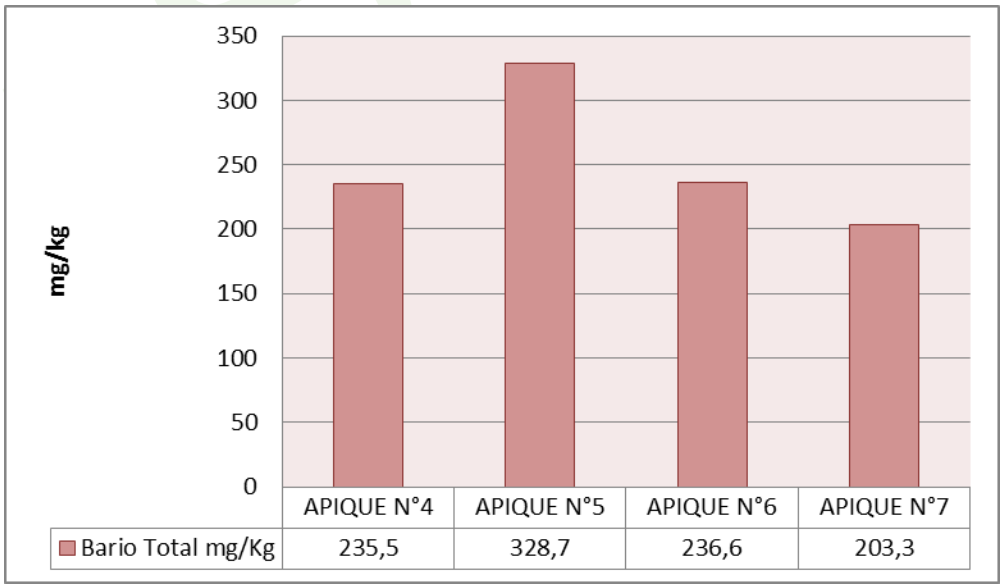
Gráfico 6. Variación Arsénico Total.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

En el grafico 7 se muestra la variación de las concentraciones de bario que se registraron en los cuatro (4) puntos de muestreo. Obteniendo una valor mayor en el Apique N°5 con 328,7 mg/kg y un valor más bajo en el punto de muestreo Apique N° 7 con un valor de 203,3 mg/kg.

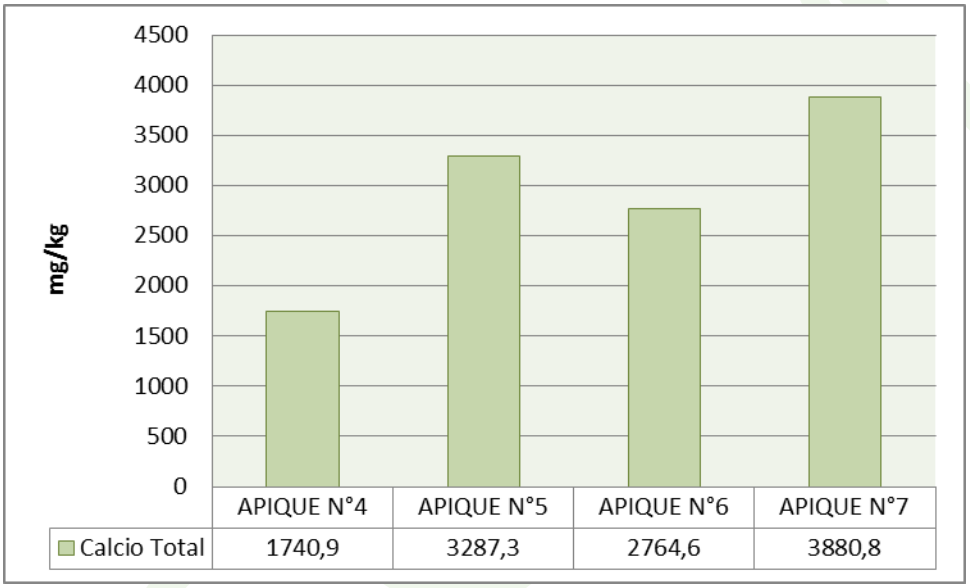
Gráfico 7. Variación Bario Total.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

El calcio total en los puestos de muestreo (gráfico 8), muestran un efecto positivo como floculante de arcillas y contribuye ampliamente a la organización de la estructura del suelo y a la estabilidad del mismo. Con un alto valor en el punto de muestreo de Apique N°7 con 3880,8 mg/kg. Y un valor mínimo de 1740 mg/kg para el apique N° 4.

Gráfico 8. Variación Calcio Total.

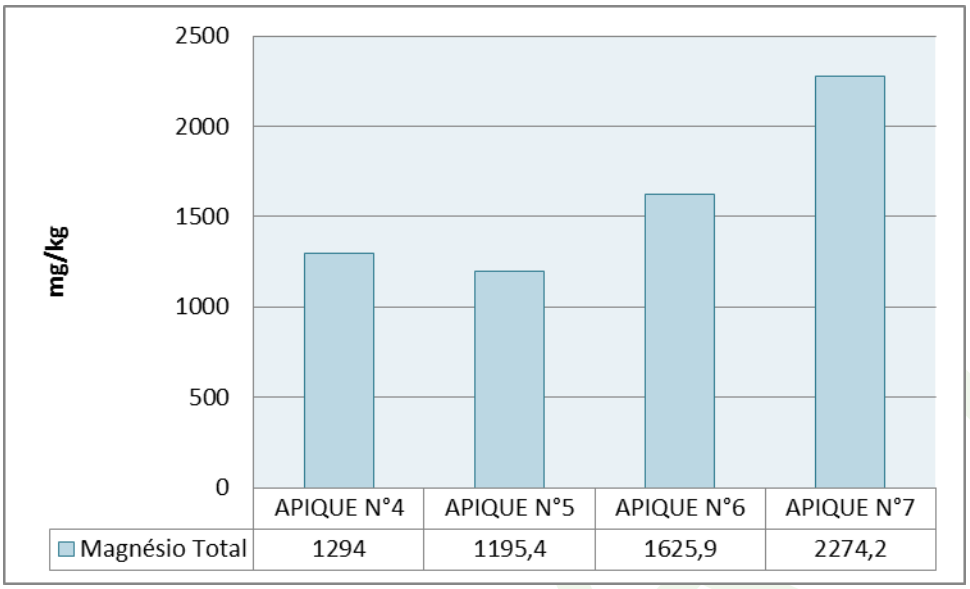


Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

La variación de magnesio en los puntos de muestreo muestra unas altas concentraciones en Apique N°7 y bajos valores en el Apique N°5 mostrando suelos pesados y ligeros respectivamente en estos dos puntos. Sin embargo no provocan la carencia inducida de magnesio.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Gráfico 9. Variación Magnesio Total.

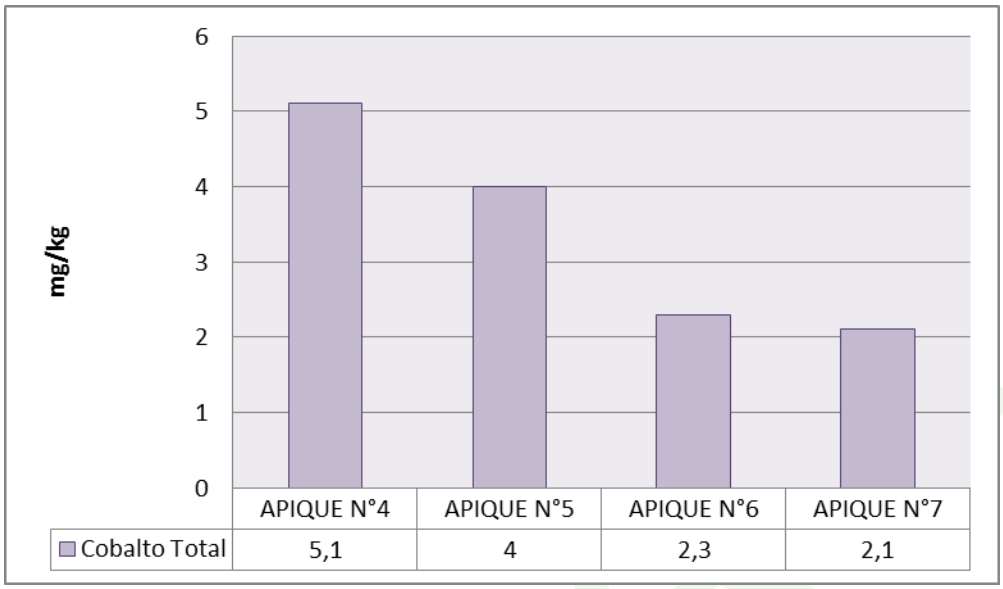


Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

En el grafico 10 se muestra la variación de cobalto que se obtuvo a partir de los resultados obtenidos del muestreo. Observando una disminución de Apique N°4 respectivamente hasta el punto Apique N° 7. Esta variación está ligado, fundamentalmente, a los óxidos de manganeso y hierro, de modo que solo una pequeña parte del cobalto permanece libre y, por lo tanto, móvil. Mostrando en los sitios de muestreo suelos con baja acidificación.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Gráfico 10. Variación Cobalto Total.



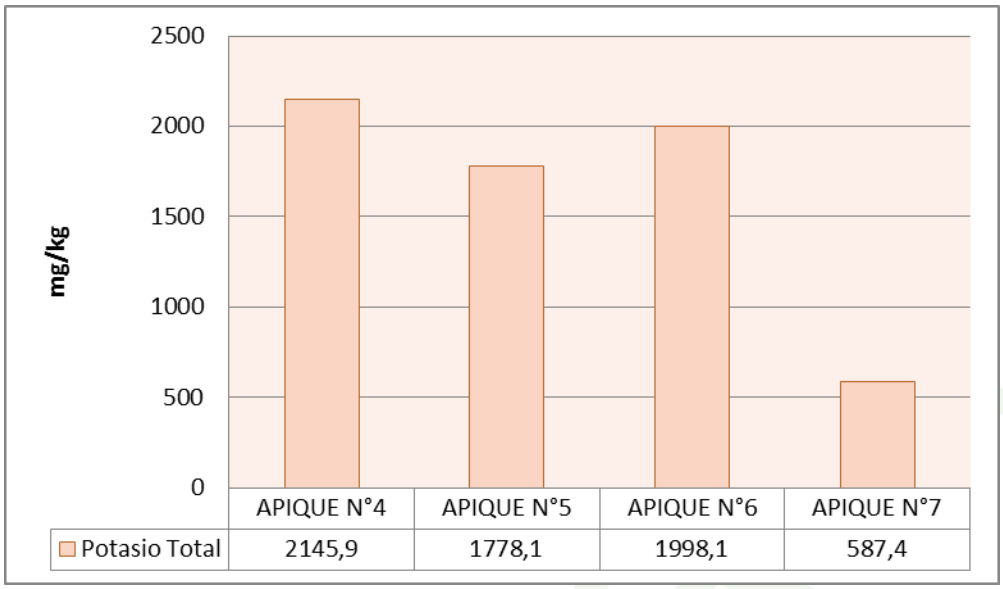
Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

En el gráfico 11, se muestra la variación de potación, presentando para el Apique N° 7 un valor menor con 587,4 mg/Kg, esto se debe posiblemente al lavado y la erosión. También puede ser fijado por minerales arcillosos, quedando disponible lentamente.

Esta pérdida que se presenta por lavado depende del clima y de la naturaleza del suelo: los suelos con gran capacidad de cambio tienen menores pérdidas que los arenosos. En climas lluviosos y en suelos con poca capacidad de cambio, las pérdidas de potasio pueden ser grandes. Sin embargo, en general, la concentración de potasio es constante para una profundidad de 90cm.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Gráfico 11. Variación Potasio Total.

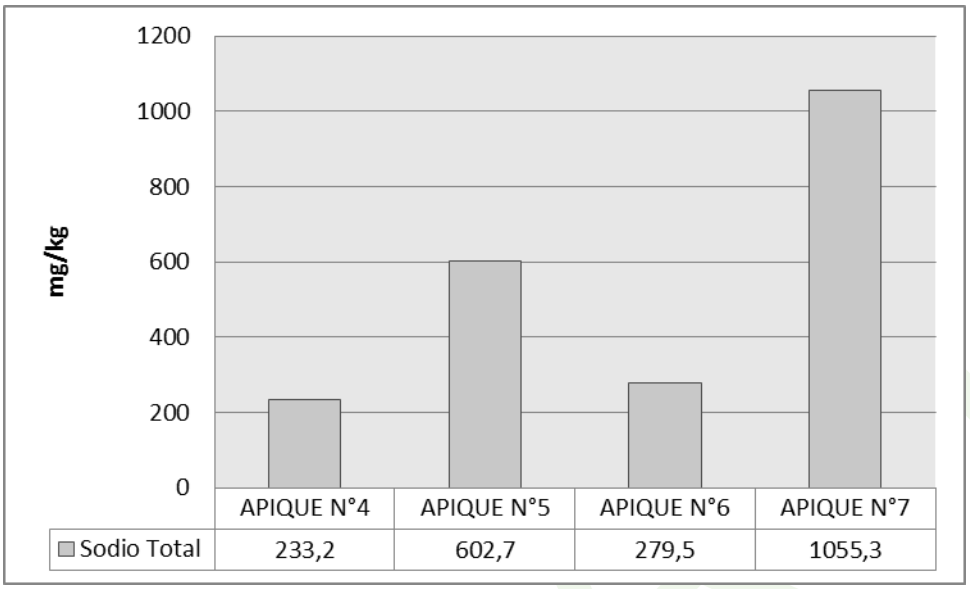


Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

En altas concentraciones el sodio afecta de manera directa las propiedades del suelo relacionadas con la retención y disponibilidad del agua para la vegetación existente. Las muestras de suelo tomadas en Apique N° 7 contienen los mayores valores de concentración con 1055,3 mg/Kg y el Apique N°4 presentan las mayores concentraciones con un rango de 233,2 mg/kg.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Gráfico 12. Variación Sodio Total.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

5.6. CAPACIDAD INTERCAMBIO CATIÓNICO

En la capacidad de intercambio catiónico, la carga de las partículas del suelo tiene que estar balanceada por cationes en la fase adsorbida de la superficie de estas. El ión puede intercambiarse con otro para balancear la carga en la fase coloidal y la reacción es rápida, estequiometria y de naturaleza principalmente electrostática.

En general cuanto mayor sea la capacidad de intercambio catiónico mayor será la capacidad del suelo de fijar metales. El poder de adsorción de los distintos metales pesados depende de su valencia y de su radio iónico hidratado, a mayor tamaño y menor valencia, menos fuertemente quedan retenidos.

Tabla 13. Resultados de Capacidad de Intercambio Catiónico.

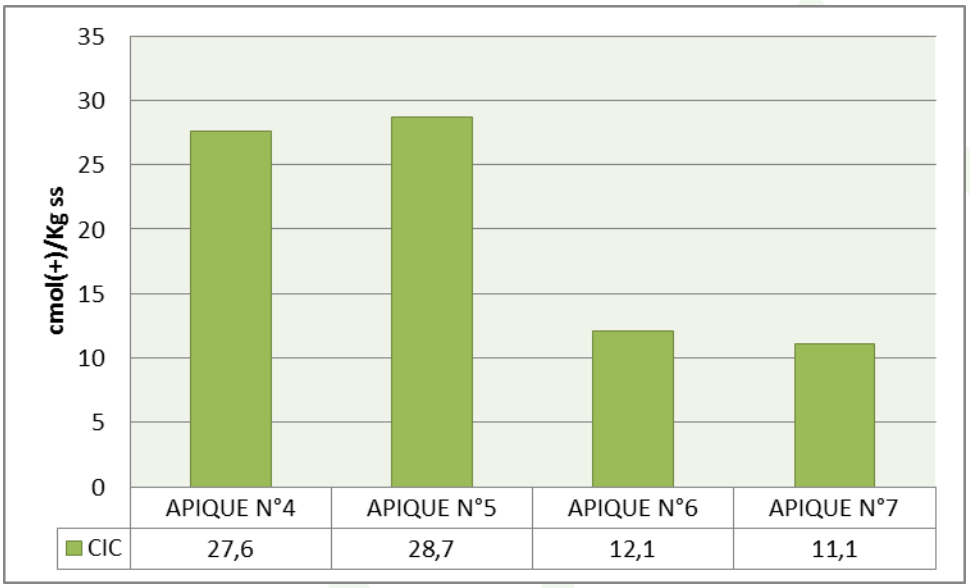
Fecha de análisis	Parámetro	Método	Técnica Analítica	Limite de Cuantificación del método	UND	APIQUE N°4	APIQUE N°5	APIQUE N°6	APIQUE N°7
28/09/2016-14/10/2016	CIC	NTC 5268	Extracción acetato de Amonio 1N Ph 7,0 Titulometría	0,1	cmol(+)/Kg ss	27,6	28,7	12,1	11,1

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

La Capacidad de Intercambio Catiónico registra valores de 11,1 cmol(+)/kg ss en el punto Apique N° 7 y 28,7 cmol(+)/kg ss en el punto Apique N°5, de acuerdo a lo anterior es posible afirmar que las muestras analizadas presentan buena retención de iones y macronutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación.

Gráfico 13. Variación Capacidad de Intercambio Catiónico.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Adicionalmente, los Apiques N°4 y 5 reportar un valor en el rango de 27 a 29 cmol(+)/kg ss, indicando buen intercambio de compuestos aprovechables.

5.7. TPH

La determinación de los hidrocarburos totales de petróleo (TPH) es usada para la evaluación de sitios contaminados por hidrocarburos. El uso de concentraciones máximas de TPH para establecer los niveles de limpieza de muestras de suelo contaminados con hidrocarburos es un enfoque común implementado por autoridades reglamentarias.

La cromatografía de gases (CG) es una técnica que permite observar el perfil de contaminación de una muestra, y es capaz de diferenciar aquellos compuestos que provienen de la materia orgánica del suelo o bien productos metabólicos generados durante un tratamiento. Para los métodos basados en CG, los HTPs son definidos como

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

cualquier compuesto extraíble mediante un solvente o gas de purga, y detectado por cromatografía de gases/detector de ionización de flama (CG/FID) con un rango específico de carbonos. La principal ventaja de este tipo de método es que provee información acerca del tipo de petróleo en la muestra, además de su cuantificación, aunque la identificación del tipo de producto no es siempre sencilla (Weisman, 1998).

Tabla 14. Resultados TPH

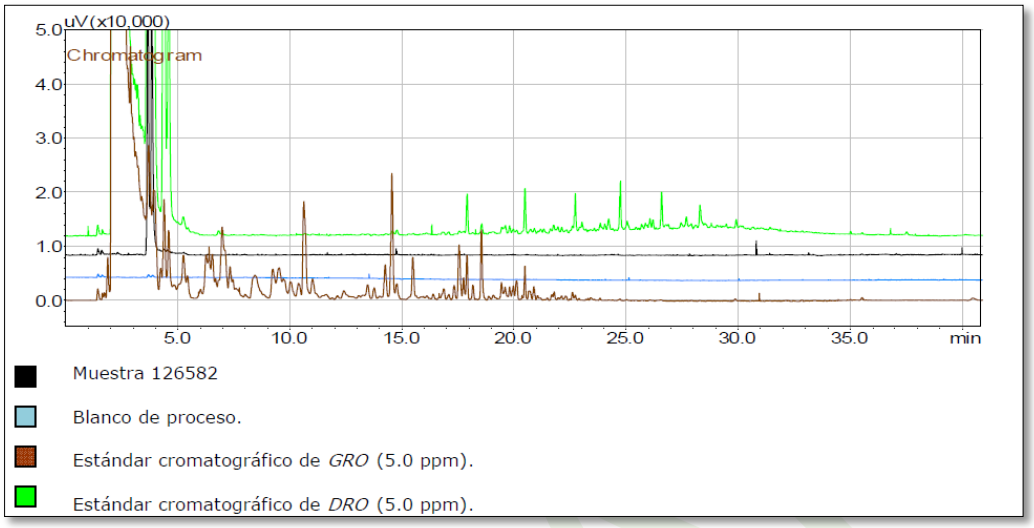
Parámetro	UND	APIQUE N°4	APIQUE N°5	APIQUE N°6	APIQUE N°7
GRO	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
DRO	mg/kg	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

En la figura 6, 7, 8 y 9, se puede observar que los cromatogramas correspondiente al blanco de proceso y no presentan perfiles característicos de DRO y GRO. Así mismo, los perfiles cromatográficos de las cuatro (4) muestras no coincide con los perfiles del estándar de GRO y DRO; el resultado de la cuantificación se reporta en la tabla 14. Los cromatogramas de las muestra presenta picos cromatográficos con tR diferentes a los del estándar, estos picos corresponden a compuestos para los cuales es sensible el detector de ionización en llama (FID). No obstante, estos compuestos no pertenecen al grupo de los TPH y no pueden ser identificados ni cuantificados debido al alcance del método analítico.

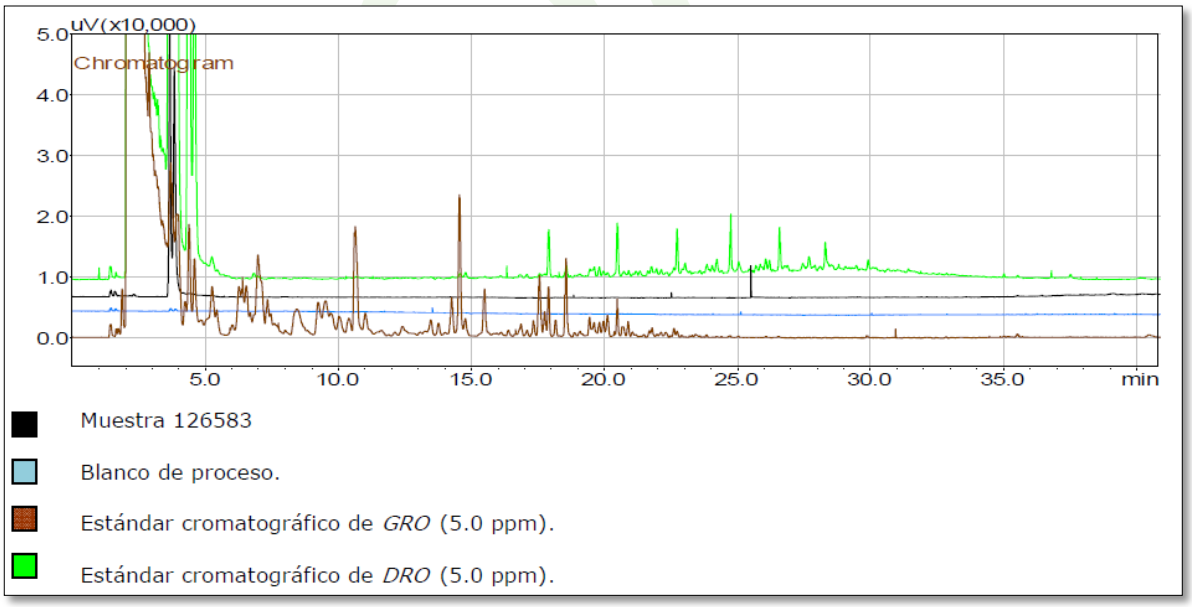
Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Figura 7. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Apique N°4.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

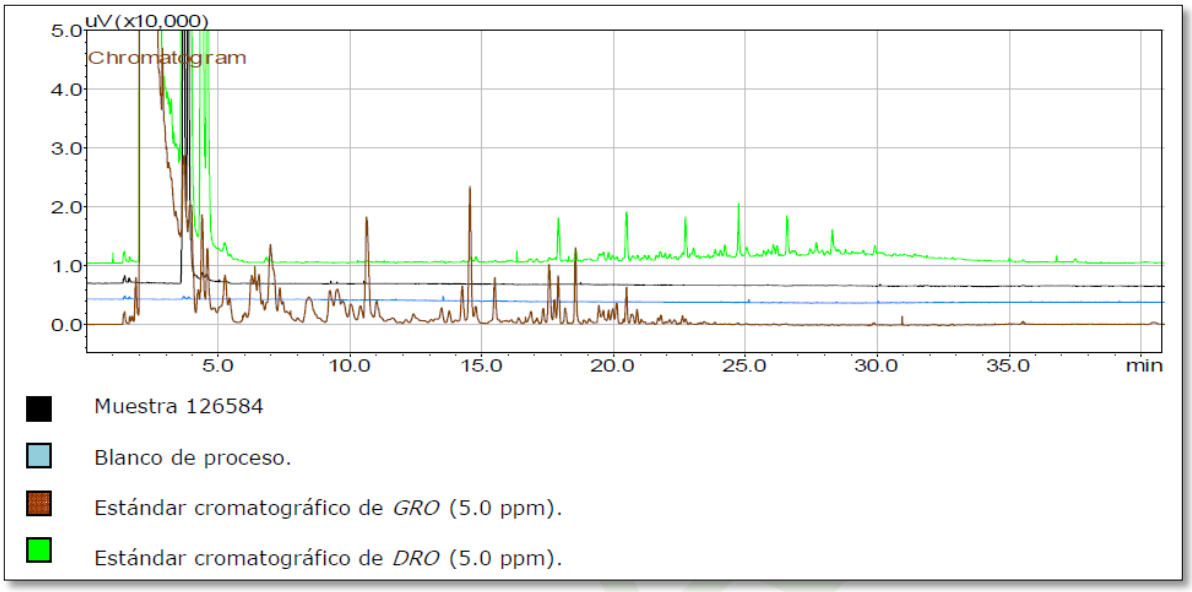
Figura 8. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Apique N°5.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

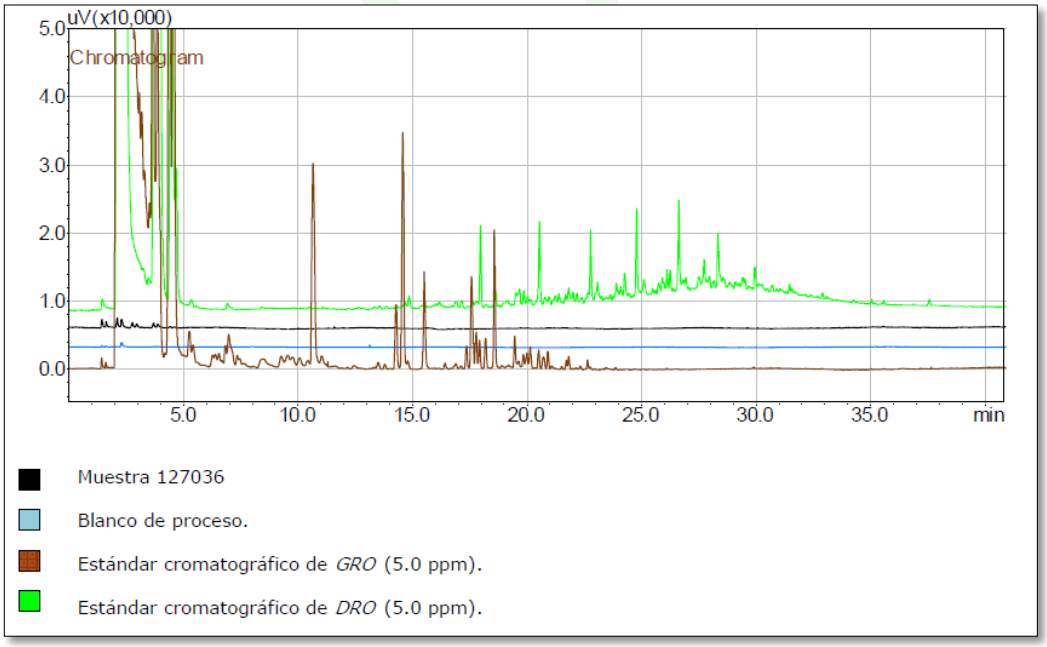
Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Figura 9. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Apique N°6.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Figura 10. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares, Apique N° 7.



Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica realizada a las muestras de suelo provenientes del zona de proyecto, como parte del Estudio de Impacto Ambiental en el tramo vial Pedregal- Pasto del departamento de Nariño, permiten afirmar que:

- En relación a los puntos de muestreos evaluados en metales totales; los diferentes rangos de concentración de cada elemento determinado no tienen variaciones significativas; es decir, que las condiciones fisicoquímicas del suelo, no son factores que intervengan de manera puntual en la acumulación de estos elementos.

- La Capacidad de Intercambio Catiónico CIC, en las muestras analizadas presentan buena retención de iones y macronutrientes, infiriendo a partir de esto buenas condiciones para el sustento de la vegetación de estos suelos.

- La Humedad registró valores asociados a la disponibilidad y retención de agua en el suelo, describiendo en todos los puntos, condiciones adecuadas para el sostenimiento de especies vegetales. El valor más alto fue registrado en el punto Apique N° 6 y el más bajo en el Apique n°7, comportamiento dado por las condiciones físicas, químicas y geográficas propias de los terrenos.

- En relación de los hidrocarburos totales de petróleo en las cuatro (4) muestras tomadas, no coincide con los perfiles del estándar de GRO y DRO, y no pudieron ser identificados ni cuantificados debido al alcance del método analítico.

7. BIBLIOGRAFIA

- IGAC (1990) Métodos Analíticos del laboratorio de Suelos. Inst. Geográfico Agustín Codazzi, Bogota, D.C.
- PORTA J, ACEVEDO M. POCH, R.M. Introducción a la Edafología. Uso y protección de suelos. (2da edición). Madrid. España. Ediciones Mundi Prensa, 2011.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

8. ANEXOS

Anexo 1- Certificados De Análisis De Laboratorio

Anexo 2-Resoluciones Ideam

Anexo 3- Material Fotográfico

ASOAM

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

ANEXO 1- CERTIFICADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO

ASOAM

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

ChemiLab Chemical Laboratory

FOR 04 050, Version N° 12/2016-07-29

IDEAM

RESULTADOS DE ANALISIS

N° R 18382

Empresa:	**SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE**	**Fecha Recepción:**	2016-09-23
Nit:	900.027.049-2	**Fecha de Emisión de resultados:**	2016-09-28
Dirección:	Calle 76 No. 47-34	**Fecha de muestreo:**	2016-08-25/26
Solicitado por:	Aldair Benavides Diamarck	**Muestreo a cargo de:**	El Cliente
Teléfono:	57(5) 3567837 – 57(5) 3044360 – 57(5) 3048815	**Plan de muestreo:**	No Reporta
Celular:	-	**Procedimiento de muestreo:**	No Reporta
e-mail:	aldair.benavides@seramblente.com	**Número total de muestras:**	3
Orden de Servicio:	11143	**Lugar de muestreo:**	Pasto
		Tipo de muestreo:	Simple
		Tipo de Muestra:	ARI ( ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( ) AP ( ) AM ( ) S (X) AX ( )

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Item	Parámetro	Método	Técnica Analítica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	46151	46388	4389	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)
							MS 10296	MS 10297	MS 10298			
2016-09-28	1	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)*	NTC 5268	Extracción acetato de Amonio 1N pH7,0, Titulometría	0,1	cmol(+)/Kg ss	27,6	28,7	12,1	-	-	-

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterranea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

*ChemiLab tiene estos parametros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.

** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PICCAP

Parámetro no acreditado

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)
Resultados validos unicamente para la(s) muestras analizadas.
Prohibida la reproduccion total o parcial de este informe sin autorización previa de ChemiLab S.A.S

ChemiLab Chemical Laboratory

FOR 04 050, Version N° 12/2016-07-29

IDEAM

RESULTADOS DE ANALISIS

N° R 18381

Empresa:	**SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE**	**Fecha Recepción:**	2016-09-23
Nit:	900.027.049-2	**Fecha de Emisión de resultados:**	2016-09-28
Dirección:	Calle 76 No. 47-34	**Fecha de muestreo:**	2016-08-25/26
Solicitado por:	Aldair Benavides Diamarck	**Muestreo a cargo de:**	El Cliente
Teléfono:	57(5) 3567837 – 57(5) 3044360 – 57(5) 3048815	**Plan de muestreo:**	No Reporta
Celular:	-	**Procedimiento de muestreo:**	No Reporta
e-mail:	aldair.benavides@seramblente.com	**Número total de muestras:**	3
Orden de Servicio:	11143	**Lugar de muestreo:**	Pasto
		Tipo de muestreo:	Simple
		Tipo de Muestra:	ARI ( ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( ) AP ( ) AM ( ) S (X) AX ( )

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Item	Parámetro	Método	Técnica Analítica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	45768	46149	46150	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)
							MS 10293	MS 10294	MS 10295			
2016-09-28	1	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)*	NTC 5268	Extracción acetato de Amonio 1N pH7,0, Titulometría	0,1	cmol(+)/Kg ss	23,5	15,7	30,0	-	-	-

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterranea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

*ChemiLab tiene estos parametros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.

** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PICCAP

Parámetro no acreditado

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

VER - RESULTADOS ESTADO AUD

CÓDIGO: 127036

SEÑOR(ES): **SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE SAS**
DIRECCIÓN: **CL 76 47 34 P 2 LC1** TELÉFONO: **3567837 3173317836**
MUESTRA PROCEDENTE DE : **NO ESPECIFICA** DEPARTAMENTO: **NO ESPECIFICA**
LUGAR TOMA DE LA MUESTRA:
PUNTO DE CAPTACIÓN: **47215**
TIPO DE MUESTRA : **SUELO**
FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA: --- HORA TOMA DE LA MUESTRA: **NO REPORTA**
FECHA RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: **1-OCT-2016**

RESULTADOS

	ENSAYO	FEC-ANALISIS	MÉTODO	REFERENCIA	RESULTADO
a.	1 - CADMIO	18-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**<18** mg/Kg Cd
a.	2 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DE LA GASOLINA	10-OCT-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C	**Ver Anexo** 1
	3 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DIESEL	10-OCT-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C, EPA 3550 C	**Ver Anexo** 1
a.	4 - CROMO	18-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**32** mg/Kg Cr
a.	5 - SELENIO	18-OCT-2016	A.A. Generador de Hidruros	EPA 3050 B - SM 3114 C	**<1,8** mg/Kg Se

FIN DEL REPORTE

OBSERVACIONES: Muestra enviada por el cliente.

Referencia (SM): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22d Edition. 2012.

Referencia (EPA): Environmental Protection Agency.

a. Ensayo(s) de laboratorio acreditado(s) en Analquim Ltda. Resolución de acreditación Nº 1215 del 14 de Junio de 2016. IDEAM

El presente documento no podrá ser reproducido total ni parcialmente y es válido únicamente si tiene el sello seco.

VER - RESULTADOS ESTADO REC

CÓDIGO: 126582

SEÑOR(ES): **SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE SAS**
DIRECCIÓN: **CL 76 47 34 P 2 LC1** TELÉFONO: **3567837 3173317836**
MUESTRA PROCEDENTE DE : **NO ESPECIFICA** DEPARTAMENTO: **NO ESPECIFICA**
LUGAR TOMA DE LA MUESTRA:
PUNTO DE CAPTACIÓN: **46151**
TIPO DE MUESTRA : **SUELO**
FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA: --- HORA TOMA DE LA MUESTRA: **NO REPORTA**
FECHA RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: **23-SEP-2016**

RESULTADOS

	ENSAYO	FEC-ANALISIS	MÉTODO	REFERENCIA	RESULTADO
a.	1 - CADMIO	04-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**<1,8** mg/Kg Cd
	2 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DE LA GASOLINA	27-SEP-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C	**Ver Anexo** 1
	3 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DIESEL	27-SEP-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C, EPA 3550 C	**Ver Anexo** 1
a.	4 - CROMO	04-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**<18** mg/Kg Cr
a.	5 - SELENIO	04-OCT-2016	A.A. Generador de Hidruros	EPA 3050 B - SM 3114 C	**<1,8** mg/Kg Se

FIN DEL REPORTE

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

VER - RESULTADOS ESTADO REC

CÓDIGO: 126583

SEÑOR(ES): **SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE SAS**
DIRECCIÓN: **CL 76 47 34 P 2 LC1** TELÉFONO: **3567837 3173317836**
MUESTRA PROCEDENTE DE : **NO ESPECIFICA** DEPARTAMENTO: **NO ESPECIFICA**
LUGAR TOMA DE LA MUESTRA:
PUNTO DE CAPTACIÓN: **46388**
TIPO DE MUESTRA : **SUELO**
FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA: --- HORA TOMA DE LA MUESTRA: **NO REPORTA**
FECHA RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: **23-SEP-2016**

RESULTADOS

ENSAYO	FEC-ANALISIS	MÉTODO	REFERENCIA	RESULTADO
a. 1 - CADMIO	04-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**<1,8** mg/Kg Cd
2 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DE LA GASOLINA	27-SEP-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C	**Ver Anexo** 1
3 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DIESEL	27-SEP-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C, EPA 3550 C	**Ver Anexo** 1
a. 4 - CROMO	04-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**<18** mg/Kg Cr
a. 5 - SELENIO	04-OCT-2016	A.A. Generador de Hidruros	EPA 3050 B - SM 3114 C	**<1,8** mg/Kg Se

FIN DEL REPORTE

VER - RESULTADOS ESTADO REC

CÓDIGO: 126584

SEÑOR(ES): **SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE SAS**
DIRECCIÓN: **CL 76 47 34 P 2 LC1** TELÉFONO: **3567837 3173317836**
MUESTRA PROCEDENTE DE : **NO ESPECIFICA** DEPARTAMENTO: **NO ESPECIFICA**
LUGAR TOMA DE LA MUESTRA:
PUNTO DE CAPTACIÓN: **46389**
TIPO DE MUESTRA : **SUELO**
FECHA DE TOMA DE LA MUESTRA: --- HORA TOMA DE LA MUESTRA: **NO REPORTA**
FECHA RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: **23-SEP-2016**

RESULTADOS

ENSAYO	FEC-ANALISIS	MÉTODO	REFERENCIA	RESULTADO
a. 1 - CADMIO	04-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**<1,8** mg/Kg Cd
2 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DE LA GASOLINA	27-SEP-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C	**Ver Anexo** 1
3 - COMPUESTOS ORGANICOS EN EL RANGO DIESEL	27-SEP-2016	Cromatografia de Gases	EPA 8015 C, EPA 3550 C	**Ver Anexo** 1
a. 4 - CROMO	04-OCT-2016	A.A de Llama	EPA 3050B-SM 3111B	**<18** mg/Kg Cr
a. 5 - SELENIO	04-OCT-2016	A.A. Generador de Hidruros	EPA 3050 B - SM 3114 C	**<1,8** mg/Kg Se

FIN DEL REPORTE

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

ENVI-LAB-I-F-09-05
Versión 4. 2016 Agosto

INFORME DE ENSAYO
BO1605013

Página 1 de 3

Cliente :	**SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE S.A.S** **CALLE 76 No 47-34 PISO 2 LOCAL 1** **BARRANQUILLA - COLOMBIA**		
Contacto :	**Maria Paulina Tejera**	Teléfono :	**301 7969040**
Orden Comercial :	**301503**	Cantidad Muestras :	**6**
NIT :	**900027049-2**	Fecha de Recepción a SGS :	**2016-09-23 08:00**

Análisis	Método
Metales Totales por ICP-MS	EPA 3051 Microwave assisted acid digestion of sediments,sludges, soils, and oils;Rev01;2007 / EPA 200.8 Determination of trace metals elements in waters and wastes by inductively coupled plasma - Mass Spectrometry; Rev.5.4

SGS

ENVI-LAB-I-P-09-05
Versión 4. 2016 Agosto

INFORME DE ENSAYO
BO1605013

Metales Totales por ICP-MS

Identificación SGS			BO1605013.001	BO1605013.002	BO1605013.003	BO1605013.004
Matriz			SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS
Muestreado por			CLIENTE	CLIENTE	CLIENTE	CLIENTE
Especificación del Producto Cliente			SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS
Identificación de la Muestra - Cliente			45798	46149	46150	46151
Lugar de Muestreo			NR	NR	NR	NR
Fecha de Muestreo						
	L.C.	Fecha de Análisis				
Arsénico Total (mg Metal/Kg)	1.429	2016-09-29 - 2016-09-29	3.0	1.9	2.5	2.8
Bario Total (mg Metal/Kg)	43.957	2016-09-29 - 2016-09-29	286.2	131.4	230.3	235.5
Calcio Total (mg Metal/Kg)	60.329	2016-09-29 - 2016-09-29	3243.4	586.8	3279.9	1740.9
Cobalto Total (mg Metal/Kg)	2.3	2016-09-29 - 2016-09-29	7.0	4.4	7.4	5.1
Magnesio Total (mg Metal/Kg)	60.462	2016-09-29 - 2016-09-29	882.3	887.4	586.9	1294.0
Mercurio Total (mg Metal/Kg)	0.146	2016-09-29 - 2016-09-29	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Potasio Total (mg Metal/Kg)	67.805	2016-09-29 - 2016-09-29	2065.4	1459.6	1479.6	2145.9
Sodio Total (mg Metal/Kg)	60.337	2016-09-29 - 2016-09-29	516.3	109.1	145.2	233.2

Identificación SGS			BO1605013.005	BO1605013.006
Matriz			SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS
Muestreado por			CLIENTE	CLIENTE
Especificación del Producto Cliente			SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS
Identificación de la Muestra - Cliente			46388	46389
Lugar de Muestreo			NR	NR
Fecha de Muestreo				
	L.C.	Fecha de Análisis		
Arsénico Total (mg Metal/Kg)	1.429	2016-09-29 - 2016-09-29	3.5	1.8
Bario Total (mg Metal/Kg)	43.957	2016-09-29 - 2016-09-29	328.7	236.6
Calcio Total (mg Metal/Kg)	60.329	2016-09-29 - 2016-09-29	3287.3	2764.5
Cobalto Total (mg Metal/Kg)	2.3	2016-09-29 - 2016-09-29	4.0	<2.3
Magnesio Total (mg Metal/Kg)	60.462	2016-09-29 - 2016-09-29	1195.4	1625.9
Mercurio Total (mg Metal/Kg)	0.146	2016-09-29 - 2016-09-29	<0.1	<0.1
Potasio Total (mg Metal/Kg)	67.805	2016-09-29 - 2016-09-29	1770.1	1998.1
Sodio Total (mg Metal/Kg)	60.337	2016-09-29 - 2016-09-29	602.7	279.5

(A) = Estos resultados de Análisis están acreditados por el IDEAM bajo Resolución Número 1566 del 21 de Julio de 2016

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

SGS

ENVI-LAB-I-F-09-05
Versión 4. 2016 Agosto

INFORME DE ENSAYO
BO1605013

Página 3 de 3

Comentarios

La fecha de análisis relacionada en la tabla de resultados corresponde a la fecha de reporte de resultados.

Control de Calidad

MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patron de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Porcentaje de desviación relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Porcentaje de desviación relativa entre los duplicados del proceso.

Metales Totales por ICP-MS

Metodo : EPA 3051 Microwave assisted acid digestion of sediments,sludges, soils, and oils;Rev01;2007 / EPA 200.8
Determination of trace metals elements in waters and wastes by inductively coupled plasma - Mass Spectrometry; Rev.5.4

Parametro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Arsénico Total	mg Metal/Kg	1.429	<1.43	3%	106%	104%
Bario Total	mg Metal/Kg	43.957	<43.96	5%	91%	91%
Mercurio Total	mg Metal/Kg	0.146	<0.1	0%	96%	103%
Calcio Total	mg Metal/Kg	60.329	<60	3%	97%	81%
Magnesio Total	mg Metal/Kg	60.462	<60.5	3%	101%	97%
Potasio Total	mg Metal/Kg	67.805	<67.81	3%	96%	85%
Sodio Total	mg Metal/Kg	60.337	<60.34	8%	98%	96%
Cobalto Total	mg Metal/Kg	2.3	<2.30	3%	96%	97%

Emitido en Bogotá D.C. - Colombia el , 2016-09-29

Saul Roa
Coordinador de Laboratorio

(A) = Estos resultados de Análisis están acreditados por el IDEAM bajo Resolución Número 1566 del 21 de Julio de 2016

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

SGS

ENVI-LAB-I-F-09-05
Versión 4. 2016 Agosto

INFORME DE ENSAYO
BO1605326

Página 1 de 3

Cliente :	**SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE S.A.S** **CALLE 76 No 47-34 PISO 2 LOCAL 1** **BARRANQUILLA - COLOMBIA**		
Contacto :	**Maria Paulina Tejera**	Teléfono :	**301 7969040**
Orden Comercial :	**301592**	Cantidad Muestras :	**3**
NIT :	**900027049-2**	Fecha de Recepción a SGS :	**2016-10-03 09:45**

Análisis	Método
Metales Totales por ICP-MS	EPA 3051 Microwave assisted acid digestion of sediments,sludges, soils, and oils;Rev01;2007 / EPA 200.8 Determination of trace metals elements in waters and wastes by inductively coupled plasma - Mass Spectrometry; Rev.5.4

La fecha de análisis relacionada en la tabla de resultados corresponde a la fecha de reporte de resultados.

(A) = Estos resultados de Análisis están acreditados por el IDEAM bajo Resolución Número 1566 del 21 de Julio de 2016

ENVI-LAB-I-F-09-05
Versión 4. 2016 Agosto

INFORME DE ENSAYO
BO1605326

Metales Totales por ICP-MS

Identificación SGS			BO1605326.001	BO1605326.002	BO1605326.003
Matriz			SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS
Muestreado por			CLIENTE	CLIENTE	CLIENTE
Especificación del Producto Cliente			SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS	SOLIDO_SUELOS
Identificación de la Muestra - Cliente			47214	47215	47216
Lugar de Muestreo			NR	NR	NR
Fecha de Muestreo					
	L.C.	Fecha de Análisis			
Arsénico Total (mg Metal/Kg)	1.429	2016-10-25 - 2016-10-25	6.1	5.0	5.6
Bario Total (mg Metal/Kg)	43.957	2016-10-25 - 2016-10-25	147.8	203.3	159.0
Calcio Total (mg Metal/Kg)	60.329	2016-10-25 - 2016-10-25	1442.3	3880.8	2096.5
Magnesio Total (mg Metal/Kg)	60.462	2016-10-25 - 2016-10-25	399.4	2274.2	1022.9
Mercurio Total (mg Metal/Kg)	0.146	2016-10-25 - 2016-10-25	<0.1	<0.1	<0.1
Potasio Total (mg Metal/Kg)	67.805	2016-10-25 - 2016-10-25	109.4	587.4	377.3
Sodio Total (mg Metal/Kg)	60.337	2016-10-25 - 2016-10-25	173.5	1055.3	509.5

Comentarios

La fecha de análisis relacionada en la tabla de resultados corresponde a la fecha de reporte de resultados.

La fecha de análisis relacionada en la tabla de resultados corresponde a la fecha de reporte de resultados.

(A) = Estos resultados de Análisis están acreditados por el IDEAM bajo Resolución Número 1566 del 21 de Julio de 2016

SGS

ENVI-LAB-I-F-09-05
Versión 4. 2016 Agosto

INFORME DE ENSAYO
BO1605326

Página 3 de 3

Control de Calidad

MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patron de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Porcentaje de desviación relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Porcentaje de desviación relativa entre los duplicados del proceso.

Metales Totales por ICP-MS

Metodo : EPA 3051 Microwave assisted acid digestion of sediments,sludges, soils, and oils;Rev01;2007 / EPA 200.8
Determination of trace metals elements in waters and wastes by inductively coupled plasma - Mass Spectrometry; Rev.5.4

Parametro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Arsénico Total	mg Metal/Kg	1.429	<1.43	0%	107%	96%
Bario Total	mg Metal/Kg	43.957	<43.96		101%	
Mercurio Total	mg Metal/Kg	0.146	<0.1	0%	108%	
Calcio Total	mg Metal/Kg	60.329	<60		107%	
Magnesio Total	mg Metal/Kg	60.462	<60.5		98%	
Potasio Total	mg Metal/Kg	67.805	<67.81		105%	
Sodio Total	mg Metal/Kg	60.337	<60.34		105%	

Emitido en Bogotá D.C. - Colombia el , 2016-11-01

Saul Roa
Coordinador de Laboratorio

La fecha de análisis relacionada en la tabla de resultados corresponde a la fecha de reporte de resultados.

(A) = Estos resultados de Análisis están acreditados por el IDEAM bajo Resolución Número 1566 del 21 de Julio de 2016

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

ANALISIS DE RESULTADOS CROMATOGRÁFICOS HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO

MUESTRA 126582

TIPO DE MUESTRA: SUELO
LUGAR DE TOMA: ---
PUNTO DE CAPTACIÓN: 46151
FECHA DE RECEPCIÓN: SEPTIEMBRE 23 DE 2016

Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo se llevó a cabo por comparación de los perfiles cromatográficos de la muestra problema con los de auténticos estándares cromatográficos de compuestos orgánicos en el rango gasolina (*GRO*) y orgánicos en el rango diesel (*DRO*). En la **figura 1** se presenta la comparación entre los perfiles cromatográficos de la muestra objeto de análisis, el blanco de proceso y los estándares de *DRO* y *GRO*.

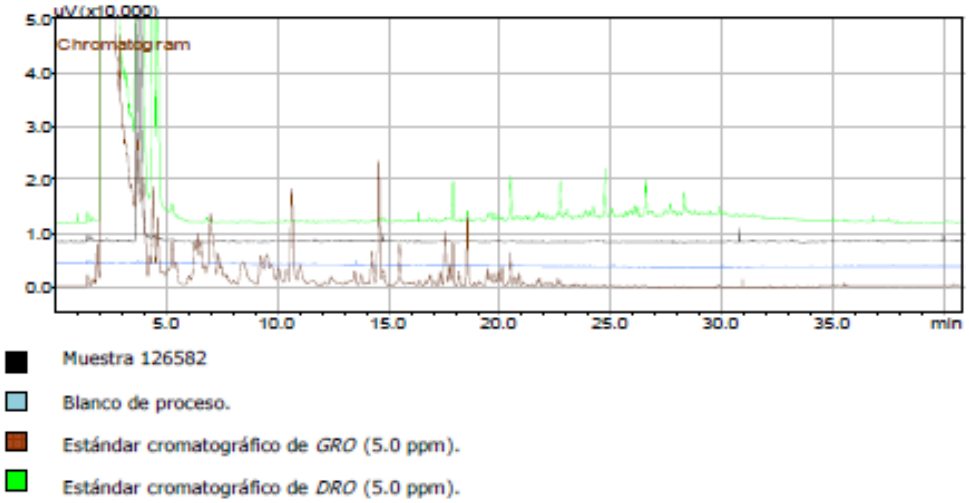


Figura 1. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares.

En la **figura 1** se puede observar que el cromatograma correspondiente al blanco de proceso no presenta un perfil característico de *DRO* y *GRO*. Asi mismo, el perfil cromatográfico de la muestra **126582** no coincide con el perfil del estándar de *GRO y DRO*; el resultado de la cuantificación se reporta en la **tabla 1.** El cromatograma de la muestra presenta picos cromatográficos con t_R diferentes a los del estándar, estos picos corresponden a compuestos para los cuales es sensible el detector de ionización en llama (*FID*). No obstante, estos compuestos no pertenecen al grupo de los TPH y no pueden ser identificados ni cuantificados debido al alcance del método analítico.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Análisis Cuantitativo

Los resultados de la cuantificación reportados, se presentan en la **tabla 1.**

Parámetro	Concentración	Unidades
GRO	<2,50	mg/kg
DRO	<2,50	mg/kg

Tabla 1. Resultado de la cuantificación de la muestra 126582

Realizó y Autorizó,

Laura Milena Castrillón V.
Químico. Matrícula PQ-4351

Vo.Bo. Control:

Informe No Valido sin firma Vo. Bo. Control

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

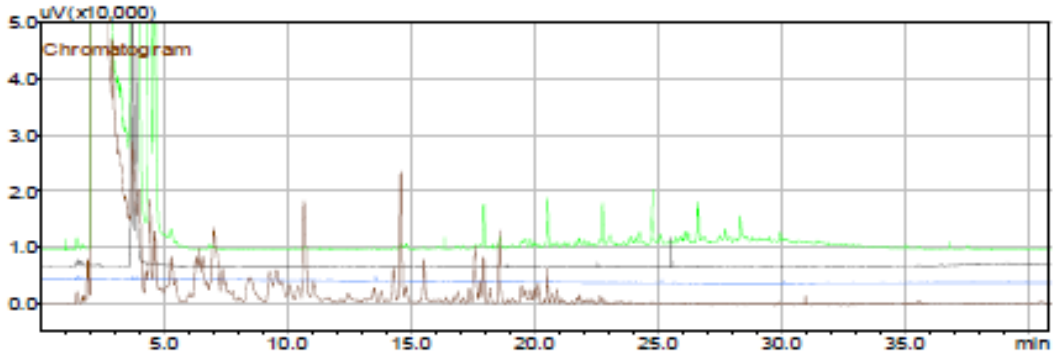
ANALISIS DE RESULTADOS CROMATOGRÁFICOS HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO

MUESTRA 126583

TIPO DE MUESTRA: SUELO
LUGAR DE TOMA: ---
PUNTO DE CAPTACIÓN: 46388
FECHA DE RECEPCIÓN: SEPTIEMBRE 23 DE 2016

Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo se llevó a cabo por comparación de los perfiles cromatográficos de la muestra problema con los de auténticos estándares cromatográficos de compuestos orgánicos en el rango gasolina (*GRO*) y orgánicos en el rango diesel (*DRO*). En la **figura 1** se presenta la comparación entre los perfiles cromatográficos de la muestra objeto de análisis, el blanco de proceso y los estándares de *DRO* y *GRO*.



Muestra 126583

Blanco de proceso.

Estándar cromatográfico de *GRO* (5.0 ppm).

Estándar cromatográfico de *DRO* (5.0 ppm).

Figura 1. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares.

En la **figura 1** se puede observar que el cromatograma correspondiente al blanco de proceso no presenta un perfil característico de *DRO* y *GRO*. Asi mismo, el perfil cromatográfico de la muestra **126583** no coincide con el perfil del estándar de *GRO y DRO*; el resultado de la cuantificación se reporta en la **tabla 1**. El cromatograma de la muestra presenta picos cromatográficos con t_R diferentes a los del estándar, estos picos corresponden a compuestos para los cuales es sensible el detector de ionización en llama (*FID*). No obstante, estos compuestos no pertenecen al grupo de los TPH y no pueden ser identificados ni cuantificados debido al alcance del método analítico.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Análisis Cuantitativo

Los resultados de la cuantificación reportados, se presentan en la **tabla 1.**

Parámetro	Concentración	Unidades
GRO	<2,50	mg/kg
DRO	<2,50	mg/kg

Tabla 1. Resultado de la cuantificación de la muestra 126583

Realizó y Autorizó,

Laura Milena Castrillón V.
Químico. Matrícula PQ-4351

Vo.Bo. Control:

Informe No Valido sin firma Vo. Bo. Control

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

ANALISIS DE RESULTADOS CROMATOGRÁFICOS HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO

MUESTRA 126584

TIPO DE MUESTRA: SUELO
LUGAR DE TOMA: ---
PUNTO DE CAPTACIÓN: 46389
FECHA DE RECEPCIÓN: SEPTIEMBRE 23 DE 2016

Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo se llevó a cabo por comparación de los perfiles cromatográficos de la muestra problema con los de auténticos estándares cromatográficos de compuestos orgánicos en el rango gasolina (*GRO*) y orgánicos en el rango diesel (*DRO*). En la **figura 1** se presenta la comparación entre los perfiles cromatográficos de la muestra objeto de análisis, el blanco de proceso y los estándares de *DRO* y *GRO*.

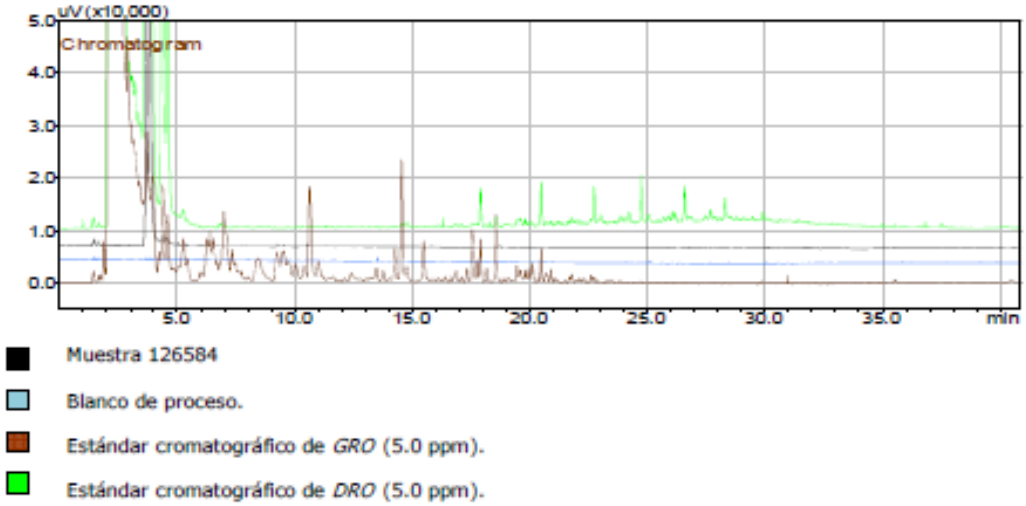


Figura 1. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares.

En la **figura 1** se puede observar que el cromatograma correspondiente al blanco de proceso no presenta un perfil característico de *DRO* y *GRO*. Asi mismo, el perfil cromatográfico de la muestra **126584** no coincide con el perfil del estándar de *GRO y DRO*; el resultado de la cuantificación se reporta en la **tabla 1.** El cromatograma de la muestra presenta picos cromatográficos con t_R diferentes a los del estándar, estos picos corresponden a compuestos para los cuales es sensible el detector de ionización en llama (*FID*). No obstante, estos compuestos no pertenecen al grupo de los TPH y no pueden ser identificados ni cuantificados debido al alcance del método analítico.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Análisis Cuantitativo

Los resultados de la cuantificación reportados, se presentan en la **tabla 1.**

Parámetro	Concentración	Unidades
GRO	<2,50	mg/kg
DRO	<2,50	mg/kg

Tabla 1. Resultado de la cuantificación de la muestra **126584**

Realizó y Autorizó,

Laura Milena Castrillón V.
Químico. Matrícula PQ-4351

Vo.Bo. Control:

Informe No Valido sin firma Vo. Bo. Control

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

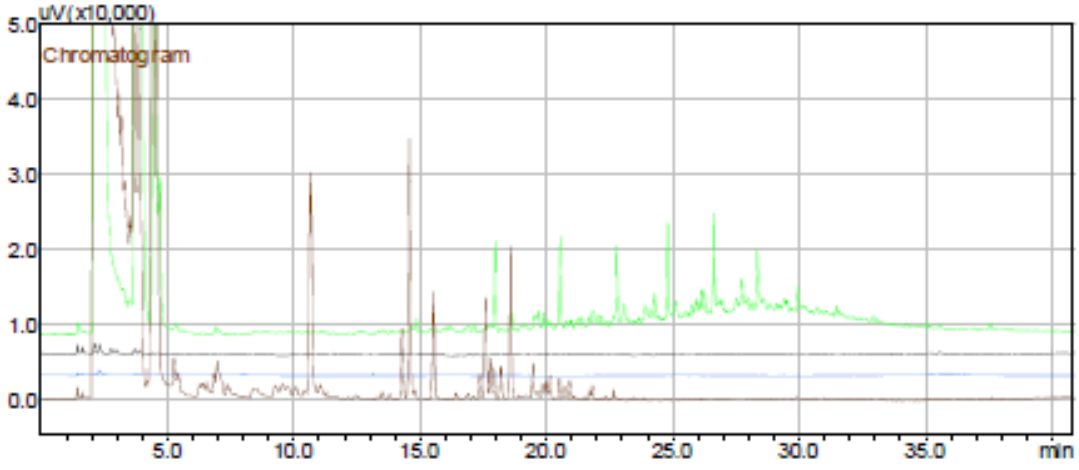
ANALISIS DE RESULTADOS CROMATOGRÁFICOS HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO

MUESTRA 127036

TIPO DE MUESTRA: SUELO
LUGAR DE TOMA: ---
PUNTO DE CAPTACIÓN: 47215
FECHA DE RECEPCIÓN: OCTUBRE 01 DE 2016

Análisis Cualitativo

El análisis cualitativo se llevó a cabo por comparación de los perfiles cromatográficos de la muestra problema con los de auténticos estándares cromatográficos de compuestos orgánicos en el rango gasolina (*GRO*) y orgánicos en el rango diesel (*DRO*). En la figura 1 se presenta la comparación entre los perfiles cromatográficos de la muestra objeto de análisis, el blanco de proceso y los estándares de *DRO* y *GRO*.



- Muestra 127036
- Blanco de proceso.
- Estándar cromatográfico de *GRO* (5.0 ppm).
- Estándar cromatográfico de *DRO* (5.0 ppm).

Figura 1. Cromatograma comparativo: blanco, muestra y estándares.

En la figura 1 se puede observar que el cromatograma correspondiente al blanco de proceso no presenta un perfil característico de *DRO* y *GRO*. Así mismo, el perfil cromatográfico de la muestra 127036 no coincide con el perfil del estándar de *GRO* ni *DRO*; el resultado de la cuantificación se reporta en la tabla 1.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Análisis Cuantitativo

Los resultados de la cuantificación reportados, se presentan en la tabla 1.

Parámetro	Concentración	Unidades
GRO	<2,50	mg/kg
DRO	<2,50	mg/kg

Tabla 1. Resultado de la cuantificación de la muestra 127036

Realizó y Autorizó,

Laura Milena Castrillón V.
Químico. Matrícula PQ-4351

Vo.Bo. Control:

Informe No Valido sin firma Vo. Bo. Control

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

ChemiLab
Chemical Laboratory

RESULTADOS DE ANALISIS

Nº R 18382

IDEAM

Empresa:	SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE	**Fecha Recepción:**	2016-09-23
Nit:	900.027.049-2	**Fecha de Emisión de resultados:**	2016-10-18
Dirección:	Calle 78 No. 47-34	**Fecha de muestreo:**	2016-08-25/26
Solicitado por:	Aldair Benevides Diemerck	**Muestreo a cargo de:**	El Cliente
Teléfono:	57(5) 3567837 – 57(5) 3044360 – 57(5) 3048815	**Plan de muestreo:**	No Reporte
Celular:	-	**Procedimiento de muestreo:**	No Reporte
e-mail:	aldair.benevides@serambiente.com	**Número total de muestras:**	3
Orden de Servicio:	11143	**Lugar de muestreo:**	Piedo
		Tipo de muestreo:	Simple
		Tipo de Muestra:	ARI ( ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( ) AP ( ) AM ( ) S (X) AX ( )

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Item	Parámetro	Método	Técnica Analítica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	46151	46388	46389	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)
							MS 10296	MS 10297	MS 10298			
2016-09-28	1	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)*	NTC 5268	Extracción acetato de Amonio 1N pH7,0, Titulometría	0,1	cmol(+)/Kg ss	27,6	28,7	12,1	-	-	-
2016-10-15	2	PSI* (Porcentaje de Sodio Intercambiable)	Cálculo NOM-021-RECNAT-2000 AS-21-UNITED STATES SALINITY LABORATORY STAFF	Na+ extraído con AcNH4, pH 7 y Capacidad de intercambio catiónico	N.A.	%	2,61	10,3	2,93	-	-	-
2016-10-15	3	RAS* (Relación de Adsorción de Sodio)	Cálculo NOM-021-RECNAT-2000 AS-21	Solubles en pasta de saturación (Ca2+, Mg2+ y Na+)	N.A.	N.A.	0,910	6,75	1,14	-	-	-

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterranea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

*ChemiLab tiene estos parametros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1228 de 2016 del IDEAM.

** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P): PICCAP

Parámetro no acreditado

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos.)
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas.)
Resultados válidos unicamente para la(s) muestras analizadas.
Prohibida la reproduccion total o parcial de este informe sin autorización previa de ChemiLab S.A.S

ANA CATALINA ROA TORRES
DIRECTORA TECNICA
PQ-2476

** FIN DE ESTE REPORTE**

CHEMILAB S.A.S.
Telefax: (571) 6703850

Pag 1 de 1
CARRERA 21 N° 126 - 30, Bodega 6 y 7 B. Carabana
BOGOTA D.C.

ChemiLab Chemical Laboratory

RESULTADOS DE ANALISIS

Nº R 19730

IDEAM

Empresa:	SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE	**Fecha Recepción:**	2016-10-03
Nit:	900.027.049-2	**Fecha de Emisión de resultados:**	2016-10-25
Dirección:	Calle 76 No. 47-34	**Fecha de muestreo:**	2016-09-15
Solicitado por:	Aldair Benavides Diamarck	**Muestreo a cargo de:**	El Cliente
Teléfono:	57(5) 3567837 – 57(5) 3044360 – 57(5) 3048815	**Plan de muestreo:**	No Reporta
Celular:	-	**Procedimiento de muestreo:**	No Reporta
e-mail:	aldair.benavides@serambiente.com	**Número total de muestras:**	3
Orden de Servicio:	11260	**Lugar de muestreo:**	Pasto
		Tipo de muestreo:	Simple
		Tipo de Muestra:	ARI ( ) ARD ( ) ARnD ( ) AN ( ) AP ( ) AM ( ) S (X) AX ( )

REPORTE DE RESULTADOS

Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Item	Parámetro	Método	Técnica Analítica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	47215	47216	47214	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)	VALORES DE NORMA QUE APLICA (OPCIONAL)
							MS 10316	MS 10317	MS 10318			
2016-10-14	1	Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)*	NTC 5268	Extracción acetato de Amonio 1N pH7,0, Titulometría	0,100	cmol(+)/Kg ss	11,3	11,1	8,92	-	-	-
2016-10-15	2	PSI* (Porcentaje de Sodio Intercambiable)	Cálculo NOM-021-RECNAT-2000 AS-21-UNITED STATES SALINITY LABORATORY STAFF	Na+ extraído con AcNH4, pH 7 y Capacidad de intercambio catiónico	N.A.	%	3,82	2,72	1,88	-	-	-
2016-10-15	3	RAS* (Relación de Adsorción de Sodio)	Cálculo NOM-021-RECNAT-2000 AS-21	Solubles en pasta de saturación (Ca2+, Mg2+ y Na+)	N.A.	N.A.	1,77	1,05	0,957	-	-	-

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterranea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros

*ChemiLab tiene estos parametros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1236 de 2016 del IDEAM.

** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado

(P) PICCAP

Parámetro no acreditado

Observaciones: Métodos de Análisis aplicados según el Laboratorio de Suelos IGAC y US-EPA (aplica para suelos)
Métodos de Análisis aplicados según Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (aplica para aguas)
Resultados validos unicamente para la(s) muestras analizadas.
Prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización previa de ChemiLab S.A.S

ANA CATALINA ROA TORRES
DIRECTORA TECNICA
PQ-3476

** FIN DE ESTE REPORTE**

CHEMILAB S.A.S.
Telefax: (571) 6702463

Pag 1 de 1

CARRERA 21 Nº 195 - 50 , Bodega 9 y 7 K. Carretera
BOGOTA D.C

ANEXO 2-RESOLUCIONES IDEAM

ASOAM

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

SERAMBIENTE S.A.S.

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

RESOLUCIÓN Nº 1556 14 AGO 2015

"Por la cual se renueva la acreditación de la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE S.A.S.**, para producir información cuantitativa física, química y microbiológica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes"

EL DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM -

En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por el artículo 5 del Decreto 1600 de 1994, el numeral 8 del artículo 5 del Decreto 291 de 2004, la Resolución 268 de 2015 proferida por el Director General del IDEAM,

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución 0684 de 6 de mayo de 2015, el IDEAM extendió el alcance de la acreditación otorgada mediante Resolución Nº 1678 de 14 de agosto de 2013, que a su vez modificó y extendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE**, identificada con NIT 900.027.049-2 y con domicilio en la Calle 76 Nº 47 - 34, piso 2, local 1 de la ciudad de Barranquilla (Atlántico); otorgada mediante la resolución 3481 de 9 de diciembre de 2011, para las siguientes variables en las matrices agua, suelo, lodo, sedimento, residuos peligrosos, biota y aire, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. ***Alcalinidad Total:*** *Volumétrico, SM 2320 B*
2. ***Conductividad Eléctrica:*** *Electrométrico, SM 2510 B*
3. ***Cloruros:*** *Argentométrico, SM 4500-Cl- B*
4. ***Calcio Disuelto:*** *Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B*
5. ***Magnesio Disuelto:*** *Cálculo, SM 3500-Mg B*
6. ***Dureza Total:*** *Volumétrico con EDTA, SM 2340 C*
7. ***Dureza Cálcica:*** *Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B*
8. ***Dureza Magnésica:*** *Cálculo, SM 3500-Mg B*
9. ***Nitrato:*** *Salicilato de sodio, Análisis de Aguas, J. Rodier 3ª edición, 1998*
10. ***Nitrito:*** *Colorimétrico, SM 4500-NO2- B.*
11. ***Sólidos Suspendidos Totales:*** *Gravimétrico – Secado a 103 ºC – 105 ºC, SM 2540 D*
12. ***Sólidos Disueltos Totales:*** *Gravimétrico, Secado a 180 °C, SM 2540 C*
13. ***Sólidos Totales:*** *Gravimétrico, Secado a 103 – 105 °C, SM 2540 B*
14. ***Coliformes Totales:*** *Fermentación por Tubos Múltiples, SM 9221 B*
15. ***Coliformes Fecales:*** *Fermentación por Tubos Múltiples, SM 9221 E*
16. ***Oxígeno Disuelto:*** *Modificación de Azida, SM 4500-O C*
17. ***Demanda Bioquímica de Oxígeno:*** *Incubación a 5 días – Electrodo de membrana, SM 5210 B, ASTM 888-09 método C*

Página **1** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

18. ***Demanda Química de Oxígeno:*** *Reflujo Cerrado y Colorimétrico, SM 5220 D*
19. ***Detergentes:*** *Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C*
20. ***Grasas y Aceites:*** *Extracción Soxhlet, SM 5520 D*
21. ***Sulfatos:*** *Turbidimétrico, SM 4500-SO42-E*
22. ***Toma de Muestra Simple:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Caudal*** *(volumétrico – flotador)*
23. ***Toma de Muestra Compuesta:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Caudal*** *(volumétrico – flotador)*
24. ***Muestreo Integrado en cuerpo Lótico:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Caudal*** *(volumétrico – flotador)*
25. ***Muestreo Integrado en cuerpo Léntico:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C)*
26. ***Muestreo de Aguas Marinas:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Sólidos Disueltos*** *(SM 5210 B)*
27. ***Toma de Muestra de Aguas Subterráneas:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C)*
28. ***Toma de Muestra en Piezómetros:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C)*

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 22st edition 2012.

Matriz Suelo:

1. ***Muestreo:*** *Resolución N° 0062 del 30 de marzo de 2007, emitida por el IDEAM*

Matriz Lodo:

1. ***Muestreo:*** *Resolución N° 0062 del 30 de marzo de 2007, emitida por el IDEAM, Calidad de agua. Muestreo. parte 13: Guía para el muestreo de lodos de aguas residuales y plantas de tratamiento de aguas NTC/ISO 5667-13*

Matriz Sedimento:

1. ***Muestreo:*** *Resolución N° 0062 del 30 de marzo de 2007, emitida por el IDEAM, Muestreo. Parte 12. Guía para el muestreo de sedimentos de fondo. NTC – ISO 5667-12.*

Matriz Residuos Peligrosos:

1. ***Muestreo en Barriles y Costales y/o Bolsas****: Numeral 1.5.1.1. Resolución No. 0062 de 2007 expedida por el IDEAM.*
2. ***Muestreo en Pilas de desecho:*** *Numeral 1.6.4. Resolución No. 0062 de 2007 expedida por el IDEAM*

Matriz Biota

1. ***Perifiton:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico y Análisis de Muestras, SM 10300 B, C*
2. ***Fitoplancton:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico, Marino y Análisis de Muestras SM 10200 B, F*

Página **2** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

3. ***Zooplancton:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico, Marino y Análisis de Muestras SM 10200 B, G*
4. ***Macrófitas Acuáticas:*** *Estudio Preliminar, Estimación de la Población, SM 10400 A, B, D*
5. ***Peces:*** *Adquisición de Datos, Preservación de Muestras y Análisis de Colecciones, SM 10600 A, B, C, D*
6. ***Macroinvertebrados Bentónicos:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico, Marino, Análisis de Muestras y Análisis de Datos SM 10500 B, C, D*

Matriz Aire - Emisiones por Fuentes Fijas

1. ***Determinación de Puntos Transversos para realizar Muestreo y Determinación de Velocidad en Fuentes Estacionarias:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 1.*
2. ***Determinación de Velocidad y Flujo Volumétrico de Gases en Fuentes Estacionarias empleando Tubo Pitot tipo S****: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 2.*
3. ***Análisis de Gases para la Determinación de Peso Molecular de Gases Secos:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-2. Método 3.*
4. ***Análisis de Gases para la Determinación del Exceso de Aire o Factor de Corrección de Velocidad de Emisión:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-2: Método 3B.*
5. ***Muestreo para Determinación de Humedad en Chimenea:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 4.*
6. ***Muestreo y análisis de laboratorio para la Determinación de Material Particulado:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-3: Método 5.*
7. ***Muestreo y análisis de laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre, SO_2:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 6.*
8. ***Toma de Muestras y análisis de laboratorio para la Determinación de Óxidos de Nitrógeno, NOx:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 7.*
9. ***Muestreo y Análisis de Laboratorio para Determinación de SO_2 y H_2SO_4 (incluyendo SO_3 y neblina de H_2SO_4):*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 8.*
10. ***Toma de Muestras y Análisis para para Determinación de Monóxido de Carbono, CO:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 10.*
11. ***Toma de Muestras para Determinación de Compuestos Orgánicos Gaseosos:*** *EPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-6: Método 18*
12. ***Toma de Muestras para Determinación de Dibenzo-p-Dioxinas Policloradas y Dibenzofuranos Policlorados****: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-7: Método 23.*
13. ***Toma de Muestras para Determinación de Emisiones de Haluros de Hidrogeno y Halógenos (Método Isocinético):*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-8: Método 26A.*
14. ***Toma de Muestra para Determinación de Metales****: USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-8: Método 29.*
15. ***Toma de Muestras para Determinación de Dibenzo (a,h) Antraceno y Benzo (a) Pireno:*** *NIOSH 5506, Rev. 3, Enero 1998 / NIOSH 5515, Rev. 2, Agosto 1994.*

Matriz Aire: Calidad de Aire

1. ***Toma de Muestra y análisis de laboratorio para la Determinación de Partículas Suspendidas Totales:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice B: Alto Volumen.*
2. ***Toma de Muestra y análisis de laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM10:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM10.*
3. ***Toma de Muestra de Material Particulado como PM10:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50 Apéndice. J: Low-Vol*
4. ***Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación Material Particulado como PM2.5:*** *EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM2.5*
5. ***Toma de Muestra y análisis de laboratorio para la Determinación de SO_2:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-2: Pararrosanilina.*

Página **3** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

6. ***Toma de Muestra para la Determinación de NO_2:*** *USEPA No. EQN1277-026, Arsenito de Sodio.*
7. ***Toma de Muestra y análisis para la Determinación de CO (Fotometría Infrarroja No Dispersiva):*** *US-EPA e-CFR Titulo 40, Parte 50, Apéndice C.*
8. ***Toma de Muestras para la Determinación de Hidrocarburos Totales expresados como Metano:*** *US-EPA, Método TO-17 Modificado, Muestreo activo en Tubos Adsorbentes, Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, 2nd edition, January 1999*
9. ***Toma de Muestras para la Determinación de Ozono O3:*** *Método Colorimétrico con Yoduro de Potasio Alcalino, Método P&CAM 154 (Apha 820). Apha Intersociety Committee Methods for Air Sampling and Analysis, 2th Ed, 1975.*
10. ***Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos orgánicos volátiles COVs:*** *Compendio de métodos para la determinación de compuestos orgánicos tóxicos en aire ambiente, 2da edición, método US-EPA TO-17,1999*
11. ***Emisión de Ruido:*** *Procedimiento de Medición para Emisiones de Ruido. Capítulo I, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*
12. ***Ruido Ambiental:*** *Procedimiento de Medición para Ruido Ambiental. Capítulo II, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

(...)"

Que el IDEAM otorgó la acreditación inicialmente por un periodo de tres (3) años contados a partir de la notificación de la Resolución Nº 3481 del 9 de diciembre de 2011, hecho que ocurrió el día 15 de diciembre de 2011, estableciendo como periodo de vigencia de la acreditación desde el 15 de diciembre de 2011 hasta el 15 de diciembre de 2014.

Que posteriormente el IDEAM, emitió la Resolución No. 0019 de 10 de enero de 2014, mediante la cual extendió la vigencia de la acreditación por un término de ocho (8) meses, a los laboratorios que se encontraban acreditados y que habían solicitado la visita de auditoría para renovación de la acreditación.

Que en cumplimiento a lo establecido en el artículo 1º de la Resolución 1754 de octubre de 2009, el período de vigencia de la acreditación de la Resolución No. 3481 de 2011, va del 15 de diciembre de 2014 al 15 de agosto de 2015.

Que la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERIA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE**, mediante radicado 20149910010072 de 14 de febrero de 2014, solicitó al IDEAM la visita de renovación y extensión de la acreditación. (Folios 174 a 184)

Que mediante oficio con radicado N° 20146000009261 de 15 de mayo de 2014, el IDEAM emitió el certificado de vigencia de acreditación a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE**, el cual indica "la acreditación de la Sociedad Servicios de Ingeniería y Ambiente S.A.S – SERAMBIENTE S.A.S., mantendrá su vigencia desde el 15 de diciembre de 2014 hasta el **15 de agosto de 2015**". (Folios 200 a 201)

Que por medio de oficio con radicado Nº 20146000016831 de 25 de agosto de 2014, el **IDEAM** envió a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** la cotización para la visita de evaluación para el seguimiento y extensión de la acreditación (Folios 203 a 204).

Que mediante comunicación electrónica con radicado 20149910131392 de 17 de diciembre de 2014, la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE**, remitió al IDEAM el comprobante de pago para realizar la evaluación. (Folios 2012 a 2013)

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

Que la visita de evaluación para extensión y renovación se llevó a la sociedad **INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** se llevó a cabo del 10 al 15 de noviembre de 2014, tal y como se puede advertir en los Folios 228 a 495 del expediente 2013600010400024E.

Que el **IDEAM** generó el informe de visita de evaluación de renovación y extensión de la acreditación el 1 de diciembre de 2014, enviándolo a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** mediante oficio con radicado Nº 20146000027971 del 23 de diciembre de 2014. (Folios 2014 a 227)

Que mediante comunicación electrónica con radicado 20149910120042 de 20 de noviembre de 2014, la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** solicitó la realización y cotización de la visita de seguimiento de acciones correctivas. (Folio 205).

Que mediante comunicado con radicado 20146000026691 de 9 de diciembre de 2014, el **IDEAM** envió a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** la cotización para la visita de seguimiento de acciones correctivas para el seguimiento y extensión de la acreditación. (Folios 210 a 211).

Que mediante comunicación electrónica con radicado 20159910016452 de 19 de febrero de 2015, la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** remitió al IDEAM el comprobante de pago por el valor establecido en el comunicado 20146000026691 de 9 de diciembre de 2014 para realizar la evaluación, y solicitó el ajuste de la cotización. (Folios 498 a 499).

Que mediante oficio con radicado 20156000001731 de 24 de febrero de 2015, el **IDEAM** envió a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** la cotización ajustada para la visita de seguimiento de acciones correctivas para el seguimiento y extensión de la acreditación. (Folios 500 y 501).

Que mediante comunicación con radicado 20159910026212 de 12 de marzo de 2015, la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** remitió al IDEAM el comprobante de pago por el valor establecido en el comunicado 20156000001731 de 24 de febrero de 2015 para realizar la evaluación. (Folios 505 y 506).

Que el día 26 de marzo de 2015, el **IDEAM** emitió el informe de seguimiento de acciones correctivas de la visita de renovación y extensión de la acreditación de la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** el cual fue enviado a través del radicado N° 20156010001551 de 26 de marzo de 2015. (Folios 530 a 546)

Que el día 25 de abril de 2014, el IDEAM envió por correo electrónico a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** los resultados de la prueba de evaluación de desempeño año 2013, cuya vigencia comprende el periodo entre 30 de abril de 2014 y 30 de abril de 2015, los cuales son vigentes en la actualidad hasta tanto IDEAM no emita los resultados de la prueba de evaluación de desempeño año 2014. (Folios 187 a 191)

Que con fundamento en lo anterior en la información remitida a la Oficina Asesora Jurídica por parte del Subdirector de Estudios Ambientales, la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** cumplió con todas las etapas y requisitos establecidos en la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003 proferida por el IDEAM.

Página **5** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

Que los documentos de la solicitud y desarrollo del proceso de acreditación de la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** reposan en la dependencia del Grupo de Acreditación de la Subdirección de Estudios Ambientales del IDEAM.

REGIMEN DE TRANSICIÓN

Cabe señalar que el trámite de acreditación de Extensión del la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** inició en vigencia de la Resolución 176 de 2003.

Posteriormente, el IDEAM mediante la Resolución 268 del 11 de marzo de 2015, modificó la Resolución 0176 de 2003 y 1754 de 2008, y se establecieron los requisitos y el procedimiento de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en matrices ambientales, bajo la norma NTC-ISO/EC 17025.

Que la norma en cita, en su Artículo 50 señaló el Régimen de Transición en los siguientes términos:

"Artículo 50.-Régimen de transición y vigencia. El presente reglamento comenzará a regir desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial y sólo se aplicará a los trámites de acreditación inicial, seguimiento y renovación que se inicien con posterioridad a su entrada en vigencia. Esto último quiere decir que los laboratorios que tengan programadas visitas de auditoria de acreditación inicial, seguimiento o renovación con sus respectivos cierres de no conformidades y emisión de actos administrativos que ya se encuentran pendientes ante la entidad culminarán con la norma anterior, mientras que todo trámite que dé lugar a iniciar una nueva actuación administrativa, se regirá por la nueva norma…".

Que en el caso que nos ocupa, antes de la entrada en vigencia de la Resolución 268 de 2015, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM, recibió la solicitud del trámite de acreditación de extensión y renovación, por parte de la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** mediante radicado No. 20149910010072 de 14 de febrero de 2014, siendo este parte integral *"inicial" del procedimiento administrativo de acreditación.*

De acuerdo con la solicitud presentada por el mencionado laboratorio, le es aplicable el régimen de transición previsto en el Artículo 50 de la Resolución 268 de 2015, y en virtud de lo anterior, para continuar con el trámite de la solicitud de extensión de la acreditación se estará dispuesto en la Resolución 176 de 2003.

Así las cosas, los fundamentos legales previstos para el presente trámite serán los señalados en la Resolución 176 de 2003.

FUNDAMENTOS LEGALES

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es el establecimiento público encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de planificación y ordenamiento del territorio. Corresponde a este Instituto efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación, especialmente en lo referente a su contaminación y degradación, necesarios para la toma de decisiones de las autoridades ambientales.

Que con fundamento en el artículo 5 del Decreto 1600 del 27 de julio de 1994, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es la institución competente para establecer los sistemas de referencia para el sistema de acreditación e intercalibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos fisicoquímicos y bióticos del medio ambiente en toda la República de Colombia.

Página **6** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

Que conforme al parágrafo 2 del artículo 5 ibídem, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado por el IDEAM.

Que mediante la Resolución Nº 0176 del 31 de octubre de 2003, se derogaron las Resoluciones Nº 0059 del 28 de abril de 2000 y Nº 0079 del 6 de marzo de 2002 y se estableció el procedimiento de acreditación de laboratorios ambientales en Colombia así como los costos del proceso.

Que el Artículo Primero de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003, consagra:

> *"**Acreditación:** Es el reconocimiento formal de la competencia técnica y la idoneidad de un laboratorio ambiental para que lleve a cabo funciones específicas, de acuerdo con los criterios establecidos".*

Que el Artículo Quinto ibídem, modificado por el artículo primero de la Resolución 1754 de 2009, señala: "***RENOVACIÓN.*** *Ocho (8) meses antes de finalizar el periodo de vigencia, el laboratorio deberá hacer solicitud de renovación de la acreditación siguiendo el procedimiento que se señala a continuación:*

(...)

h) Una vez agotado el procedimiento descrito el IDEAM, a través de un acto administrativo, decidirá o no la renovación de la acreditación. La renovación se concederá por una vigencia de tres (3) años y su alcance se limitará a los parámetros para los cuales haya conformidad de las acciones correctivas requeridas"

Que a su vez, el Artículo Décimo de la Resolución 0176 del 31 de octubre de 2003 indica:

> *"**ARTICULO DECIMO. BENEFICIOS DE LA ACREDITACION.** Al acreditarse, el laboratorio ingresará a la Red de Laboratorios Ambientales –REDLAM-, y esto le dará la posibilidad de compartir e intercambiar información y datos sobre la calidad de los recursos naturales y ambientales del país. La acreditación de laboratorios es reconocida nacional e internacionalmente como un indicador confiable de competencia técnica.*
>
> *El Cuerpo de acreditación del IDEAM publicará un directorio de laboratorios acreditados que incluye el alcance de la acreditación otorgada y contactos e información del laboratorio."*

COMPETENCIA LEGAL

Que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, cumple sus competencias de conformidad con los principios constitucionales de función administrativa de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad de conformidad con lo estipulado en el Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia.

Que con fundamento en este mandato, y en su condición de Entidad Estatal, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, debe dar plena aplicación, en el desarrollo de sus funciones, al derecho fundamental del debido proceso.

Que de acuerdo con el Decreto 1600 del 27 de julio de 1994, el Artículo Quinto estableció que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, es la Entidad competente para establecer los sistemas de referencia para la acreditación e inter calibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté

Página **7** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN Nº. 1556 **DE** 14 AGO 2015

relacionada con la producción de datos e información de carácter fisico, químico y biótico de la calidad del medio ambiente de la República de Colombia.

Que de conformidad con el parágrafo 2 del Artículo Quinto del Decreto arriba mencionado, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado mediante acto administrativo expedido por el IDEAM.

Que es así, como en desarrollo de esta competencia el Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales – IDEAM, expidió la Resolución N.° 268 del 11 de marzo de 2015, "Por la cual se modifica la Resoluciones N.° 176 de 2003 y 1754 de 2008, y se establecen los requisitos y el procedimiento de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en matrices ambientales, bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en Colombia".

Que de conformidad con el numeral 13 del Artículo Décimo Tercero del Decreto 291 del 29 de enero de 2004 2004, corresponde al IDEAM a través de la Subdirección de Estudios Ambientales, acreditar los laboratorios ambientales del sector público y privado que produzcan información fisica, química y biótica para los estudios o análisis ambientales, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1° – Renovar la Acreditación para producir información cuantitativa, física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE**, identificada con NIT 900.027.049-2 y con domicilio en la Calle 76 Nº 47 - 34, piso 2, local 1 de la ciudad de Barranquilla (Atlántico), para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. ***Alcalinidad Total:*** *Volumétrico, SM 2320 B*
2. ***Conductividad Eléctrica:*** *Electrométrico, SM 2510 B*
3. ***Cloruros:*** *Argentométrico, SM 4500-Cl- B*
4. ***Calcio Disuelto:*** *Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B*
5. ***Magnesio Disuelto:*** *Cálculo, SM 3500-Mg B*
6. ***Dureza Total:*** *Volumétrico con EDTA, SM 2340 C*
7. ***Dureza Cálcica:*** *Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B*
8. ***Dureza Magnésica:*** *Cálculo, SM 3500-Mg B*
9. ***Nitrato:*** *Salicilato de sodio, Análisis de Aguas, J. Rodier 3ª edición, 1998*
10. ***Nitrito:*** *Colorimétrico, SM 4500-NO2- B.*
11. ***Sólidos Suspendidos Totales:*** *Gravimétrico – Secado a 103 ºC – 105 ºC, SM 2540 D*
12. ***Sólidos Disueltos Totales:*** *Gravimétrico, Secado a 180 °C, SM 2540 C*
13. ***Sólidos Totales:*** *Gravimétrico, Secado a 103 – 105 °C, SM 2540 B*
14. ***Coliformes Totales:*** *Fermentación por Tubos Múltiples, SM 9221 B*
15. ***Coliformes Fecales:*** *Fermentación por Tubos Múltiples, SM 9221 E*
16. ***Oxígeno Disuelto:*** *Modificación de Azida, SM 4500-O C*
17. ***Demanda Bioquímica de Oxígeno:*** *Incubación a 5 días – Electrodo de membrana, SM 5210 B, ASTM 888-09 método C*

Página **8** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 04 AGO 2015

18. ***Demanda Química de Oxígeno:*** *Reflujo Cerrado y Colorimétrico, SM 5220 D*
19. ***Detergentes:*** *Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C*
20. ***Grasas y Aceites:*** *Extracción Soxhlet, SM 5520 D*
21. ***Sulfatos:*** *Turbidimétrico, SM 4500-SO42-E*
22. ***Toma de Muestra Simple:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Caudal*** *(volumétrico – flotador)*
23. ***Toma de Muestra Compuesta:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Caudal*** *(volumétrico – flotador)*
24. ***Muestreo Integrado en cuerpo Lótico:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Caudal*** *(volumétrico – flotador)*
25. ***Muestreo Integrado en cuerpo Léntico:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C)*
26. ***Muestreo de Aguas Marinas:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C),* ***Sólidos Disueltos*** *(SM 5210 B)*
27. ***Toma de Muestra de Aguas Subterráneas:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C)*
28. ***Toma de Muestra en Piezómetros:*** *Variables medidas en campo:* ***pH*** *(SM 4500H+ B),* ***Temperatura*** *(SM 2550 B),* ***Conductividad Eléctrica*** *(SM 2510 B),* ***Oxígeno Disuelto*** *(ASTM 888-09 C)*

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 22st edition 2012.

Matriz Suelo:

1. ***Muestreo:*** *Resolución N° 0062 del 30 de marzo de 2007, emitida por el IDEAM*

Matriz Lodo:

1. ***Muestreo:*** *Resolución N° 0062 del 30 de marzo de 2007, emitida por el IDEAM, Calidad de agua. Muestreo. parte 13: Guía para el muestreo de lodos de aguas residuales y plantas de tratamiento de aguas NTC/ISO 5667-13*

Matriz Sedimento:

1. ***Muestreo:*** *Resolución N° 0062 del 30 de marzo de 2007, emitida por el IDEAM, Muestreo. Parte 12. Guía para el muestreo de sedimentos de fondo. NTC – ISO 5667-12.*

Matriz Residuos Peligrosos:

1. ***Muestreo en Barriles y Costales y/o Bolsas****: Numeral 1.5.1.1. Resolución No. 0062 de 2007 expedida por el IDEAM.*
2. ***Muestreo en Pilas de desecho:*** *Numeral 1.6.4. Resolución No. 0062 de 2007 expedida por el IDEAM*

Matriz Biota

1. ***Perifiton:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico y Análisis de Muestras, SM 10300 B, C*
2. ***Fitoplancton:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico, Marino y Análisis de Muestras SM 10200 B, F*
3. ***Zooplancton:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico, Marino y Análisis de Muestras SM 10200 B, G*

Página **9** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Linea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

4. ***Macrófitas Acuáticas:*** *Estudio Preliminar, Estimación de la Población, SM 10400 A, B, D*
5. ***Peces:*** *Adquisición de Datos, Preservación de Muestras y Análisis de Colecciones, SM 10600 A, B, C, D*
6. ***Macroinvertebrados Bentónicos:*** *Muestreo en cuerpo Lotico, Lentico, Marino, Análisis de Muestras y Análisis de Datos SM 10500 B, C, D*

Matriz Aire - Emisiones por Fuentes Fijas

1. ***Determinación de Puntos Transversos para realizar Muestreo y Determinación de Velocidad en Fuentes Estacionarias:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 1.*
2. ***Determinación de Velocidad y Flujo Volumétrico de Gases en Fuentes Estacionarias empleando Tubo Pitot tipo S:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-1: Método 2.*
3. ***Análisis de Gases para la Determinación de Peso Molecular de Gases Secos:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-2. Método 3.*
4. ***Análisis de Gases para la Determinación del Exceso de Aire o Factor de Corrección de Velocidad de Emisión:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-2: Método 3B.*
5. ***Muestreo para Determinación de Humedad en Chimenea:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 4.*
6. ***Muestreo y análisis de laboratorio para la Determinación de Material Particulado:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-3: Método 5.*
7. ***Muestreo y análisis de laboratorio para la Determinación de Dióxido de Azufre, SO_2:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 6.*
8. ***Toma de Muestras y análisis de laboratorio para la Determinación de Óxidos de Nitrógeno, NOx:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 7.*
9. ***Muestreo y Análisis de Laboratorio para Determinación de SO_2 y H_2SO_4 (incluyendo SO_3 y neblina de H_2SO_4):*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 8.*
10. ***Toma de Muestras y Análisis para para Determinación de Monóxido de Carbono, CO:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 10.*
11. ***Toma de Muestras para Determinación de Compuestos Orgánicos Gaseosos:*** *EPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-6: Método 18*
12. ***Toma de Muestras para Determinación de Dibenzo-p-Dioxinas Policloradas y Dibenzofuranos Policlorados:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-7: Método 23.*
13. ***Toma de Muestras para Determinación de Emisiones de Haluros de Hidrogeno y Halógenos (Método Isocinético):*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-8: Método 26A.*
14. ***Toma de Muestra para Determinación de Metales:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-8: Método 29.*
15. ***Toma de Muestras para Determinación de Dibenzo (a,h) Antraceno y Benzo (a) Pireno:*** *NIOSH 5506, Rev. 3, Enero 1998 / NIOSH 5515, Rev. 2, Agosto 1994.*

Matriz Aire: Calidad de Aire

1. ***Toma de Muestra y análisis de laboratorio para la Determinación de Partículas Suspendidas Totales:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice B: Alto Volumen.*
2. ***Toma de Muestra y análisis de laboratorio para la Determinación de Material Particulado como PM10:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM10.*
3. ***Toma de Muestra de Material Particulado como PM10:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50 Apéndice. J: Low-Vol*
4. ***Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación Material Partículado como PM2.5:*** *EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM2.5*
5. ***Toma de Muestra y análisis de laboratorio para la Determinación de SO_2:*** *USEPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-2: Pararrosanilina.*
6. ***Toma de Muestra para la Determinación de NO_2:*** *USEPA No. EQN1277-026, Arsenito de Sodio.*

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Linea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** 14 AGO 2015

7. ***Toma de Muestra y análisis para la Determinación de CO (Fotometría Infrarroja No Dispersiva):*** *US-EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C.*
8. ***Toma de Muestras para la Determinación de Hidrocarburos Totales expresados como Metano:*** *US-EPA, Método TO-17 Modificado, Muestreo activo en Tubos Adsorbentes, Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, 2nd edition, January 1999*
9. ***Toma de Muestras para la Determinación de Ozono O3:*** *Método Colorimétrico con Yoduro de Potasio Alcalino, Método P&CAM 154 (Apha 820). Apha Intersociety Committee Methods for Air Sampling and Analysis, 2th Ed, 1975.*
10. ***Toma de Muestras para la Determinación de Compuestos orgánicos volátiles COVs:*** *Compendio de métodos para la determinación de compuestos orgánicos tóxicos en aire ambiente, 2da edición, método US-EPA TO-17,1999*
11. ***Emisión de Ruido:*** *Procedimiento de Medición para Emisiones de Ruido. Capítulo I, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*
12. ***Ruido Ambiental:*** *Procedimiento de Medición para Ruido Ambiental. Capítulo II, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia EPA (Environmental Protection Agency), Revisión Julio 2009, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica"

ARTÍCULO 2°.- La renovación de la acreditación que se otorga a través del presente acto administrativo no ampara ningún tipo de actividad diferente a las descritas en el informe y en la presente Resolución, para lo cual deberá cumplir y mantener las condiciones bajos las cuales obtuvo la acreditación.

ARTÍCULO 3°.- La sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** para mantener la acreditación otorgada mediante la presente Resolución, deberá participar y aprobar anualmente las pruebas de evaluación y desempeño que programe el Instituto para los parámetros considerados en el alcance de la acreditación, de acuerdo a lo establecido en el literal g) del Artículo tercero de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003.

ARTÍCULO 4°.- En caso de que la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** incurriere en alguna de las causales señaladas en el Artículo sexto de la Resolución 176 del 15 de octubre de 2003, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM podrá suspender o revocar la presente acreditación.

ARTÍCULO 5°.- La sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE** beneficiaria de la presente Resolución, de estar interesada en continuar como laboratorio acreditado al finalizar la vigencia del presente acto administrativo, deberá solicitar a esta Entidad con nueve (9) meses de anticipación al vencimiento del acto administrativo que le otorga la acreditación, para lo cual se someterá a una nueva auditoría, de acuerdo a lo establecido en la Resolución No. 0268 de 2015.

ARTÍCULO 6°.- En caso de suspensión, retiro o vencimiento de la acreditación la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** deberá inmediatamente cesar el uso de la acreditación así como la publicidad o logotipo de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, conforme lo establece el literal j) del Artículo Quinto de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003

ARTÍCULO 7°.- La sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** deberá dar cumplimiento a cada uno de los compromisos establecidos en el Artículo 11 de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003.

Página **11** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 1556 **DE** _____

ARTÍCULO 8°.- Por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, apoderado debidamente constituido y/o a la persona debidamente autorizada de la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO 9°.- En contra del presente acto administrativo procede el recurso de reposición, el cual se podrá interponer por su representante o apoderado debidamente constituido, por escrito ante el Director del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, o al vencimiento del término de publicación, según el caso, de conformidad con lo establecido en los artículos 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO 10°.- La vigencia del presente acto administrativo será de tres (3) años, los cuales se contaran a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE
Dada en Bogotá, D.C., a los 14 AGO 2015

OMAR FRANCO TORRES
Director General

	Nombre	Cargo	Firma
Proyectó	Luis Alfonso Cadena	Contratista	LACO
Revisó	Adriana Forero Hernández	Contratista	
Revisó	Luz Consuelo Orjuela	Coordinadora Grupo de Acreditación	
Revisó	Carolina Arias Ferreira	Abogada - Contratista	
Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y/o técnicas vigentes y por lo tanto bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para la firma del Director General			

Radicado: 20156010008671 de 7 de julio de 2015
Expediente: 2013600010400024E

Página **12** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

RESOLUCIÓN Nº 2191 - 7 OCT 2015

"Por medio de la cual se modifica la Resolución No. 1556 del 14 de agosto de 2015, en relación al cambio de razón social del titular de la acreditación para producir información cuantitativa física, química y biológica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes"

EL DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM-

En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por el artículo 5 del Decreto 1600 de 1994, el numeral 8 del artículo 5 del Decreto 291 de 2004, la Resolución 0268 de 2015, y,

CONSIDERANDO:

Que mediante la Resolución No. 1556 del 14 de agosto de 2015, el IDEAM renovó la acreditación para producir información cuantitativa, física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE**, identificada con NIT 900.027.049-2 y con domicilio en la Calle 76 Nº 47 - 34, piso 2, local 1 de la ciudad de Barranquilla (Atlántico), para las variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Que la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** mediante el escrito con radicado IDEAM No. 20159910097672 del 24 de agosto de 2015, informó a este Instituto que por escritura pública bajo el No. 1267 del 17 de agosto de 2012, otorgada en la Notaría 6 a de Barranquilla, inscrita en la Cámara de Comercio de Barranquilla, el 31 de agosto de 2012, bajo el No. 245.692 del libro respectivo, la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE,** se transformó en sociedad por acciones simplificada bajo el nombre **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE S.A.S – SERAMBIENTE.**

Que revisado el mencionado Certificado de Existencia y Representación Legal, este Instituto pudo constatar, que tal como lo indica la representante legal de la Sociedad **SERAMBIENTE S.A.S**, en el mismo se certifica la transformación de Sociedad Limitada en Sociedad por Acciones Simplificada, bajo el nombre **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE S.A.S – SERAMBIENTE**, conservando el mismo número de NIT. 900.027.049-2

CONSIDERACIONES JURÍDICAS

Que el artículo 209 de la Carta Magna establece: "*La función administrativa está al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad, mediante la descentralización, la delegación y la desconcentración de funciones*"

Que a su vez, el artículo tercero del Código Contencioso Administrativo señala que las actuaciones administrativas se desarrollarán con arreglo a los principios de economía, celeridad, eficacia, imparcialidad, publicidad y contradicción.

Que el precitado artículo determina que el principio de eficacia se tendrá en cuenta en los procedimientos con el fin de que éstos logren su finalidad, removiendo de oficio los obstáculos puramente formales y evitando decisiones inhibitorias, y adicionalmente establece que las nulidades que resulten de vicios de procedimiento, se podrán sanear en cualquier tiempo de oficio o a petición del interesado.

Que en el mismo artículo, se establece que en virtud del principio de economía se tendrá en cuenta las normas de procedimiento se utilicen para agilizar las decisiones que tomen las entidades públicas.

Página **1** de **3**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Linea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

MINAMBIENTE

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN Nº. 2191 **DE** -7 OCT 2015

Que en ese sentido, se pronunció la Corte Constitucional en Sentencia C-892 de 2001, fundamentando la aplicación de dichos principios, de la siguiente manera:

> *"(…)De acuerdo con el artículo 209 de la Constitución, la función administrativa está al servicio de los intereses generales y para ello debe desarrollarse con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad. Es claro que para garantizar la vigencia de los anteriores principios, la ley impone una serie de restricciones a la Administración, que hacen más lenta y compleja su marcha, pero que se justifican precisamente en razón de la finalidad de interés público que ellos comportan. (…)"*

Que en el caso particular, el cambio de razón social se encuentra debidamente registrado en la Cámara de Comercio de Barranquilla, tal como se señala en el Certificado de Existencia y Representación Legal de la Sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE S.A.S – SERAMBIENTE**, expedido el 23 de julio de 2015, para dicho efecto.

Que a su vez, los artículos 304 al 307 del Código de Comercio señalan las formas de uso de la razón social de las empresas, así como la responsabilidad frente a las operaciones autorizadas o no con la razón social o firma social, que para el caso que nos ocupa, dicha responsabilidad no es otra distinta para la Sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE S.A.S – SERAMBIENTE**, que la de asumir los derechos y las obligaciones contenidas en las Resolución No. 1556 del 14 de agosto de 2015.

Que analizado las anteriores disposiciones, este Instituto teniendo en cuenta que se han reunido los presupuestos legales requeridos, procederá en la parte resolutiva del presente acto administrativo a aceptar el respectivo cambio de razón social de la acreditación emitida por la Resolución 1556 de 2015.

DE LA COMPETENCIA DEL INSTITUTO

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es el establecimiento público encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de planificación y ordenamiento del territorio. Corresponde a este Instituto efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación, especialmente en lo referente a su contaminación y degradación, necesarios para la toma de decisiones de las autoridades ambientales.

Que con fundamento en el artículo 5 del Decreto 1600 del 27 de julio de 1994, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es la institución competente para establecer los sistemas de referencia para el sistema de acreditación e intercalibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos fisicoquímicos y bióticos del medio ambiente en toda la República de Colombia.

Que de conformidad con el parágrafo 2 del Artículo Quinto del Decreto arriba mencionado, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado mediante acto administrativo expedido por el IDEAM.

Que mediante la Resolución No. 268 de 2015, el Director General del IDEAM estableció el procedimiento de acreditación de laboratorios ambientales en Colombia.

Que de conformidad con el numeral 13 del Artículo Décimo Tercero del Decreto 291 del 29 de enero de 2004, corresponde al IDEAM a través de la Subdirección de Estudios Ambientales, acreditar los laboratorios

Página 2 de 3

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN Nº. 2191 DE -7 OCT 2015

ambientales del sector público y privado que produzcan información física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- Modifíquese la titularidad de la Acreditación otorgada mediante las Resolución No. 1556 del 14 de agosto de 2015, a nombre sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE LIMITADA – SERAMBIENTE**, identificada con el NIT. 900.027.049-2, cuyo trámite se encuentra contenido dentro del expediente No. 2013600010400024E, por el de la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE S.A.S – SERAMBIENTE**, conservando el mismo número de NIT antes señalado, de conformidad con lo expuesto en la parte considerativa del presente acto administrativo.

ARTÍCULO SEGUNDO.- Para dar aplicación a lo señalado en el Artículo Primero del presente acto administrativo, léase en la Resolución No. 1556 del 14 de agosto de 2015, sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE S.A.S – SERAMBIENTE**, identificada con el NIT. 900.027.049-2.

ARTÍCULO TERCERO.- Los términos, condiciones y obligaciones contenidas en la Resolución antes citada, así como los señalados en los demás documentos que en desarrollo del mencionado trámite de acreditación se han expedido y reposan en el expediente No. 2013600010400024E, conservan toda su vigencia y validez.

ARTÍCULO CUARTO.- Por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, apoderado debidamente constituido y/o a la persona debidamente autorizada de la sociedad **SERVICIOS DE INGENIERÍA Y AMBIENTE S.A.S – SERAMBIENTE,** de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO QUINTO.- Contra la presente Resolución no procede recurso alguno.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE
Dada en Bogotá, D.C., a los -7 OCT 2015

OMAR FRANCO TORRES
Director General

	Nombre	Cargo	Firma
Proyectó	Carolina Arias Ferreira	Abogada-Contratista	
Revisó	Luz Consuelo Orjuela Orjuela	Coordinadora – Grupo de Acreditación	
Aprobó	Adriana Portillo Trujillo	Oficina Asesora Jurídica	
Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y/o técnicas vigentes y por lo tanto bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para la firma del Director General			

Expediente: 2013600010400024E

Página **3** de **3**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

SGS COLOMBIA S.A.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

RESOLUCIÓN Nº 0899 - 3 JUN 2015

"Por la cual se extiende el alcance de la acreditación al **LABORATORIO ENVIRONMENTAL SERVICES** de la sociedad **SGS COLOMBIA S.A. – Sede Bogotá,** para producir información cuantitativa, física y química para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes"

LA SUBDIRECTORA DE METEOROLOGÍA DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES ENCARGADA DE LAS FUNCIONES DE LA DIRECCIÓN GENERAL

En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por el artículo 5 del Decreto 1600 de 1994, el numeral 8 del artículo 5 del Decreto 291 de 2004, la Resolución 268 de 2015, Resolución 1266 de 2015, y,

CONSIDERANDO:

Que mediante la Resolución No. 0098 del 08 de Febrero de 2013, (Folios 522 a 526), el IDEAM acreditó para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, al **LABORATORIO ENVIRONMENTAL SERVICES** de la sociedad **SGS COLOMBIA S.A. – Sede Bogotá,** con NIT 860.049.921-0, con domicilio en la Carrera 100 No. 25 C – 11 Bodega 5 de la ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. **Alcalinidad Total:** Volumétrico, SM 2320 B
2. **Carbonatos:** Volumétrico, SM 2320 B
3. **Bicarbonatos:** Volumétrico, SM 2320 B
4. **Hidróxidos:** Volumétrico, SM 2320 B
5. **Acidez:** Volumétrico, SM 2310 B
6. **Conductividad Eléctrica:** Electrométrico, SM 2510 B
7. **Dureza Total:** Volumétrico con EDTA, SM 2340 C
8. **Dureza Cálcica:** Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B
9. **Dureza Magnésica:** Cálculo, SM 3500-Mg B
10. **Sólidos Totales:** Gravimétrico - Secado a 103 ºC – 105 °C, SM 2540 B
11. **Sólidos Disueltos Totales** Gravimétrico - Secado a 180 °C, SM 2540 C
12. **Sólidos Suspendidos Totales:** Gravimétrico - Secado 103 ºC -105 °C, SM 2540 D
13. **Sólidos Sedimentables:** Volumétrico – Cono Imhoff, SM 2540 F
14. **Turbidez:** Nefelométrico, SM 2130 B
15. **pH:** Electrométrico, SM 4500-H^+ B
16. **Coliformes Totales:** Ensayo de Sustrato Enzimático, SM 9223 B
17. ***Escherichia coli:*** Ensayo de Sustrato Enzimático, SM 9223 B
18. **Coliformes Totales:** Calidad de Agua. Detección y Recuento de *Escherichia coli* y de Bacteria Coliformes. Parte 1: Método de Filtración por Membrana, NTC 4772:2008
19. ***Escherichia coli*** : Calidad de Agua. Detección y Recuento de *Escherichia coli* y de Bacteria Coliformes. Parte 1: Método de Filtración por Membrana, NTC 4772:2008
20. **Mesófilos Aerobios:** Filtración por Membrana, SM 9215 D
21. **Cloruros:** Argentométrico, SM 4500-Cl^- B
22. **Sulfatos:** Turbidimétrico, SM 4500-SO_4^{2-} E
23. **Nitratos:** Espectrofotométrico Ultravioleta, SM 4500-NO_3^- B
24. **Nitritos:** Colorimétrico, SM 4500-NO_2^- B
25. **Nitrógeno Amoniacal:** Destilación - Volumétrico, SM 4500-NH_3 B, C

Página **1** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 3527160
Fax Server: 3527110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 3527180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 2681070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

26. **Fósforo Reactivo Soluble (Equivalente a Fósforo Soluble, Fosfato Soluble, Ortofosfato Soluble, Ortofosfatos):** Ácido Ascórbico, SM 4500-P E
27. **Fósforo Orgánico:** Hidrólisis Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E
28. **Fósforo Total:** Digestión Ácido Nítrico – Ácido Sulfúrico, Ácido Ascórbico, SM 4500-P B, E
29. **DBO_5:** Incubación a 5 días - Electrodo de Membrana, SM 5210 B, 4500-O G
30. **Oxígeno Disuelto:** Modificación de Azida, SM 4500-O C
31. **DQO:** Reflujo Cerrado – Colorimétrico, SM 5220 D
32. **Cromo Hexavalente:** Colorimétrico, SM 3500-Cr B
33. **Carbono Orgánico Total:** Combustión a Alta Temperatura, EPA 415.1, Rev. 1999-11-16
34. **Sulfuro:** Yodométrico, SM 4500-S^{2-} F
35. **Color Verdadero:** Espectrofotométrico – Longitud de Onda Simple, SM 2120 C
36. **Cianuro Total:** Análisis por Inyección de Flujo Segmentado, Digestión Ultravioleta en Línea y Detección Amperométrica, ASTM D 7511-09, Aprobado Feb. 15 de 2009
37. **Cianuro Disociable:** Desplazamiento de Ligando y Análisis por Inyección de Flujo (FIA) Utilizando Separación del Gas de Difusión y Detección Amperométrica, ASTM D 6888-09, Aprobado Oct. 1 de 2009
38. **Cianuro Libre:** Análisis por Inyección de Flujo (FIA) Utilizando Separación del Gas de Difusión y Detección Amperométrica, ASTM D 7237-06, Aprobado Feb. 1 de 2006
39. **Grasas y Aceites:** Calidad de Agua. Determinación de Aceites, Grasas y Sustancias Solubles en Solventes Orgánicos. Partición – Infrarrojo, NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C
40. **Fenoles Totales:** Destilación - Fotométrico Directo, SM 5530 B, D Modificado
41. **Detergentes:** Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C
42. **Aniones [Fluoruro, Nitrato, Nitrito, Ortofosfato, Sulfato]:** Cromatografía Iónica EPA 300.0, Rev. 2.1, Agosto 1993
43. **Pesticidas Organoclorados [Cis-Clordano, Trans-Clordano]:** Extracción Líquido- Líquido EPA 3510 C, Rev. 3, Diciembre 1996 - Cromatografía de Gases con Detector de Captura de Electrones (GC/ECD), EPA 8081 B, Rev. 3, Febrero de 2007
44. **Pesticidas Organofosforados [Diclorvos, Mevinfos, Demeton O, Etoprofos, Naled, Forato, Demeton S, Diazinon, Disulfoton, Metil Paration, Fenclorfos, Clorpirifos, Triclornato, Fention, Merfos, Estirofos, Tokution, Fensulfotion, Bolstar, Metil Azinfos, Cumafos]:** Extracción Líquido-Líquido EPA 3510 C, Rev. 3, Diciembre 1996 - Cromatografía de Gases con Detector NPD, EPA 8141 B, Rev. 2, Febrero de 2007.
45. **PCBs [Aroclor 1016, Aroclor 1221, Aroclor 1248, Aroclor 1260]:** Extracción Líquido- Líquido EPA 3510 C, Rev. 3, Diciembre 1996 - Cromatografía de Gases con Detector de Captura de Electrones (GC/ECD), EPA 8082 B, Rev. 1, Noviembre de 2000
46. **Compuestos Fenólicos [2-Clorofenol, 2-Metilfenol, 4-Metilfenol, 2-Nitrofenol, 2,4-Dimetilfenol, 2,4-Diclorofenol, 4-Cloro-3-metilfenol, 2,4,6-Triclorofenol, 2,4,5-Triclorofenol, 4-Nitrofenol, 4,6-Dinitro-2-metilfenol, Pentaclorofenol]:** Extracción Líquido- Líquido EPA 3510 C, Rev. 3, Diciembre 1996 - Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (GC/FID), EPA 8041 A, Rev. 1, Noviembre 2000.
47. **Hidrocarburos Aromáticos Policiclicos (HAPs) [1-Metilnaftaleno, 2-Metilnaftaleno]:** Extracción Líquido- Líquido EPA 3510 C, Rev. 3, Diciembre 1996 - Cromatografía de Gases con Detector de Ionización de Llama (GC/FID), EPA e-CFR Titulo 40 Parte 136, Apéndice A, Método 601.
48. **Toma de Muestra Simple:** Variables medidas en campo: **pH** (SM 4500-H^+ B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Conductividad Eléctrica** (SM 2510 B), **Oxígeno Disuelto** (EPA 360.3, SM 4500-O C), **Sólidos Disueltos** (SM 2510 B) y **Caudal**
49. **Toma de Muestra Compuesta:** Variables medidas en campo: **pH** (SM 4500-H^+ B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Conductividad Eléctrica** (SM 2510 B), **Oxígeno Disuelto** (EPA 360.3, SM 4500-O C), **Sólidos Disueltos** (SM 2510 B), **Sólidos Sedimentables** (SM 2540 F) y **Caudal**

Página **2** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Linea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN Nº. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

50. **Muestreo Integrado en Cuerpo Lótico:** Variables medidas en campo: **pH** (SM 4500-H^+ B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Conductividad Eléctrica** (SM 2510 B), **Oxígeno Disuelto** (EPA 360.3, SM 4500-O C), **Sólidos Disueltos** (SM 2510 B) y **Caudal**

Matriz Biota:

1. **Macroinvertebrados Bénticos:** Recolección de muestras, Procesamiento y Análisis de Muestras, SM 10500 B, C
2. **Perifiton:** Recolección de muestras, ACOSTA, A., ZAPATA, A. y FAGUA, G. 2009. Técnicas de Campo en Ambientes Tropicales: Manual para el Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos y Artrópodos Terrestres. Ed. Pontificia Universidad Javeriana - Análisis de Muestras, SM 10300 C Modificado
3. **Macrófitas:** Recolección de Muestras y Estimación de Poblaciones, SM 10400 B, C, D; RAMÍREZ, A. 2006. Ecología. Métodos y Análisis de Poblaciones y Comunidades. Ed. Pontificia Universidad Javeriana
4. **Peces:** Recolección de Muestras y Análisis de Laboratorio, EPA/600/R-92/111, Marzo 1993
5. **Fitoplacton:** Recolección de Muestras y Análisis de Laboratorio, SM 10200 B, F; ACOSTA, A., ZAPATA, A. y FAGUA, G. 2009. Técnicas de Campo en Ambientes Tropicales: Manual para el Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos y Artrópodos Terrestres. Ed. Pontificia Universidad Javeriana; HÖTZEL, G. y CROOME, R. 1999. A Phytoplankton Methods Manual for Australian Freshwater. Land and Waters Resources and Development Corporation; Semina 1978, UNESCO 1978. Phytoplankton Manual. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
6. **Zooplacton:** Recolección de Muestras y Análisis de Laboratorio, SM 10200 B, G; ACOSTA, A., ZAPATA, A. y FAGUA, G. 2009. Técnicas de Campo en Ambientes Tropicales: Manual para el Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos y Artrópodos Terrestres. Ed. Pontificia Universidad Javeriana; HÖTZEL, G. y CROOME, R. 1999. A Phytoplankton Methods Manual for Australian Freshwater. Land and Waters Resources and Development Corporation; Lopretto, E.C & G. Tell (eds), 1995. Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodología para su Estudio. Ed. Sur.

Matriz Aire: Emisiones de fuentes fijas

1. **Análisis de Material Particulado:** EPA e-CFR Titulo 40, Parte 60, Apéndice A-3: Método 5
2. **Análisis de SO_2:** EPA e-CFR Titulo 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 6
3. **Análisis de NO_X:** EPA e-CFR Titulo 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 7
4. **Análisis de SO_2 y H_2SO_4 (incluyendo SO_3 y neblina de H_2SO_4):** EPA e-CFR Titulo 40, Parte 60, Apéndice A-4: Método 8

Matriz Aire: Calidad de Aire

1. **Análisis de Partículas Suspendidas Totales:** EPA e-CFR Titulo 40, Parte 50, Apéndice B: Alto Volumen
2. **Análisis de Material Particulado como PM10:** EPA e-CFR Titulo 40, Parte 50, Apéndice J: PM10
3. **Análisis de SO_2:** EPA e-CFR Titulo 40, Parte 50 apéndice A: Pararrosanilina
4. **Análisis de NO_2:** Método Concentración Másica de Dióxido de Nitrogeno – Griess Saltzman Modificado, ISO 6768:1998

Que mediante la resolución Nº 2310 del 08 de Septiembre de 2014, el IDEAM extendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a **LABORATORIO ENVIRONMENTAL SERVICES** de la sociedad **SGS COLOMBIA S.A. – Sede Bogotá,** con NIT 860.049.921-0, con domicilio en la Carrera 100 No. 25 C – 11 Bodega 5 de la ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Página **3** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 DE - 3 JUN 2015

Matriz Agua:

1. **Cloro Residual:** Volumétrico con DPD Ferroso, SM 4500-Cl F.
2. **Cloro Total:** Volumétrico con DPD Ferroso, SM 4500-Cl F.
3. **Compuestos Orgánicos Volátiles [Benceno, Bromodiclorometano, Clorobenceno, Dibromoclorometano, 1,2-Diclorobenceno, 1,3-Diclorobenceno, Diclorometano]:** Extracción Purga y Trampa, EPA 5030C, Revisión 3, Mayo 2003 / Cromatografía de Gases / Espectrometría de Masas (GC-MSD), EPA 8260 B, Revisión 2, Diciembre 1996.
4. **Color:** Método Propuesto Espectrofotométrico a Longitud de Onda Simple, SM 2120 C.
5. **Hidrocarburos:** Calidad del Agua. Determinación de Aceites, Grasas y Sustancias Solubles en Solventes Orgánicos. NTC 3362 Método C, 2da Actualización, Noviembre.2011.
6. **Metales Totales [Aluminio, Bario, Boro, Molibdeno, Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Estroncio, Hierro, Magnesio, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Potasio, Selenio, Sodio, Talio, Vanadio]:** Digestión asistida por Microondas, SM 3030 K – Espectrometría de Masas - Plasma Acoplado Inductivamente, EPA 200.8, Revisión 5.4.
7. **Nitrógeno Total Kjeldahl:** Macro Kjeldahl, Destilación-Volumetría, SM 4500-N_{org} B, 4500-NH_3 B, C.
8. **Pesticidas Organoclorados [Clordano]:** Extracción Liquido-Liquido en Embudo de Separación, US-EPA 3510C, Revisión 3, Diciembre 1996 / Cromatografía de Gases con Detector de Captura de Electrones (GC-ECD), 8081 B, Revisión 2, Febrero 2007.
9. ***Pseudomonas aeruginosa*:** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9213 F Modificado
10. **Enterococos Fecales:** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9230 D.
11. ***Vibrio sp.*:** Presencia – Ausencia, SM 9260 H.

Matriz Aire – Calidad del Aire:

1. **Toma de Muestras para la Determinación de Particulas Suspendidas Totales.** US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice B. Alto Volumen.
2. **Toma de Muestras para la Determinación de Material Particulado como PM_{10}.** US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J. Alto Volumen.
3. **Medición Directa en Campo de Monóxido de Carbono en la Atmósfera.** US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C. Fotometría Infrarroja No Dispersiva.
4. **Toma de Muestras para la Determinación de Dióxido de Azufre SO_2.** US-EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-2. Pararrosanilina.
5. **Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Dióxido de Nitrógeno NO_2.** US-EPA EQN-1277-026. Arsenito de Sodio.
6. **Toma de Muestras y Análisis de Laboratorio para la Determinación de Ozono.** Colorimétrico con Yoduro de Potasio Alcalino, P&CAM 154 (Apha 820). Apha Intersociety Committee. Methods for Air Sampling and Analysis, 2th Ed., 1975.
7. **Toma de muestras para la determinación de Compuestos Orgánicos volátiles (incluidos hidrocarburos) en Aire Ambiente usando Muestreo Activo en Tubos Adsorbentes:** Compendio de Métodos para la Determinación de Compuestos Orgánicos Tóxicos en Aire Ambiente, 2da. Edición, Método US-EPA-TO-17,1999.
8. **Emisión de Ruido:** Procedimiento de Medición para Emisiones de Ruido. Capítulo I, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
9. **Ruido Ambiental:** Procedimiento de Medición para Ruido Ambiental. Capítulo II, Anexo 3 de la Resolución 0627 del 7 de abril de 2006 emitida por el ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Matriz Aire – Fuentes Fijas:

1. **Determinación de Puntos Transversos para Realizar Muestreo y Velocidad en Fuentes Estacionarias:** US-EPA CFR, Titulo 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 1.

Página **4** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Linea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

2. **Determinación de Velocidad de Gas en Fuentes Estacionarias y Tasa de Flujo Volumétrica empleando el Tubo Pitot Tipo S:** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-1. Método 2.
3. **Análisis de Gas para la Determinación de Peso Molecular Seco:** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-2. Método 3.
4. **Análisis de Gas para la Determinación del Factor de Corrección de la Tasa de Emisión o Exceso de Aire.** US-EPA CFR Título 40, Parte 60, Apéndice A-2: Método 3B.
5. **Determinación del Contenido de Humedad en Gases de Chimenea:** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 4.
6. **Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias:** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-3. Método 5.
7. **Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Dióxido de Azufre desde Fuentes Estacionarias:** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 6.
8. **Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Óxidos de Nitrógeno desde Fuentes Estacionarias:** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 7.
9. **Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de SO_2 y H_2SO_4 (incluyendo SO_3 y neblina de H_2SO_4) desde Fuentes Estacionarias.** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-4. Método 8.
10. **Toma de Muestra y Análisis de Laboratorio para la Determinación de las Emisiones de Material Particulado desde Fuentes Estacionarias.** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-6. Método 17.
11. **Toma de Muestra para la Determinación de Dibenzo-*p*-Dioxinas y Dibenzofuranos Policlorados desde Incineradores de Residuos Municipales.** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-7. Método 23.
12. **Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Haluros de Hidrógeno y Halógenos desde Fuentes Estacionarias.** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8. Método 26A. Método Isocinético.
13. **Toma de Muestra para la Determinación de las Emisiones de Metales desde Fuentes Estacionarias.** US-EPA CFR, Título 40, Parte 60, Apéndice A-8. Método 29.

Matriz Biosólidos:

1. **Coliformes Totales:** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
2. ***Escherichia coli*:** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
3. ***Listeria monocytogenes*:** ISO 11290:1996 - Parte 1. Método Horizontal para la Detección de *Listeria monocytogenes*. Modificado
4. ***Salmonella sp.*:** Presencia-Ausencia ISO 6579:2002 / NTC 4574:2007 Modificado

Matriz Biota:

1. **Invertebrados Asociados a Macrófitas:** GTC 25:1995. Gestión Ambiental Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas Generales de Muestreo para Estudios Biológicos. Ramirez G. Alberto & Gerardo Viña 1998. Limnología Colombiana. Procesamiento de Muestras y Análisis. SM 10500C.

Matriz Aceite de Transformador:

1. **Bifenilos Policlorados [Aroclor 1242, Aroclor 1248]:** Método Estándar para Análisis de Bifenilos Policlorados en Líquidos Aislantes por Cromatografía de Gases, ASTM–D4059-00, Reaprobado 2010.

Matriz Suelo:

1. **Coliformes Totales** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
2. **Compuestos Organofosforados [Demeton-O, Demeton-S, Diclorvos (DDVP), Ronnel]:** Extracción con Ultrasonido, EPA 3550 C, Revisión 3, Febrero 2007 – Cromatografía de Gases con Detector NPD (GC-NPD), EPA 8141 B, Revisión 2, Febrero 2007.
3. **Conductividad Eléctrica:** Calidad del Suelo. Determinación de la Conductividad Eléctrica, NTC 5596:2008 Método B.

Página **5** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

4. ***Escherichia coli***: Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
5. **Humedad:** Suelos. Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de Suelos y Rocas, con Base en la Masa NTC 1495: 2001.
6. **Mesófilos Aerobios:** Recuento en Placa. Mayea, Novo y Valiño. 1982. Introducción a la Microbiología del Suelo. Capítulo 11. Análisis Microbiolólogico de Suelos.
7. **Metales [Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Calcio, Cromo, Estaño, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Potasio, Sodio, Titanio, Vanadio, Zinc]:** Digestión Asistida con Microondas US-EPA 3051 A, Revisión 1, Febrero 2007 – Espectrometría de Masas - Plasma Acoplado Inductivamente, US-EPA 200.8, Revision 5.4, 1994.
8. **Mohos y Levaduras:** Recuento en Placa. Mayea, Novo y Valiño. 1982. Introducción a la Microbiología del Suelo. Capítulo 11. Análisis Microbiolólogico de Suelos.
9. **Muestreo:** Gestión Ambiental. Calidad del Suelo. Muestreo. Guía para el diseño de Programas de Muestreo. NTC 4113:1997. Parte 1 y 2.
10. **Nitrógeno Amoniacal Intercambiable:** Tratamiento para suelos, NTC 11464:2002-09-16, Destilación y Volumétrico, SM 4500 NH_3 B, C.
11. **Pesticidas Organoclorados [*alfa*-BHC, *beta*-BHC, *gamma*-BHC (Lindano), 4,4'-DDT, Dieldrin, Endolsulfan I, Endosulfan sulfato, Endrin, Metoxicloro]:** Extracción con Ultrasonido, EPA 3550 C, Revisión 3, Febrero 2007 – Cromatografía de Gases con Detector de Captura de Electrones, US-EPA 8081 B, Revisión 2, Febrero 2007.
12. **pH:** Electrométrico, EPA 9045D, Revisión 4, Noviembre de 2004
13. ***Pseudomonas sp:*** Recuento en Placa, Enumeration of Presumptive *Pseudomonas sp.* ISO 13720:2010. Modificado

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 22nd edition 2012, EPA (Environmental Protection Agency), Revisión Julio 2009, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

La acreditación se otorgó por un periodo de tres (3) años contados a partir de la notificación de la Resolución No. 0098 del 08 de Febrero de 2013, hecho que ocurrió el día 15 de Febrero de 2013, estableciéndose como periodo de vigencia de la acreditación del 15 de Febrero de 2013 al 15 de Febrero de 2016.

Que mediante escrito del 25 de septiembre de 2014, con radicado N° 20149910097962, la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** solicitó al IDEAM la visita de evaluación de seguimiento y extensión de la acreditación.

Que el IDEAM, mediante oficio con radicado Nº 20146000020301, del 30 de septiembre de 2014, envió al la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.** la cotización de la visita de evaluación de seguimiento y extensión de la acreditación.

Que la visita de evaluación de seguimiento y extensión de la acreditación de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** se llevó a cabo entre el 20 al 24 de octubre de 2014, tal y como se advierte en los registros que obran en el expediente Nº 2012600010400132E.

Que el de 20 de noviembre de 2014 el IDEAM, elaboró el informe de visita de evaluación de seguimiento y extensión de la acreditación de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** enviándolo mediante oficio con radicado Nº 20146000025261.

Que mediante escrito con fecha 30 de octubre de 2014, con radicado N° 20149910111742, la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** solicitó al IDEAM la visita de seguimiento de acciones correctivas

Página **6** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

Que el IDEAM, mediante oficio con radicado Nº 20146000024601 del 06 de noviembre de 2014, envió a la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, la cotización de la visita de evaluación para el seguimiento de acciones correctivas que dan tratamiento a las no conformidades generadas en la visita de evaluación para el seguimiento y extensión de la acreditación.

Que a través de oficio con radicado Nº 20149910116982 del 11 de noviembre de 2014, la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, envió al IDEAM la constancia de pago para llevar a cabo la visita de evaluación para el seguimiento de acciones correctivas que dan tratamiento a las no conformidades generadas en la visita de evaluación para el seguimiento y extensión de la acreditación.

Que la visita de evaluación para el seguimiento de acciones correctivas que dan tratamiento a las no conformidades generadas en la visita de evaluación para el seguimiento y extensión de la acreditación de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, se llevó a cabo entre el 02 al 06 de marzo de 2015, tal y como se advierte en los registros que obran en el expediente Nº 2012600010400132E.

Que a través de oficio con radicado Nº 20159910028682 del 16 de marzo de 2015, la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, envió al IDEAM las evidencias faltantes para llevar a cabo el cierre de no conformidades que no se solucionaron en la visita de seguimiento de acciones correctivas generada en la visita de evaluación para el seguimiento y extensión de la acreditación.

Que el día 5 de abril de 2015 el IDEAM elaboró el segundo informe de seguimiento acciones correctivas de la visita de evaluación de seguimiento y extensión de la acreditación de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, enviándolo mediante oficio con radicado Nº 20156010001821.

Que con fundamento en lo anterior y según la información remitida a la Oficina Asesora Jurídica por parte del Subdirector de Estudios Ambientales (E), la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, cumplió con todas las etapas y requisitos establecidos en las Resoluciones Nº 176 del 31 de octubre de 2003 y Nº 1754 del 15 de octubre de 2009 proferidas por el IDEAM para la renovación y extensión de la acreditación de las variables solicitadas, de acuerdo con la información dispuesta por el Grupo de Acreditación.

Que, los documentos de la solicitud y desarrollo del proceso de acreditación de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, reposan en la dependencia del Grupo de Acreditación de la Subdirección de Estudios Ambientales del IDEAM.

REGIMEN DE TRANSICIÓN

Cabe señalar que el trámite de acreditación de Extensión de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, inició en vigencia de la Resolución 176 de 2003.

Posteriormente, el IDEAM mediante la Resolución 268 del 11 de marzo de 2015, modificó la Resolución 0176 de 2003 y 1754 de 2008, y se establecieron los requisitos y el procedimiento de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en matrices ambientales, bajo la norma NTC-ISO/EC 17025.

Que la norma en cita, en su Artículo 50 señaló el Régimen de Transición en los siguientes términos:

"Artículo 50.-Régimen de transición y vigencia. El presente reglamento comenzará a regir desde la fecha de su publicación en el Diario Oficial y sólo se aplicará a los trámites de acreditación inicial, seguimiento y renovación que se inicien con posterioridad a su entrada

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN Nº. 0899 DE - 3 JUN 2015

en vigencia. Esto último quiere decir que los laboratorios que tengan programadas visitas de auditoria de acreditación inicial, seguimiento o renovación con sus respectivos cierres de no conformidades y emisión de actos administrativos que ya se encuentran pendientes ante la entidad culminarán con la norma anterior, mientras que todo trámite que dé lugar a iniciar una nueva actuación administrativa, se regirá por la nueva norma…".

Que en el caso que nos ocupa, antes de la entrada en vigencia de la Resolución 268 de 2015, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM, recibió la solicitud del trámite de acreditación de extensión, por parte de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, mediante radicado No. 20149910097962 del 25 de septiembre de 2014, siendo este parte integral *"inicial" del procedimiento administrativo de acreditación.*

De acuerdo con la solicitud presentada por el mencionado laboratorio, le es aplicable el régimen de transición previsto en el Artículo 50 de la Resolución 268 de 2015, y en virtud de lo anterior, para continuar con el trámite de la solicitud de acreditación se estará dispuesto en la Resolución 176 de 2003.

Así las cosas, los fundamentos legales previstos para el presente trámite serán los señalados en la Resolución 176 de 2003.

FUNDAMENTOS LEGALES:

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es el establecimiento público encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de planificación y ordenamiento del territorio. Corresponde a este Instituto efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación, especialmente en lo referente a su contaminación y degradación, necesarios para la toma de decisiones de las autoridades ambientales.

Que con fundamento en el artículo 5 del Decreto 1600 del 27 de julio de 1994, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es la institución competente para establecer los sistemas de referencia para el sistema de acreditación e intercalibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos fisicoquímicos y bióticos del medio ambiente en toda la República de Colombia.

Que conforme al parágrafo 2 del artículo 5 ibídem, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado por el IDEAM.

Que mediante la Resolución Nº 0176 del 31 de octubre de 2003, se derogaron las Resoluciones Nºs 0059 del 28 de abril de 2000 y Nº 0079 del 6 de marzo de 2002 y se estableció el procedimiento de acreditación de laboratorios ambientales en Colombia así como los costos del proceso.

Que el artículo 1 de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003, consagra:

> ***"Acreditación:*** *Es el reconocimiento formal de la competencia técnica y la idoneidad de un laboratorio ambiental para que lleve a cabo funciones específicas, de acuerdo con los criterios establecidos".*

Que el artículo 4 ibídem señala: "***EXTENSIÓN DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN.*** *Una vez obtenida la acreditación, si se desea acreditar parámetros adicionales, el laboratorio deberá hacer una solicitud por escrito y enviar la última actualización del formulario de acreditación y del Manual de Calidad, en caso de que la versión remitida al IDEAM inicialmente presente alguna modificación. También deberá suministrar copia del*

Página **8** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** 3 JUN 2015

método de ensayo y datos de soporte acerca de la validación del método. Dependiendo de la complejidad de la(s) metodología(s) analítica(s) evaluada(s), el IDEAM comunicará por escrito si es necesario realizar auditoría in situ o no, y se informarán los costos respectivos de evaluación, los cuales deberán ser cancelados en forma previa a ésta, ya sea in situ o documental.

Si hay pruebas de evaluación de desempeño disponibles para los nuevos parámetros a acreditar, el laboratorio deberá aplicarlas en las fechas programadas por el Instituto, Tanto los resultados de la auditoría como los de las pruebas de evaluación de desempeño, serán revisados por el Cuerpo Acreditador, y se recomendará si se extiende o no el alcance de la acreditación otorgada. La vigencia de la acreditación de los nuevos parámetros terminará en la misma fecha establecida para la vigencia de la acreditación otorgada inicialmente".

Que a su vez, el Artículo Décimo de la Resolución 0176 del 31 de octubre de 2003 indica:

> *"**ARTICULO DECIMO. BENEFICIOS DE LA ACREDITACION.** Al acreditarse, el laboratorio ingresará a la Red de Laboratorios Ambientales –REDLAM-, y esto le dará la posibilidad de compartir e intercambiar información y datos sobre la calidad de los recursos naturales y ambientales del país.*
> *La acreditación de laboratorios es reconocida nacional e internacionalmente como un indicador confiable de competencia técnica.*
> *El Cuerpo de acreditación del IDEAM publicará un directorio de laboratorios acreditados que incluye el alcance de la acreditación otorgada y contactos e información del laboratorio."*

COMPETENCIA LEGAL

Que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, cumple sus competencias de conformidad con los principios constitucionales de función administrativa de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad de conformidad con lo estipulado en el Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia.

Que con fundamento en este mandato, y en su condición de Entidad Estatal, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, debe dar plena aplicación, en el desarrollo de sus funciones, al derecho fundamental del debido proceso.

Que de acuerdo con el Decreto 1600 del 27 de julio de 1994, el Artículo Quinto estableció que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, es la Entidad competente para establecer los sistemas de referencia para la acreditación e inter calibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos e información de carácter físico, químico y biótico de la calidad del medio ambiente de la República de Colombia.

Que de conformidad con el parágrafo 2 del Artículo Quinto del Decreto arriba mencionado, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado mediante acto administrativo expedido por el IDEAM.

Que de conformidad con el numeral 13 del Artículo Décimo Tercero del Decreto 291 del 29 de enero de 2004 2004, corresponde al IDEAM a través de la Subdirección de Estudios Ambientales, acreditar los laboratorios ambientales del sector público y privado que produzcan información física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Que es así, como en desarrollo de esta competencia el Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales – IDEAM, expidió la Resolución N.° 268 del 11 de marzo de 2015, *"Por la cual se modifica la*

Página **9** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

Resoluciones N.° 176 de 2003 y 1754 de 2008, y se establecen los requisitos y el procedimiento de acreditación de organismos de evaluación de la conformidad en matrices ambientales, bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 en Colombia".

Que mediante el artículo 3° de la Resolución N. °1266 del 22 de mayo de 2015 "Por la cual se confiere una comisión de servicios en el exterior y se hace un encargo", se estableció:

*"**ARTÍCULO 3**.- Encargar de las funciones del empleo de Director General, Código 0015, Grado 23 de la Dirección General del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, a la doctora MARÍA TERESA MARTÍNEZ GÓMEZ,...del 28 de mayo al 8 de junio de 2015.."*

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Extender el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, al **LABORATORIO ENVIRONMENTAL SERVICES** de la sociedad **SGS COLOMBIA S.A. – Sede Bogotá**, con NIT 860.049.921-0, con domicilio en la Carrera 100 No. 25 C – 11 Bodega 5 de la ciudad de Bogotá, D.C., para las siguientes variables, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. **Metales Totales [Antimonio]:** Digestión asistida por Microondas, SM 3030 K – Espectrometría de Masas - Plasma Acoplado Inductivamente, EPA 200.8, Revisión 5.4.
2. **Fósforo Inorgánico:** Hidrólisis Ácida - Ácido Ascórbico, SM 4500-P E

Matriz Biota (Aguas Continentales en Cuerpos Lóticos y Lénticos):

1. **Macroinvertebrados Bénticos:** Recolección de muestras, Procesamiento y Análisis de Muestras, SM 10500 B, C
2. **Perifiton:** Recolección de muestras, ACOSTA, A., ZAPATA, A. y FAGUA, G. 2009. Técnicas de Campo en Ambientes Tropicales: Manual para el Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos y Artrópodos Terrestres. Ed. Pontificia Universidad Javeriana - Análisis de Muestras, SM 10300 C Modificado
3. **Macrófitas:** Recolección de Muestras y Estimación de Poblaciones, SM 10400 B, C, D; RAMÍREZ, A. 2006. Ecología. Métodos y Análisis de Poblaciones y Comunidades. Ed. Pontificia Universidad Javeriana
4. **Peces:** Recolección de Muestras y Análisis de Laboratorio, EPA/600/R-92/111, Marzo 1993
5. **Fitoplacton:** Recolección de Muestras y Análisis de Laboratorio, SM 10200 B, F; ACOSTA, A., ZAPATA, A. y FAGUA, G. 2009. Técnicas de Campo en Ambientes Tropicales: Manual para el Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos y Artrópodos Terrestres. Ed. Pontificia Universidad Javeriana; HÖTZEL, G. y CROOME, R. 1999. A Phytoplankton Methods Manual for Australian Freshwater. Land and Waters Resources and Development Corporation; Semina 1978, UNESCO 1978. Phytoplankton Manual. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
6. **Zooplacton:** Recolección de Muestras y Análisis de Laboratorio, SM 10200 B, G; ACOSTA, A., ZAPATA, A. y FAGUA, G. 2009. Técnicas de Campo en Ambientes Tropicales: Manual para el Monitoreo de Ecosistemas Acuáticos y Artrópodos Terrestres. Ed. Pontificia Universidad Javeriana; HÖTZEL, G. y CROOME, R. 1999. A Phytoplankton Methods Manual for Australian Freshwater. Land and Waters Resources and Development Corporation; Lopretto, E.C & G. Teli (eds), 1995. Ecosistemas de Aguas Continentales. Metodología para su Estudio. Ed. Sur.

Página **10** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

7. **Invertebrados Asociados a Macrófitas:** GTC 25:1995. Gestión Ambiental Calidad del Agua. Muestreo. Técnicas Generales de Muestreo para Estudios Biológicos. Ramirez G. Alberto & Gerardo Viña 1998. Limnología Colombiana. Procesamiento de Muestras y Análisis. SM 10500C.

Matriz Residuos Peligrosos:

1. **Coliformes Totales:** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
2. ***Escherichia coli*:** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
3. ***Listeria monocytogenes*:** ISO 11290:1996 - Parte 1. Método Horizontal para la Detección de *Listeria monocytogenes*. Modificado
4. ***Salmonella sp.*:** Presencia-Ausencia ISO 6579:2002 / NTC 4574:2007 Modificado

Matriz Suelo:

1. **Compuestos Organofosforados [Demeton-O, Demeton-S, Diclorvos (DDVP), Ronnel]:** Extracción con Ultrasonido, EPA 3550 C, Revisión 3, Febrero 2007 – Cromatografía de Gases con Detector NPD (GC-NPD), EPA 8141 B, Revisión 2, Febrero 2007.
2. **Conductividad Eléctrica:** Calidad del Suelo. Determinación de la Conductividad Eléctrica, NTC 5596:2008 Método B.
3. **Humedad:** Suelos. Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de Suelos y Rocas, con Base en la Masa NTC 1495: 2001.
4. **Metales [Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Calcio, Cromo, Estaño, Hierro, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plata, Potasio, Sodio, Titanio, Vanadio, Zinc]:** Digestión Asistida con Microondas US-EPA 3051 A, Revisión 1, Febrero 2007 – Espectrometría de Masas - Plasma Acoplado Inductivamente, US-EPA 200.8, Revision 5.4, 1994.
5. **Muestreo:** Gestión Ambiental. Calidad del Suelo. Muestreo. Guía para el diseño de Programas de Muestreo. NTC 4113:1997. Parte 1 y 2.
6. **Nitrógeno Amoniacal:** Tratamiento para suelos, NTC 11464:2002-09-16, Destilación y Volumétrico, SM 4500 NH_3 B, C. (pendiente por definir método de ultrasonido)
7. **Pesticidas Organoclorados [*alfa*-BHC, *beta*-BHC, *gamma*-BHC (Lindano), 4,4'-DDT, Dieldrín, Endolsulfan I, Endosulfan sulfato, Endrín, Metoxicloro]:** Extracción con Ultrasonido, EPA 3550 C, Revisión 3, Febrero 2007 – Cromatografía de Gases con Detector de Captura de Electrones, US-EPA 8081 B, Revisión 2, Febrero 2007.
8. **pH:** Electrométrico, EPA 9045D, Revisión 4, Noviembre de 2004
9. ***Pseudomonas sp:*** Recuento en Placa, Enumeration of Presumptive *Pseudomonas sp.* ISO 13720:2010. Modificado
10. **Coliformes Totales** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
11. ***Escherichia coli*:** Sustrato Enzimático Multicelda (NMP), SM 9223 B Modificado
12. **Mesófilos Aerobios:** Recuento en Placa. Mayea, Novo y Valiño. 1982. Introducción a la Microbiología del Suelo. Capítulo 11. Análisis Microbiológico de Suelos.
13. **Mohos y Levaduras:** Recuento en Placa. Mayea, Novo y Valiño. 1982. Introducción a la Microbiología del Suelo. Capítulo 11. Análisis Microbiológico de Suelos.

PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 22nd edition 2012 / EPA (Environmental Protection Agency), Revisión Julio 2009, salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica.

ARTÍCULO 2º.- La extensión de la acreditación que se otorga a través del presente acto administrativo no ampara ningún tipo de actividad diferente a las descritas en el informe y en la presente resolución, para lo cual deberá cumplir y mantener las condiciones bajos las cuales obtuvo la acreditación.

ARTÍCULO 3º.- La sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.**, para mantener la acreditación otorgada mediante la presente Resolución, deberá participar y aprobar anualmente las pruebas de evaluación y desempeño que programe el Instituto para los

Página **11** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Linea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM

RESOLUCIÓN N°. 0899 **DE** - 3 JUN 2015

parámetros considerados en el alcance de la acreditación, de acuerdo a lo establecido en el literal g) del Artículo Tercero de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003

ARÍCULO 4º.- En caso de que la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** incurriere en alguna de las causales señaladas en el Artículo Sexto de la Resolución 176 de 2003, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM podrá suspender o revocar la presente acreditación.

ARTÍCULO 5º.- En caso de suspensión, retiro o vencimiento de la acreditación la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** deberá inmediatamente cesar el uso de la acreditación así como la publicidad o logotipo de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, conforme lo establece el literal j) del Artículo Quinto de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003

ARTÍCULO 6º.- La sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** deberá dar cumplimiento a cada uno de los compromisos establecidos en el Artículo 11 de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003.

ARTÍCULO 7º.- Por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, apoderado debidamente constituido y/o a la persona debidamente autorizada de la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO 8º. - En contra del presente acto administrativo procede el recurso de reposición, el cual se podrá interponer por su representante o apoderado debidamente constituido, por escrito ante el Director del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, o al vencimiento del término de publicación, según el caso, de conformidad con lo establecido en los artículos 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO 9º.- La vigencia del presente acto administrativo terminará en la misma fecha establecida para la vigencia de la acreditación a la sociedad **LABORATORIO DE ENVIRONMENTAL SERVICES DE SGS COLOMBIA S.A. – SEDE BOGOTÁ, D.C.,** mediante Resolución Nº 0031 del 21 de enero de 2013.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE
Dada en Bogotá, D.C., a los - 3 JUN 2015

MARIA TERESA MARTINEZ GOMEZ
La Subdirectora de Meteorología encargada de las funciones de la Dirección General del IDEAM

	Nombre	*Cargo*	*Firma*
Proyectó	*Saúl Alberto Roa Romero*	*Contratista*	
Revisó	*Luz Consuelo Orjuela Orjuela*	*Grupo Acreditación*	
Revisó	*Carolina Arias Ferreira*	*Abogada-Contratista*	
Aprobó	*Adriana Portillo Trujillo*	*Oficina Asesora Jurídica*	

Los arriba firmantes declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y/o técnicas vigentes y por lo tanto bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para la firma del Director General

Radicado: 20156010004551 2015-05-15
Expediente: 2012600010400132E

Página **12** de **12**

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C. PBX (571) 352 7160
Fax Server: 352 7110
Línea Nacional 018000110012 - Pronóstico y Alertas (571) 352 7180
Sede Puente Aranda: Calle 12 No 42B – 44 Bogotá D.C. PBX: 268 1070
www.ideam.gov.co

TODOS POR UN NUEVO PAÍS

ChemiLab S.A.S

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

RESOLUCIÓN Nº 2016 - 8 AGO 2014

"Por la cual se renueva y extiende el alcance de la acreditación a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB**, para producir información cuantitativa, física, química y microbiológica, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes"

EL DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM-

En uso de sus facultades legales y en especial las conferidas por el artículo 5 del Decreto 1600 de 1994, el numeral 8 del artículo 5 del Decreto 291 de 2004, las Resoluciones 176 del 31 de octubre de 2003 y 1754 del 15 de octubre de 2009, y,

CONSIDERANDO:

Que mediante Resolución No. 1551 del 29 de junio de 2011 (Folio 208-209), el IDEAM otorgó la Acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB**, identificada con NIT. 900.329.160-9, con domicilio en la Carrera 21 No. 195 – 50, de la ciudad de Bogotá D. C., para las siguientes variables en agua, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. **Conductividad:** Electrométrico SM 2510 B
2. **Cloruro:** Argentométrico, SM 4500-Cl^- B
3. **Dureza Magnésica:** Cálculo, SM 3500-Mg B
4. **Dureza total:** Volumétrico con EDTA, SM 2340 C
5. **Sulfatos:** Turbidimétrico, SM 4500-SO_4^{2-} E
6. **Dureza Cálcica:** Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B
7. **Nitratos:** Espectrofotométrico Ultravioleta, SM 4500-NO_3^- B
8. **Ortofosfato:** Ácido Ascórbico, SM 4500-P E
9. **Nitritos:** Colorimétrico, SM 4500-NO_2^- B
10. **Cromo Hexavalente (VI):** Colorimétrico, SM 3500-Cr B
11. **Sólidos Suspendidos Totales:** Gravimétrico – Secado a 103 – 105 °C, SM 2540 D
12. **Sólidos Disueltos Totales:** Gravimétrico - Secado a 180 °C, SM 2540 C
13. **Sólidos Totales:** Gravimétrico – Secado a 103 -105 °C, SM 2540 B
14. **Sólidos Sedimentables:** Cono Imhoff – Volumétrico, SM 2540 F
15. **Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO_5:** Incubación 5 días y Luminiscencia, SM 5210 B, ASTM 888-09 Método C
16. **Demanda Química de Oxígeno:** Reflujo Cerrado y Colorimétrico, SM 5220 D
17. **Oxígeno Disuelto:** Modificación de Azida, SM 4500-O C
18. **Oxígeno Disuelto:** Luminiscencia, ASTM D 888-09 Método C
19. **Turbidez:** Nefelométrico, SM 2130 B
20. **pH:** Electrométrico, SM 4500-H^+ B
21. **Color:** Espectrofotométrico – Longitud de Onda Simple, SM 2120 C
22. **Aceites y Grasas:** Extracción Líquido-Líquido, Partición Gravimétrica, SM 5520 B

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 - 8 AGO 2014

23. **Detergentes:** Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C
24. **Toma de muestras Puntual: Variables medidas en campo: pH** (SM 4500-H^+ B), **Conductividad** (SM 2510 B), **Temperatura** (SM 2550 B) y **Oxígeno Disuelto** (ASTM D 888-09 y SM 4500-O C)
25. **Toma de muestras Compuesta: Variables medidas en campo: pH** (SM 4500-H^+B), **Conductividad** (SM 2510 B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Sólidos sedimentables** (SM 2540 F) y **Caudal**
26. **Toma de muestras Integrada: Variables medidas en campo: pH** (SM 4500-H^+B), **Conductividad** (SM 2510 B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Oxígeno Disuelto** (ASTM D 888-09 y SM 4500-O C) y **Caudal**

Matriz Suelo:

1. **pH:** Potenciométrico en relación suelo: agua 1:1, IGAC 6a. Edición, 2006
2. **Humedad:** Gravimétrico, IGAC 6a. Edición, 2006
3. **Cloruros:** Pasta de suelo saturado - Argentométrico, IGAC 6a. Edición, 2006 y SM 4500-Cl^- B
4. **Capacidad de Intercambio Catiónico:** Extracción Acetato de Amonio 1N, pH 7.0 (Acetato de Sodio 1N, pH 8.2), IGAC 6a edición, 2006
5. **Textura del suelo:** Bouyoucos, IGAC, 6a edición, 2006
6. **Fósforo Disponible:** Método Bray – II Modificado, IGAC, 6a, Edición, 2006
7. **Sulfatos:** Extracción con Monofosfato de Calcio 0.008 M – Turbidimétrico con $BaCl_2$, IGAC, 6a Edición 2006
8. **Aceites y Grasas:** Material Extractable en n-hexano (HEM) para lodos, sedimentos y muestras sólidas- EPA 9071 B, Revisión 2, Abril 1998
9. **Muestreo de Suelos Simple y Compuesto:** Técnicas de muestreo y estrategias, EPA/600/R-92/128

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia los métodos EPA (Environmental Protection Agency).

Que la acreditación se otorgó por un periodo de tres (3) años contados a partir de la notificación de la Resolución No. 1551 del 29 de junio de 2011 (Folio 208-209), hecho que ocurrió el día 11 de julio de 2011 estableciéndose como periodo de vigencia de la acreditación desde el día 11 de julio de 2011 hasta el 11 de julio de 2014.

Que mediante Resolución N° 1965 del 5 de agosto de 2011 (Folio 212-214), el IDEAM modificó el artículo 1 de la Resolución N° 1551 del 29 de junio de 2011 con el fin de aclarar el domicilio de la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB S.A.S.**, el cual quedó así:

*"Otorgar la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB S.A.S.**, identificada con NIT 900.329.160-9 y con domicilio en la Carrera 48 No. 93 – 87 de la ciudad de Bogotá D.C., para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:*

Matriz Agua:

1. ***Conductividad:*** *Electrométrico SM 2510 B*
2. ***Cloruro:*** *Argentométrico, SM 4500-Cl^- B*
3. ***Dureza Magnésica:*** *Cálculo, SM 3500-Mg B*
4. ***Dureza total:*** *Volumétrico con EDTA, SM 2340 C*
5. ***Sulfatos:*** *Turbidimétrico, SM 4500-SO_4^{2-} E*
6. ***Dureza Cálcica:*** *Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B*
7. ***Nitratos:*** *Espectrofotométrico Ultravioleta, SM 4500-NO_3^- B*
8. ***Ortofosfato:*** *Ácido Ascórbico, SM 4500-P E*
9. ***Nitritos:*** *Colorimétrico, SM 4500-NO_2^- B*
10. ***Cromo Hexavalente (VI):*** *Colorimétrico, SM 3500-Cr B*

Página 2 de 14

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

2016 -8 AGO 2014

11. **Sólidos Suspendidos Totales:** *Gravimétrico – Secado a 103 – 105 °C, SM 2540 D*
12. **Sólidos Disueltos Totales:** *Gravimétrico- Secado a 180 °C, SM 2540 C*
13. **Sólidos Totales:** *Gravimétrico – Secado a 103 -105 °C, SM 2540 B*
14. **Sólidos Sedimentables:** *Cono Imhoff – Volumétrico, SM 2540 F*
15. **Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO_5:** *Incubación 5 días y Luminiscencia, SM 5210 B, ASTM 888-09 Método C*
16. **Demanda Química de Oxígeno:** *Reflujo Cerrado y Colorimétrico, SM 5220 D*
17. **Oxígeno Disuelto:** *Modificación de Azida, SM 4500-O C*
18. **Oxígeno Disuelto:** *Luminiscencia, ASTM D 888-09 Método C*
19. **Turbidez:** *Nefelométrico, SM 2130 B*
20. **pH:** *Electrométrico, SM 4500-H^+ B*
21. **Color:** *Espectrofotométrico – Longitud de Onda Simple, SM 2120 C*
22. **Aceites y Grasas:** *Extracción Líquido-Líquido, Partición Gravimétrica, SM 5520 B*
23. **Detergentes:** *Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C*
24. **Toma de muestras Puntual: Variables medidas en campo: pH** *(SM 4500-H^+B)*, **Conductividad** *(SM 2510 B)*, **Temperatura** *(SM 2550 B)* y **Oxígeno Disuelto** *(ASTM D 888-09 y SM 4500-O C)*
25. **Toma de muestras Compuesta: Variables medidas en campo: pH** *(SM 4500-H^+B)*, **Conductividad** *(SM 2510 B)*, **Temperatura** *(SM 2550 B)*, **Sólidos sedimentables** *(SM 2540 F)* y **Caudal**
26. **Toma de muestras Integrada: Variables medidas en campo: pH** *(SM 4500-H^+B)*, **Conductividad** *(SM 2510 B)*, **Temperatura** *(SM 2550 B)*, **Oxígeno Disuelto** *(ASTM D 888-09 y SM 4500-O C)* y **Caudal**

Matriz Suelo:

1. **pH:** *Potenciométrico en relación suelo:agua 1:1, IGAC 6a. Edición, 2006*
2. **Humedad:** *Gravimétrico, IGAC 6a. Edición, 2006*
3. **Cloruros:** *Pasta de suelo saturado - Argentométrico, IGAC 6a. Edición, 2006 y SM 4500-Cl^- B*
4. **Capacidad de Intercambio Catiónico:** *Extracción Acetato de Amonio 1N, pH 7.0 (Acetato de Sodio 1N, pH 8.2), IGAC 6a edición, 2006*
5. **Textura del suelo:** *Bouyoucos, IGAC, 6a edición, 2006*
6. **Fósforo Disponible:** *Método Bray – II Modificado, IGAC, 6a, Edición, 2006*
7. **Sulfatos:** *Extracción con Monofosfato de Calcio 0.008 M – Turbidimétrico con $BaCl_2$, IGAC, 6a Edición 2006*
8. **Aceites y Grasas:** *Material Extractable en n-hexano (HEM) para lodos, sedimentos y muestras sólidas- EPA 9071 B, Revisión 2, Abril 1998*
9. **Muestreo de Suelos Simple y Compuesto:** *Técnicas de muestreo y estrategias, EPA/600/R-92/128"*

Que mediante la Resolución N° 1236 del 22 de junio de 2012 (Folio 370-371), el IDEAM extendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB S.A.S.**, identificada con NIT 900.329.160-9 y con domicilio en la Carrera 48 No. 93 – 87 en la ciudad de Bogotá D.C., para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. **Alcalinidad total:** Volumétrico, SM 2320 B
2. **Fenoles Totales:** Destilación – Fotométrico Directo, SM 5530 B, D
3. **Hidrocarburos Totales:** Extracción Líquido-Líquido, Partición Gravimétrica - Hidrocarburos, SM 5520 B, F.

Matriz Suelo:

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 -8 AGO 2014

1. **Nitrato:** Extracción con Cloruro de potasio 2N, IGAC, 6a edición - Espectrofotometría Ultravioleta, SM 4500-NO_3^- B.

Que la vigencia de la acreditación otorgada mediante Resolución Nº 1236 del 22 de junio de 2012 se rige por la vigencia establecida en la Resolución Nº 1551 del 29 de junio de 2011, es decir, que la acreditación culmina el día 11 de julio de 2014.

Que mediante Resolución Nº 1443 del 16 de julio de 2012 (Folio 400-402), el IDEAM extendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB S.A.S.**, identificada con NIT 900.329.160-9 y con domicilio en la Carrera 48 No. 93 – 87 en la ciudad de Bogotá D.C., para las siguientes variables bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. **Grasas y aceites:** Partición – Infrarrojo, NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C
2. **Hidrocarburos Totales:** Partición – Infrarrojo / Determinación de Hidrocarburos, NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C y Numeral 7, Método F
3. **Metales Totales [Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Magnesio, Manganeso, Plata, Plomo, Zinc]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire – Acetileno, SM 3030 E modificado, SM 3111 B
4. **Metales Totales [Potasio]:** Digestión Ácido Nítrico - Fotometría de Emisión de llama, SM 3030 E modificado, SM 3500-K B
5. **Metales Totales [Aluminio, Bario, Estaño, Vanadio]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Óxido Nitroso - Acetileno, SM 3030 E modificado, SM 3111 D
6. **Metales Totales [Antimonio, Cadmio, Plomo]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica Electrotérmica, SM 3030 E modificado, SM 3113 B
7. **Metales Totales [Selenio]:** Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, EPA 7742, Rev. 0, Septiembre 1994, SM 3114 C
8. **Metales Disueltos [Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Magnesio, Manganeso, Plata, Plomo, Zinc]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire - Acetileno, SM 3111 B
9. **Metales Disueltos [Potasio]:** Fotometría de Emisión de llama, SM 3500-K B
10. **Metales Disueltos [Aluminio, Bario, Estaño, Vanadio]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Óxido Nitroso - Acetileno, SM 3111 D
11. **Metales Disueltos [Antimonio, Cadmio, Plomo]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica Electrotérmica, SM 3113 B
12. **Metales Disueltos [Selenio]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, SM 3114 C

Matriz Suelo:

1. **Metales Totales [Calcio, Cobalto, Cobre, Magnesio, Manganeso, Níquel, Plomo, Potasio, Sodio, Zinc]:** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire - Acetileno, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3111 B
2. **Metales Totales [Aluminio, Estaño, Vanadio]:** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Óxido Nitroso - Acetileno, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3111 D
3. **Metales Totales [Plomo]:** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica Electrotérmica, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3113 B
4. **Metales Totales [Selenio]:** Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, EPA 7742, Rev. 0, Septiembre 1994, SM 3114 C

Página 4 de 14

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 -8 AGO 2014

5. **Metales Totales [Mercurio]:** Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción atómica – Vapor frío, EPA 7471 B, Rev. 2, Febrero 2007, SM 3112 B

Que la vigencia de la acreditación otorgada mediante Resolución Nº 1443 del 16 de julio de 2012 (Folio 400-402), se rige por la vigencia establecida en la Resolución Nº 1551 del 29 de junio de 2011, es decir, que la acreditación culmina el día 11 de julio de 2014.

Que mediante Resolución 1209 del 2 de julio de 2013 (Folio 436-438), el IDEAM extendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S-CHEMILAB S.A.S.**, identificada con NIT. 900.329.160-9, con domicilio en la Carrera 21 No. 195 – 50, de la ciudad de Bogotá D. C., para las siguientes variables, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005

Matriz Agua:

1. **Metales Totales [Sodio]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire – Acetileno, SM 3030 E modificado, 3111 B
2. **Mercurio Total:** Espectrofotometría de Absorción Atómica – Vapor frío, SM 3112 B
3. **Metales Disueltos [Sodio]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire - Acetileno, SM 3111 B
4. **Mercurio Disuelto:** Espectrofotometría de Absorción Atómica – Vapor frío, SM 3112 B

Matriz Suelo:

1. **Metales Totales [Cromo, Hierro, Plata,]:** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire - Acetileno, USEPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3111 B
2. **Hidrocarburos Totales:** Material Extractable en n-hexano (HEM) para lodos, sedimentos y muestras sólidas, USEPA 9071 B, Revisión 2, Abril 1998.

Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA – AWWA - WEF, 21st edition 2005. y Environmental Protection Agency – USEPA.

Que mediante Resolución 1210 del 2 de julio de 2013 (Folio 442 -444) expediente 2012600010400037E), el IDEAM suspendió el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes otorgada mediante la Resolución Nº 1551 del 29 de junio de 2011, a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB S.A.S.**, identificada con NIT 900.329.160-9 y con domicilio en la Carrera 48 No. 93 – 87 en la ciudad de Bogotá D.C., para las siguientes variables en agua y suelo, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005:

Matriz Agua:

1. **Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO_5:** Incubación 5 días y Luminiscencia, SM 5210 B, ASTM 888-09 Método C

Matriz Suelo

1. **Fósforo Disponible:** Método Bray – II Modificado, IGAC, 6a, Edición, 2006

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 -8 AGO 2014

2. **Sulfatos:** Extracción con Monofosfato de Calcio 0.008 M – Turbidimétrico con $BaCl_2$, IGAC, 6a Edición 2006

La vigencia de la suspensión provisional de la acreditación de la siguiente variable en la matriz agua: **Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO_5:** Incubación 5 días y Luminiscencia, SM 5210 B, ASTM 888-09 Método C; y las siguientes variables en la matriz suelo: **Fósforo Disponible**: Método Bray – II Modificado, IGAC, 6a, Edición, 2006 y **Sulfatos:** Extracción con Monofosfato de Calcio 0.008 M – Turbidimétrico con $BaCl_2$, IGAC, 6a Edición 2006, rigió a partir de la fecha de la ejecutoria de la Resolución. La suspensión provisional de las variables mencionadas se levantará, si en la siguiente prueba de desempeño coordinada por el IDEAM la sociedad obtiene calificación satisfactoria mayor o igual a 70 puntos; caso contrario se procederá a la revocación según lo establecido en el literal g) del artículo 6 de la Resolución Nº 0176 del 31 de octubre de 2003 proferida por el Director General del IDEAM.

Que mediante escrito con radicado Nº 20132080163652 del 21 de diciembre de 2013, la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, solicitó al IDEAM la visita de evaluación para la renovación y extensión de la acreditación. (Folio 873 - 887)

Que el IDEAM, por medio de oficio de radicado Nº 20146000001691 del 12 de febrero de 2014, envió a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**la cotización de la visita de evaluación para la renovación y extensión de la acreditación. (Folio 895 - 896).

Que a través de documento con radicado Nº 20149910012702 del 24 de febrero de 2014, la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, envió al IDEAM el pago de la visita de evaluación para la renovación y extensión de la acreditación. (Folio 897 - 898)

Que la visita de evaluación para la renovación y extensión de la acreditación de la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, se llevó a cabo entre el 5 de mayo y el 10 de mayo de 2014, tal y como se advierte en los registros que obran en el expediente Nº 2012600010400037E en los folios 708 a 1224

Que el IDEAM generó el informe de visita de evaluación para la renovación y extensión de la acreditación del 5 de mayo al 10 de mayo de 2014, enviándolo a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, mediante oficio con radicado Nº 20146000010401 el 29 de mayo de 2014. (folios 1225 a 1236).

Que a través de documento con radicado Nº 20149910066612 del 6 de junio de 2014, la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, envió al IDEAM las evidencias correspondientes al cierre de las acciones correctivas correspondientes a las no conformidades encontradas durante la visita de evaluación para la renovación y extensión de la acreditación.

Que el IDEAM generó el informe de seguimiento de acciones correctivas 27 de junio de 2014, enviándolo a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, mediante oficio con radicado Nº 20146000012811 el 27 de junio de 2014 (Folio 1248 – 1256)

Que, con fundamento en lo anterior y según la información remitida a la Oficina Asesora Jurídica por parte del Subdirector de Estudios Ambientales (E), la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, cumplió con todas las etapas y requisitos establecidos en las Resoluciones Nº 176 del 31 de octubre de 2003 y Nº 1754 del 15 de octubre de 2009 proferidas por el IDEAM para la renovación y extensión de la acreditación de las variables solicitadas, de acuerdo con la información dispuesta por el Grupo de Acreditación.

Que, los documentos de la solicitud y desarrollo del proceso de acreditación la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S- CHEMILAB S.A.S.**, reposan en la dependencia del Grupo de Acreditación de la Subdirección de Estudios Ambientales del IDEAM.

Página 6 de 14

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 -8 AGO 2014

FUNDAMENTOS LEGALES

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 17 de la Ley 99 del 22 de diciembre de 1993, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es el establecimiento público encargado del levantamiento y manejo de la información científica y técnica sobre los ecosistemas que forman parte del patrimonio ambiental del país, así como de establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio nacional para los fines de planificación y ordenamiento del territorio. Corresponde a este Instituto efectuar el seguimiento de los recursos biofísicos de la Nación, especialmente en lo referente a su contaminación y degradación, necesarios para la toma de decisiones de las autoridades ambientales.

Que con fundamento en el artículo 5 del Decreto 1600 del 27 de julio de 1994, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, es la institución competente para establecer los sistemas de referencia para el sistema de acreditación e intercalibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos fisicoquímicos y bióticos del medio ambiente en toda la República de Colombia.

Que conforme al parágrafo 2 del artículo 5 ibídem, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado por el IDEAM.

Que mediante la Resolución N° 0176 del 31 de octubre de 2003, se derogaron las Resoluciones N°s 0059 del 28 de abril de 2000 y N° 0079 del 6 de marzo de 2002 y se estableció el procedimiento de acreditación de laboratorios ambientales en Colombia así como los costos del proceso.

Que el artículo 1 de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003, consagra:

> *"**Acreditación:** Es el reconocimiento formal de la competencia técnica y la idoneidad de un laboratorio ambiental para que lleve a cabo funciones específicas, de acuerdo con los criterios establecidos".*

Que el artículo 4 ibídem señala: "***EXTENSIÓN DEL ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN.*** *Una vez obtenida la acreditación, si se desea acreditar parámetros adicionales, el laboratorio deberá hacer una solicitud por escrito y enviar la última actualización del formulario de acreditación y del Manual de Calidad, en caso de que la versión remitida al IDEAM inicialmente presente alguna modificación. También deberá suministrar copia del método de ensayo y datos de soporte acerca de la validación del método. Dependiendo de la complejidad de la(s) metodología(s) analítica(s) evaluada(s), el IDEAM comunicará por escrito si es necesario realizar auditoría in situ o no, y se informarán los costos respectivos de evaluación, los cuales deberán ser cancelados en forma previa a ésta, ya sea in situ o documental.*

Si hay pruebas de evaluación de desempeño disponibles para los nuevos parámetros a acreditar, el laboratorio debera aplicarlas en las fechas programadas por el Instituto. Tanto los resultados de la auditoría como los de las pruebas de evaluación de desempeño, serán revisados por el Cuerpo Acreditador, y se recomendará si se extiende o no el alcance de la acreditación otorgada. La vigencia de la acreditación de los nuevos parámetros terminará en la misma fecha establecida para la vigencia de la acreditación otorgada inicialmente".

Que el Artículo Primero de la Resolución N° 1754 del 15 de octubre de 2009 establece: "*Modifíquese el artículo quinto de la Resolución 176 de 2003, el cual quedará así:...*

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 - 8 AGO 2014

***RENOVACIÓN**. Ocho (8) meses antes de finalizar el periodo de vigencia, el laboratorio deberá hacer una solicitud de renovación de la acreditación siguiendo el procedimiento que señala a continuación:*

a) Remitir al IDEAM la solicitud escrita de renovación de la acreditación diligenciando el formulario de renovación disponible en la página web del IDEAM (ver www.ideam.gov.co/forms/calidad/index4.htm) El formulario deberá ser diligenciado por el jefe de laboratorio o quien haga sus veces, quien debe acreditar el título de Químico, Ingeniero Químico o Químico Farmacéutico y contar con matrícula profesional, se aceptará acreditar profesión afín a la Química, siempre y cuando demuestren idoneidad a consideración del Cuerpo Acreditador.

b) El IDEAM comunicará por escrito al laboratorio la fecha propuesta para la visita, los integrantes del equipo auditor y los costos correspondientes al proceso de auditoría, en un plazo máximo de 10 días hábiles desde la recepción de la solicitud de renovación.

c) El laboratorio deberá manifestar por escrito, en un término máximo de 5 días hábiles contados a partir del envío de la información referida en el literal anterior, su aceptación o rechazo respecto de las fechas y de los integrantes del equipo auditor, manifestando las razones en caso de rechazo. De no hacerlo en el plazo previsto, se entenderá por aceptada en los términos señalados por el IDEAM.

d) El laboratorio deberá cancelar el valor de la auditoría, en un plazo máximo no mayor a 15 días hábiles siguientes, contados a partir del envío de la cotización por parte del IDEAM. Cuando se trate de una entidad estatal, deberá remitir el contrato respectivo dentro de los 15 días hábiles siguientes, contados a partir del envío de la cotización por parte del IDEAM.

e) Según la programación acordada entre el IDEAM y el laboratorio solicitante, el equipo de auditores del IDEAM efectuará la visita de auditoría durante la cual se verificará la información aportada por el laboratorio solicitante. Toda auditoría deberá realizarse con un grupo auditor de por lo menos dos personas, un auditor líder y un auditor asistente.

*f) Al finalizar la auditoría, el IDEAM remitirá al laboratorio solicitante el informe de auditoría, en el cual se indicarán los resultados en términos de no conformidades identificadas. El laboratorio remitirá las evidencias de **todas** las acciones correctivas para el cierre de no conformidades, en un plazo máximo de 3 meses contados a partir de la recepción del informe de auditoría. El envío parcial de las evidencias referidas se entenderá como no presentación de las mismas.*

g) En caso en que las acciones correctivas no permitan el cierre de las no conformidades, el IDEAM requerirá al laboratorio, por una sola vez, con el fin de que envíe nuevas evidencias. Para lo cual el laboratorio contará con un plazo máximo de 15 días hábiles contados a partir del envío del requerimiento. El IDEAM se reservará el derecho de realizar una verificación in situ de la evidencia remitida o de recomendar una nueva auditoría al laboratorio.

h) Una vez agotado el procedimiento descrito el IDEAM, a través de un acto administrativo, decidirá o no la renovación de la acreditación. La renovación se concederá por una vigencia tres (3) años y su alcance se limitará a los parámetros para los cuales haya conformidad con las acciones correctivas requeridas"

***PARÁGRAFO PRIMERO**.- El laboratorio deberá contar con pruebas de evaluación de desempeño vigentes y con puntajes aceptables para los parámetros objeto de la renovación...".*

Que a su vez, el Artículo Décimo de la Resolución 0176 del 31 de octubre de 2003 indica:

*"**ARTICULO DECIMO. BENEFICIOS DE LA ACREDITACION.** Al acreditarse, el laboratorio ingresará a la Red de Laboratorios Ambientales –REDLAM-, y esto le dará la posibilidad de compartir e intercambiar información y datos sobre la calidad de los recursos naturales y ambientales del país.*
La acreditación de laboratorios es reconocida nacional e internacionalmente como un indicador confiable de competencia técnica.
El Cuerpo de acreditación del IDEAM publicará un directorio de laboratorios acreditados que incluye el alcance de la acreditación otorgada y contactos e información del laboratorio."

COMPETENCIA LEGAL

Página 8 de 14

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 - 8 AGO 2014

Que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, cumple sus competencias de conformidad con los principios constitucionales de función administrativa de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad y publicidad de conformidad con lo estipulado en el Artículo 209 de la Constitución Política de Colombia.

Que con fundamento en este mandato, y en su condición de Entidad Estatal, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, debe dar plena aplicación, en el desarrollo de sus funciones, al derecho fundamental del debido proceso.

Que de acuerdo con el Decreto 1600 del 27 de julio de 1994, el Artículo Quinto estableció que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, es la Entidad competente para establecer los sistemas de referencia para la acreditación e inter calibración analítica de los laboratorios cuya actividad esté relacionada con la producción de datos e información de carácter físico, químico y biótico de la calidad del medio ambiente de la República de Colombia.

Que de conformidad con el parágrafo 2 del Artículo Quinto del Decreto arriba mencionado, los laboratorios que produzcan información cuantitativa, física y biótica para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes, y los demás que produzcan información de carácter oficial relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, deberán poseer certificado de acreditación correspondiente otorgado mediante acto administrativo expedido por el IDEAM.

Que mediante la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003, el Director General del IDEAM estableció el procedimiento de acreditación de laboratorios ambientales en Colombia.

Que de conformidad con el numeral 13 del Artículo Décimo Tercero del Decreto 291 del 29 de enero de 2004 2004, corresponde al IDEAM a través de la Subdirección de Estudios Ambientales, acreditar los laboratorios ambientales del sector público y privado que produzcan información física, química y biótica para los estudios o análisis ambientales, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.

Que de acuerdo con la Resolución 1754 del 15 de octubre de 2009, el Director General del IDEAM modificó el Artículo Quinto de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- Renovar y Extender el alcance de la acreditación para producir información cuantitativa, física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las autoridades ambientales competentes a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB**, identificada con NIT. 900.329.160-9 con domicilio en la Carrera 21 No. 195 – 50, de la ciudad de Bogotá D. C., para las siguientes variables, bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración", versión 2005.

Matriz Agua:

1. **Alcalinidad total:** Volumétrico, SM 2320 B, Ed 22nd 2012
2. **Conductividad Eléctrica:** Electrométrico, SM 2510 B
3. **Cloruro:** Argentométrico, SM 4500-Cl- B
4. **Dureza total:** Volumétrico con EDTA, SM 2340 C
5. **Dureza Cálcica:** Volumétrico con EDTA, SM 3500-Ca B
6. **Dureza Magnésica:** Cálculo, SM 3500-Mg B

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 - 8 AGO 2014

7. **Sulfatos:** Turbidimétrico, SM 4500-SO_4^{2-} E
8. **Nitratos:** Espectrofotométrico Ultravioleta, SM 4500-NO_3^- B
9. **Nitratos:** Salicilato de Sodio J. Rodier, 1998
10. **Nitritos:** Colorimétrico, SM 4500-NO_2^- B
11. **Ortofosfato:** Ácido Ascórbico, SM 4500-P E
12. **Cromo Hexavalente (VI):** Colorimétrico, SM 3500-Cr B
13. **Sólidos Suspendidos Totales:** Gravimétrico – Secado a 103ºC – 105ºC, SM 2540 D
14. **Sólidos Disueltos Totales:** Gravimétrico- Secado a 180ºC, SM 2540 C
15. **Sólidos Disueltos:** Electrométrico SM 2510 B
16. **Sólidos Totales:** Gravimétrico – Secado a 103ºC -105ºC SM 2540 B
17. **Sólidos Sedimentables:** Cono Imhoff – Volumétrico, SM 2540 F
18. **Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Incubación 5 días y Luminiscencia, SM 5210 B, ASTM 888-09 Método C.
19. **Demanda Química de Oxígeno:** Reflujo Cerrado y Colorimétrico SM 5220 D
20. **Oxígeno Disuelto:** Modificación de Azida, SM 4500-O C
21. **Turbidez:** Nefelométrico, SM 2130 B
22. **pH:** Electrométrico SM 4500-H^+ B
23. **Color:** Espectrofotométrico – Longitud de Onda Simple, SM 2120 C (Propuesto)
24. **Aceites y Grasas:** Extracción Líquido-Líquido, Partición Gravimétrica, SM 5520 B
25. **Aceites y Grasas:** Partición – Infrarrojo, NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C
26. **Detergentes:** Surfactantes Aniónicos como SAAM, SM 5540 C
27. **Fenoles Totales:** Destilación – Fotométrico Directo, SM 5530 B, D, Ed 22ND 2012
28. **Hidrocarburos Totales:** Extracción Líquido-Líquido, Partición Gravimétrica - Hidrocarburos, SM 5520 B, F
29. **Hidrocarburos Totales:** Partición – Infrarrojo / Determinación de Hidrocarburos, NTC 3362:2005-06-29, Numeral 4, Método C / Numeral 7, Método F.
30. **Acidez:** Volumétrico, SM 2310 B
31. **Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO5:** Incubación a 5 días - Modificación de Azida, SM 5210 B, 4500-O C
32. **Amonio:** Destilación - Volumétrico SM 4500-NH_3 B, Asian Journal of Applied Sciences 2(4):363-371,2009. ISSN 1996-3343.
33. **Fósforo Total:** Ácido Ascórbico SM 4500-P B, E
34. **Boro:** Colorimétrico SM 4500-B,C
35. **Fenoles Totales:** Destilación- Extracción con cloroformo, SM 5530 B, C
36. **Salinidad:** Electrométrico SM 2520 B
37. **Coliformes Totales** Sustrato enzimático SM 9223 B
38. ***Escherichia coli*** Sustrato enzimático Multicelda SM 9223 B
39. **Metales Totales [Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Magnesio, Manganeso, Níquel, Potasio, Plata, Plomo, Zinc]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire – Acetileno, SM 3030 E Modificado, SM 3111 B
40. **Metales Totales [Potasio]:** Digestión Ácido Nítrico - Fotometría de Emisión de Llama, SM 3030 E Modificado, SM 3500-K B
41. **Metales Totales [Aluminio, Bario, Estaño, Vanadio, Molibdeno]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa óxido nitroso - acetileno, SM 3030 E modificado, SM 3111 D
42. **Metales Totales [Cadmio, Plomo,]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica Electrotérmica, SM 3030 E Modificado, SM 3113 B
43. **Metales Totales [Selenio]:** Digestión Ácida / Espectrofotometría de Absorción Atómica - Generación de Hidruros Continua, EPA 7742, Revisión 0, Septiembre 1994 / SM 3114 C
44. **Metales Disueltos [Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Magnesio, Manganeso, Níquel, Potasio, Plata, Plomo, Zinc]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire - Acetileno, SM 3111 B

Página 10 de 14

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 -8 AGO 2014

45. **Metales Totales [Arsenico]:** Digestión Ácido Nítrico Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, EPA 7062, SM 3114C.
46. **Metales Disueltos [Arsenico]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica Generación de Hidruros continua, SM 3114C.
47. **Metales Disueltos [Potasio]:** Fotometría de Emisión de Llama, SM 3500-K B
48. **Metales Disueltos [Aluminio, Bario, Estaño, Vanadio, Molibdeno]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa óxido nitroso - acetileno, SM 3111 D
49. **Metales Disueltos [Antimonio, Cadmio, Plomo]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica Electrotérmica, SM 3113 B
50. **Metales Disueltos [Selenio]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, SM 3114 C
51. **Metales Totales [Sodio]:** Digestión Ácido Nítrico - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire – Acetileno, SM 3030 E modificado, 3111 B
52. **Mercurio Total:** Espectrofotometría de Absorción Atómica – Vapor frío, Digestión EPA 7471B, SM 3112 B
53. **Metales Disueltos [Sodio]:** Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa Aire - Acetileno, SM 3111 B
54. **Mercurio Disuelto:** Espectrofotometría de Absorción Atómica – Vapor frío, SM 3112 B
55. **Toma de muestras Puntual: Variables medidas en campo: pH** (SM 4500-H+ B), **Conductividad** (SM 2510 B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Oxígeno Disuelto** (ASTM D 888-09 y SM 4500-O C), **Sólidos Sedimentables** Cono Imhoff – Volumétrico, SM 2540 F y **Caudal** (Volumétrico)
56. **Toma de muestras Compuesta: Variables medidas en campo: pH** (SM 4500-H+ B), **Conductividad** (SM 2510 B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Oxígeno Disuelto** (ASTM D 888-09 y SM 4500-O C), **Sólidos Sedimentables** Cono Imhoff – Volumétrico, SM 2540 F y **Caudal** (Volumétrico)
57. **Toma de muestras Integrada Lotico: Variables medidas en campo: pH** (SM 4500-H+ B), **Conductividad** (SM 2510 B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Oxígeno Disuelto** (ASTM D 888-09 y SM 4500-O C), **Sólidos Sedimentables** Cono Imhoff – Volumétrico, SM 2540 F y **Caudal** (Volumétrico, Badeo, micromolinete y molinete)
58. **Toma de muestras Integrada Lentico: Variables medidas en campo: pH** (SM 4500-H+ B), **Conductividad** (SM 2510 B), **Temperatura** (SM 2550 B), **Oxígeno Disuelto** (ASTM D 888-09 y SM 4500-O C), **Sólidos Sedimentables** Cono Imhoff – Volumétrico, SM 2540 F

Matriz: Suelo

Variable/Método

1. **pH:** Potenciométrico en relación suelo:agua 1:1, IGAC 6ª. Edición, 2006
2. **Humedad:** Gravimétrico, IGAC 6ª. Edición, 2006
3. **Capacidad de Intercambio Catiónico:** Extracción Acetato de Amonio 1N, pH 7.0 NTC 5268:2014
4. **Textura del suelo:** Bouyoucos, IGAC, 6a edición, 2006
5. **Aceites y Grasas:** Material Extractable en n-hexano (HEM) para lodos, sedimentos y muestras sólidas -EPA 9071 B, Revisión 2, Abril 1998
6. **Aceites y grasas:** Ultrasonido NMX-AA-145-SCFI-2006, IR SM 5520 C Modificado.
7. **Metales Totales [Cadmio, Calcio, Cobalto, Cobre, Magnesio, Manganeso, Niquel, Plata, Plomo, Potasio, Sodio, Zinc, Cromo, Hierro]:** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3111 B
8. **Metales Totales [Aluminio, Bario, Berilio, Estaño, Vanadio]:** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa óxido nitroso - acetileno, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3111 D
9. **Metales Totales [Cadmio, Molibdeno y Plomo]:** Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica Electrotérmica, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3113 B

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 -8 AGO 2014

10. **Metales Totales [Selenio]:** Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, EPA 7742, Rev. 0, Septiembre 1994, SM 3114 C
11. **Metales Totales [Mercurio]:** Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción atómica – Vapor frio, EPA 7471 B, Rev. 2, Febrero 2007, SM 3112 B
12. **Metales Disueltos [Potasio]:** Fotometría de Emisión de Llama, SM 3500-K B
13. **Metales Totales [Arsénico]:** Digestión Ácido Nítrico – Peróxido - Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, EPA 7062, Rev. 0, Septiembre 1994, SM 3114 C
14. **Hidrocarburos Totales:** Material Extractable en n-hexano (HEM) para lodos, sedimentos y muestras sólidas, USEPA 9071 B, Revisión 2, Abril 1998. Existe evidencia pero con método ref SM 5520 D.
15. **Hidrocarburos Totales:** Ultrasonido NMX-AA-145-SCFI-2008, IR SM5520 C,F
16. **Conductividad Eléctrica:** Electrométrico, NTC 5596:2008
17. **Relación de Adsorción de Sodio RAS y Porcentaje de Sodio Intercambiable PSI:** NORM-021 RECNAT 2000, Diario Oficial Segunda Sección, 31 diciembre 2002.
18. **Muestreo de Suelos Simple y Compuesto:** Técnicas de muestreo y estrategias, EPA/600/R-92/128

Matriz: Residuos Peligrosos

Variable/Método

1. **TCLP [Cadmio, Cromo, Plata, Plomo y Zinc]:** Procedimiento de Lixiviación para determinar Toxicidad, EPA SW 846 - 1311, Revisión 0, Julio 1992, Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa aire - acetileno, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3111 B
2. **TCLP [Bario]:** Procedimiento de Lixiviación para determinar Toxicidad, EPA SW 846 - 1311. Revisión 0. Julio 1992, Digestión Ácido Nítrico-Peróxido - Espectrofotometría de Absorción Atómica con llama directa óxido nitroso - acetileno, EPA 3050 B, Rev. 2, Diciembre 1996, SM 3111 D
3. **TCLP [Arsénico]:** Procedimiento de Lixiviación para determinar Toxicidad, EPA SW 846 - 1311, Revisión 0, Julio 1992, Digestión Ácido Nítrico – Peróxido - Ácido Clorhídrico- Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, EPA 7062, Rev. 0, Septiembre 1994, SM 3114 C
4. **TCLP [Selenio]:** Procedimiento de Lixiviación para determinar Toxicidad, EPA SW 846 - 1311, Revisión 0, Julio 1992, Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción Atómica / Generación de Hidruros continua, EPA 7742, Rev. 0, Septiembre 1994, SM 3114 C
5. **TCLP [Mercurio]:** Procedimiento de Lixiviación para determinar Toxicidad, EPA SW 846 - 1311, Revisión 0, Julio 1992, Digestión ácida - Espectrofotometría de Absorción atómica – Vapor frio, EPA 7471 B, Rev. 2, Febrero 2007, SM 3112 B
6. **Corrosividad en Residuos líquidos:** EPA SW 846 Método de determinación pH. EPA 9040 C 2004.
7. **Corrosividad en Residuos líquidos:** Determinación Reserva Ácido-Álcali. Capítulo 2.2., Resolución 0062 de 2007 del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.
8. **Corrosividad en Residuos líquidos:** EPA 1110A Revisión 1 Noviembre de 2004 método de prueba corrosión al acero
9. **Corrosividad en Residuos Sólidos:** EPA SW 846 Método de determinación pH. EPA 9040 C 2004.
10. **Corrosividad en Residuos Sólidos:** Determinación Reserva Ácido-Álcali. Capítulo 2.2., Resolución 0062 de 2007 del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM.
11. **Corrosividad en Residuos Sólidos:** EPA 1110A Revisión 1 Noviembre de 2004 método de prueba corrosión al acero
12. **Muestreo Respel: Muestreo en suelos, lodos y otros materiales geológicos1.6.1; Muestreo en barriles 1.6.2; Barriles, costales o bolsas1.5.1.1; muestreo en pilas de desechos 1.6.4, Resolución 0062 de 2007**

Matriz Biota

Variable/Método

Página 12 de 14

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales 2016 - 8 AGO 2014

1. **Perifiton:** Muestreo en cuerpo lótico y léntico y análisis cualitativo y cuantitativo SM 10300 B, C
2. **Macroinvertebrados Bentonicos:** Muestreo en cuerpo lótico y léntico y análisis cualitativo y cuantitativo SM 10500 B, C
3. **Fitoplacton:** Muestreo en cuerpo lótico y léntico y análisis cualitativo y cuantitativo, SM 10200 B, F.
4. **Zooplacton:** Muestreo en cuerpo lótico y léntico y análisis cualitativo y cuantitativo, SM 10200 B, G
5. **Macrófitas Acuáticas:** Muestreo en cuerpo lótico y léntico y Mapeo de Vegetación, SM 10400 B, C; D.
6. **Peces:** Muestreo en cuerpo lótico, léntico y Preservación, SM 10600 B, D

PARÁGRAFO: Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, APHA – AWWA - WEF, 22nd edition 2012. Los métodos relacionados anteriormente tienen como referencia los métodos EPA (Environmental Protection Agency); salvo en los casos en que se especifique directamente otra referencia bibliográfica;

ARTÍCULO SEGUNDO.- La renovación y extensión de la acreditación que se otorga a través del presente acto administrativo no ampara ningún tipo de actividad diferente a las descritas en el informe y en la presente resolución, para lo cual deberá cumplir y mantener las condiciones bajos las cuales obtuvo la acreditación.

ARTÍCULO TERCERO.- Para efectos de seguimiento de la acreditación el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, hará una visita de verificación in situ a los 18 meses de haber sido otorgada la presente acreditación, conforme a lo establecido en la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003 y la Resolución 1754 de 15 de octubre de 2009.

ARTÍCULO CUARTO.- La sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB,** para mantener la acreditación otorgada mediante la presente Resolución, deberá participar y aprobar anualmente las pruebas de evaluación y desempeño que programe el Instituto para los parámetros considerados en el alcance de la acreditación, de acuerdo a lo establecido en el literal g) del Artículo Tercero de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003

ARÍCULO QUINTO.- En caso de que a la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB,** incurriere en alguna de las causales señaladas en el Artículo Sexto de la Resolución 176 de 2003, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM podrá suspender o revocar la presente acreditación.

ARTÍCULO SEXTO.- La sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB,** beneficiaria de la presente resolución de continuar interesado como laboratorio acreditado deberá solicitar a esta Entidad con ocho (8) meses de anticipación al vencimiento del acto administrativo que le otorga la acreditación, la renovación de la acreditación para lo cual se someterá a una nueva auditoría, de acuerdo a lo establecido en el Artículo Primero de la Resolución 1754 del 15 de octubre de 2009.

ARTÍCULO SÉPTIMO.- En caso de suspensión, retiro o vencimiento de la acreditación la sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB,** deberá inmediatamente cesar el uso de la acreditación así como la publicidad o logotipo de Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, conforme lo establece el literal j) del Artículo Quinto de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003.

ARTÍCULO OCTAVO- La sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB,** deberá dar cumplimiento a cada uno de los compromisos establecidos en el Artículo 11 de la Resolución 176 del 31 de octubre de 2003.

ARTÍCULO NOVENO.- Por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, notificar personalmente o por aviso, cuando a ello hubiere lugar, el contenido del presente acto administrativo al representante legal, apoderado debidamente constituido y/o a la persona debidamente autorizada de la

Este doc… este

IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

2016 - 8 AGO 2014

sociedad **CHEMICAL LABORATORY S.A.S. - CHEMILAB**, de conformidad con los artículos 67 y 69 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO DÉCIMO - En contra del presente acto administrativo procede el recurso de reposición, el cual se podrá interponer por su representante o apoderado debidamente constituido, por escrito ante el Director del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales en la diligencia de notificación personal, o dentro de los diez (10) días siguientes a ella, o a la notificación por aviso, o al vencimiento del término de publicación, según el caso, de conformidad con lo establecido en los artículos 76 y 77 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.- La vigencia del presente acto administrativo será de tres (3) años, los cuales se contaran a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá, D.C., a los - 8 AGO 2014

OMAR FRANCO TORRES
Director General

	Nombre	Cargo	Firma
Proyectó	Claudia Mireya Bello	Auditora	
Revisó	Luz Consuelo Dejuela	Grupo Acreditación	
Revisó	Max Alberto Toro Bustillo	Subdirección Estudios Ambientales	
Revisó	Angela Maria Suarez	Abogada-OAJ	
Aprobó	Adriana Portillo Trujillo	Oficina Asesora Jurídica	

Los suscritos funcionarios declaramos que hemos revisado el presente documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales y/o técnicas vigentes y por lo tanto bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para la firma del Director General

Expediente: 2012500010400037E

Página 14 de 14

ANEXO 3- MATERIAL FOTOGRÁFICO

Apique No. 4.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Apique No. 5.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Apique No. 6.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

Apique No. 7.

Fuente: SERAMBIENTE S.A.S.

CONTROL DEL DOCUMENTO

REALIZÓ		REVISÓ	APROBÓ
Ing. Jorge Corrales Celedón	Ing. Ruddy Barragán	Ing. Camilo Moncada	Ing. Camilo Moncada
Profesional Hidrogeólogo (SERAMBIENTE)	Profesional Ambiental	Gerente de Proyectos	Gerente de Proyectos

Este documento fue originado por Agrosoluciones Ambientales ASOAM S.A.S. Ninguna parte de este documento puede ser modificada o utilizada sin la aprobación de ASOAM S.A.S.

1. **RCD – Residuos de Construcción y Demolición:**

Para el manejo de residuos de construcción y demolición, contamos con los servicios de:

- Recolección y Transporte en vehículo tipo Ampliroll
- Disposición final en escombrera autorizada por el Municipio de Pasto, ubicada en nuestro Parque Ambiental Antanas

Vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos

Servicio	Precio
Recolección y Transporte	$14.000 Precio sujeto a la negociación dependiendo de la cantidad a disponer y según ruta o punto de recolección.
Disposición Final	$4.000 M3 Precio sujeto a la negociación de la cantidad a disponer.

2. RESIDUOS BIOLÓGICOS Y RESIDUOS PELIGROSOS INDUSTRIALES:

Recolección, Transporte, Almacenamiento temporal y a través de nuestra empresa aliada TECNOLOGÍAS AMBIENTALES DE COLOMBIA (TECNIAMSA) realizar el tratamiento térmico por incineración y/o celda de seguridad y la entrega de certificados de disposición final de acuerdo a la naturaleza del residuo peligroso generados y entregado. Se visita el almacenamiento temporal de Residuos Sólidos Ubicados en sitio de generación se realiza un pesaje una vez pesados, son llevados hasta el vehículo, cargados y almacenados en el área destinada para ello.

Nuestros vehículos especiales para recolección cuentan con las especificaciones técnicas y permisos exigidos por la Corporación Autónoma Regional de Nariño; así como también se cuenta con las respectivas licencias ambientales para operar líneas Respel en parque Ambiental Antanas.

Vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos

RESPEL	TIPO DE RESIDUO	PRECIO POR CADA Kg
Baterías, pilas de Cd- Ni, alcalinas secas y Li recargables	**CORROSIVO**	$2.500
Residuos de etanol provenientes de laboratorios clínicos	**REACTIVO**	$4.300
Residuos químicos de laboratorio		
Residuos provenientes de radiografías y fotografía, líquidos de revelado, fijadores e impresión.		
Lámparas halogenadas	**TÓXICO**	$3.100
Residuos de pinturas		
Residuos de pesticidas		
Envases de spray vacíos		
Residuos electrónicos y provenientes de los Raaes	**INDUSTRIAL**	$4.000
Lodos estaciones de servicio		$1.200
Residuos contaminados con hidrocarburos, aceites, lubricantes usados	**INFLAMABLE**	$2.100
Filtro de aceite y aceites vegetales		
Guaipes, stopas, trapos impregnados con hidrocarburos		$2.600

Vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos

3. SANEAMIENTO BASICO PORTÁTIL:

Unidades Portátiles Sanitarias: Transporte y disposición final de residuos biosólidos.

- Instalación de Unidades Sanitarias Portátiles de acuerdo con la ubicación proporcionada por el cliente.
- Personal técnico que garantiza el correcto funcionamiento de las unidades sanitarias realizando las actividades de aseo respectivas de acuerdo al número semanal solicitado por el contratante.
- Transporte y labores de carga y descarga de los equipos.
- Suministro insumo de servicio a cada una de las unidades portátiles (rollos de papel higiénico por baño)
- Disponibilidad de vehículo de mantenimiento equipado con succión al vacío y lavado de agua a presión
- Precio se calcula de acuerdo a número de Unidades, tiempo de cobertura, distancias de sitios y número de aseos requeridos.

Descripción	Precio
Alquiler mes de 1 a 2 baños – 1 aseo c/u semanal	$380.000
Alquiler mes de 3 a 6 baños – 1 aseo c/u semanal	$340.000
Alquiler mes de 7 a 20 baños – 1 aseo c/u semanal	$300.000
Alquiler mes de 1 a 2 baños – 2 aseos c/u semanales	$480.000
Alquiler mes de 3 a 6 baños – 2 aseos c/u semanales	$440.000
Alquiler mes de 7 a 20 baños – 2 aseos c/u semanales	$400.000

Vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos

Succión, Mantenimiento y Sondeo

Con nuestro vehículo VACTOR prestamos el servicio de Succión de aguas residuales, mantenimiento de pozos sépticos y sondeo de tuberías; con personal capacitado y correcta disposición final con entrega de certificado de dicha operación. El precio se calcula de acuerdo a distancia y m3 a succionar y disponer.

Descripción	Unidad	Precio
Succión de aguas residuales y trampas de grasa (1-3 M3).	Viaje	$380.000
Disposición Final	M3	$150.000

VALOR AGREGADO

GESTIÓN SOCIAL

Como valor agregado ponemos a su disposición nuestro personal calificado y con experiencia en el área de Gestión social para el acompañamiento en socialización y sensibilización de la comunidad frente a los cambios que se generarán durante su intervención la calzada Rumchaca - Ipiales.

Vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos

VENTAJAS

1. Cobertura.
2. Respaldo y puntualidad en los servicios de mantenimiento.
3. Contamos con un equipo de ingenieros ambientales que pueden brindar apoyo en diferentes proyectos y asesorar a nuestros clientes en la gestión de residuos sólidos, ordinarios, peligrosos especiales y reciclaje.
4. Contamos con las certificaciones en gestión de calidad ISO 9001:2008, gestión ambiental14001:2004, y en gestión de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001:2007.
5. ***Emas Pasto - Ganadores de Premio Andesco 2015 a la Responsabilidad Social Empresarial.***

Quedamos atentos a su positiva respuesta para iniciar la legalización de contrato marco.

Cordialmente,

JUAN MANUEL LÓPEZ BUCHELI
Ejecutivo de Ventas EMAS PASTO S.A E.SP.
Celular/ 3208666147

Vigilada por la Superintendencia de Servicios Públicos

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 06-04-2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** El Tambor
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP2 PK 22 +100	**Coordenadas planas:** 1,124309 77,368554	
Responsable: Jairo Muñoz	**Baquiano:** Hugo Insuasty - Carlos Pano	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: arbóreos 2.2.41		**Drenajes:**
Superficie a aprovech: (has) 0,1	OROBIOMA ALTO DE LOS ANDES.	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
						T	C		A	Me	E	B	R	M	
CI 249	Aliso			9	0	11	7	4		X		X			
250	Eucalipto		1	5	3	22	14	8		X		X			
251	Pilche/cedrillo			7	9	10	8	2		X		X			
252	Uropan			8	3	11	7	4		X		X			
253	Lechero			9	8	10	6	4			X	X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca – Pasto		**Fecha:** 05/04/2015
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Marquezo Alta
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP3 PK 27+200	**Coordenadas planas:** 1,148917 77,33	
Responsable: Christian Amagoña	**Baquiano:** Liona Riascos - Mano Meneses	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 30%	**Orientación:**	**msnm:** 3125
Tipo de cobertura Vegetal: arboreo 2.2.4.1 2241		**Drenajes:**
Superficie a aprovech: (has)	DROBIOYA ALTO DE LOS ANDES.	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
						T	C		A	Me	E	B	R	M	
B1 1515	Aliso			3	8	6	2,5	3,5			x	x			
1514	Drapan			4	8	6	2	4			x		x		
1512	Ciprés			4	7	8	0	2	x			x			
1511	Ciprés			6	8	9	1,5	7,5	x			x			
1510	Ciprés			5	6	9	1	7	x			x			
1509	Ciprés			6	0	9	1	7	x			x			
1508	"			7	0	9	1,5	7	x			x			
1507	"			8	8	9	2	7	x			x			
1506	"			4	1	7	0	1,5	x				x		
1504	"			5	0	8	0	3	x					x	
1504	"			3	8	8	0	2	x				x		
1499	"			8	0	10	0	3	x				x		
1500	"			5	9	9	2	6	x			x			
1503	"			6	0	7	1,5	5,5	x			x			
1492	"			8	3	9	2,5	6,5	x			x			
1493	"			7	7	11	5	6	x				x		
1494	"			8	0	11	4	7	x				x		
1495	"			7	0	11	3	8	x				x		
1496	"			8	0	11	2	9	x					x	
1497	"			9	0	10	4	6	x				x		
1498	"			4	4	10	2	8	x					x	
1486	"			7	5	8	3	5	x			x			
1487	"		1	1	0	9	4	5	x			x			
1488	"			5	6	9	2	7	x			x			
1488	"			7	5	10	2	8	x			x			
1489	"			7	9	10	2	8	x			x			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Buto		**Fecha:** 05 / Abril - 2018
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Marquezo alta
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP3 PK 27+200	**Coordenadas planas:**	
Responsable: Christian Amaguaña	**Baquiano:** Liliano Riascos, Mario Menesses	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 30%	**Orientación:**	**msnm:** 3125
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.1	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
						T	C		A	Me	E	B	R	M	
1460	Ciprés			8	8	9	2	6	X			X			
1461	Ciprés			7	2	9	2	6	X			X			
1462	"			9	2	10	3	6	X			X			
1463	"			3	8	10	3	6	X			X			
1464	"			3	9	10	2	7	X			X			
1465	"		1	1	0	10	0	3	X			X			
1466	"			5	1	9	0	4	X			X			
1467	"		1	0	5	9	3	6	X			X			
1431	"			6	9	4	3	6	X			X			
1432	"			5	8	8	3	5	X				X		
1433	"			4	2	8	2	6	X				X		
1434	"			8	3	8	2	6	X				X		
1435	"			5	8	9	2	7	X				X		
1436	"			5	0	9	3	6	X					X	
1437	"			7	3	9	3	6	X			X			
1438	"			6	6	8	2	5	X			X			
1439	"			8	1	8	2	5	X			X			
1440	"			9	7	8	2	5	X				X		
1441	"			7	0	8	1,5	6	X			X			
1442	"			5	1	8	3	3	X			X			
1443	"			3	1	8	4	4	X				X		
1444	"			9	7	8	2	6	X				X		
1445	"			9	4	7	0	5	X				X		
1446	"			5	6	8	0	4	X				X		
1448	"			6	3	8	1	3	X				X		
1430	Mote			4	8	11	3	4							

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Ramichaco - Pasto

Departamento: Nariño | **Municipio:** Tangua | **Fecha:** 5/04/2016

Nombre del predio: | **Vereda:** Horapezo Alta

No. de parcela: PP3 PK 27+200 | **Propietario:**

Responsable: Christian Amaguaña | **Coordenadas planas:**

Baquiano: Uliano Riascos - Honio Meneses

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Pendiente: 30% | **Orientación:** | **msnm:** 3225

Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.1

Superficie a aprovech: (has) | **Drenajes:**

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
1490	Ciprés			5	5	8	1,5	6,5	x			x			
1491	Ciprés					10	1,5	8,5	x				x		
1483	"			7	5	8	2	6	x			x			
1484	"			8	2	10	3	7	x			x			
1485	"			6	8	8	1,5	6	x				x		
1513	"			5	0	5	0	2	x				x		
1482	"			4	5	8	0	2	x			x			
1468	"			9	4	10	2	8	x			x			
1469	"			4	0	10	3	7	x				x		
1470	"			6	3	10	2	8	x				x		
1471	"			9	4	11	3	2	x			x			
1472	"			5	5	10	2	8	x				x		
1473	"			7	0	10	2	8	x			x			
1474	"			6	0	9	2	7	x				x		
1475	"			4	1	9	1,5	7	x				x		
1476	"			8	0	10	3	7	x				x		
1477	"			6	0	10	3	7	x				x		
1478	"			3	6	8	2,5	5	x		x				
1479	"		1	0	3	8	1,5	3	x		x				
1480	"		1	0	5	10	1,6	8	x		x				
1481	"			7	3	9	0	3	x		x				
455	"		1	1	2	11	4	7	x		x				
456	"		1	0	4	12	6	6	x			x			
457	"			8	8	12	5	7	x			x			
458	"			7	0	11	3	7	x			x			
459	"			3	8	9	3	6	x			x			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50
		Versión: 01
		Fecha: 2014-04-23
		Página de

PROYECTO: Vial Pomichaco - Pasto		**Fecha:** 4/4/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PK 31+800 PP4	**Coordenadas planas:** X 974968,25 Y 619359,32	N 01°09'14" W 077° 18'8,7"
Responsable: Christian Amaguaña	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:** Oriente - Occidente	**msnm:** 2894.
Tipo de cobertura Vegetal: arbocos 2.2.4.1.	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has) OROBIOMA ALTO DE LOS ANDES		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	DENSIDAD DE LA COPA Me	DENSIDAD DE LA COPA E	ESTADO FITOSANITA B	ESTADO FITOSANITA R	ESTADO FITOSANITA M	OBSERVACIONES
1	Cujaco	52	6	3	3		X		X			
2	Eucalipto	105	10	6	4		X		X			
3	Eucalipto	118	11	7	4		X		X			
4	Acacio Japonc	35	8	5	3		X		X			
5	Mot	32	8	4	4		X		X			
6	Cujaco	30	7	5	2		X		X			
7	Guilon	30	5	0	4,5		X		X			
8	Acacio Japonc	73	15	8	7		X		X			
9	Acacio Japone	32	8	3	5		X		X			
10	Acacio Japone	51	12	4	8		X		X			
11	Cujaco	30	6	4	5	X			X			
12	Chilacuan	32	6	1	6		X		X			
13	Cujaco	30	8	5	5		X		X			
14	Cujaco	35	9	4	4		X		X			
15	Mote	37	8	4	4		X		X			
16	Mote	40	7	5	5		X		X			
17	Amarillo	42	6	3	3		X		X			
18	Amarillo	42	5	2	2		X			X		
19	Mopa	57	7	4	4		X		X			
20	Mote	30	8	3	3	X			X			
21	Amarillo	30	6	3	3		X		X			
22	Colla	44	8	4	4		X		X			
23	Amarillo	46	6	3	2		X		X			
24	Colla	35	7	3	4		X		X			
25	Colla	39	8	4	4		X		X			
26	Colla	32	6	3	3		X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

JFS PPS. A1 - A1T

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50
		Versión: 01
		Fecha: 2014-04-23
		Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca- Pasto		**Fecha:** 04-marzo-2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Cobijan Bajo
Nombre del predio:	**Propietario:** Francisco Solarte	
No. de parcela: PPA Pk 291+300	**Coordenadas planas:** X 912 933,81 Y 618 176,75 N 01°08'35,5 W 77° 19' 14,5"	
Responsable: Lucy Torrez - Stephanny Muñoz	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 10%	**Orientación:** Oriente - Occidente	**msnm:** 3056 msnm
Tipo de cobertura Vegetal: 2.4.2.	**Drenajes:** NO	
Superficie a aprovech: (has) OBOBIOMA ALTO DE LOS ANDES		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
1	Eucalipto	51	10	5	5		X		X			
2	Moquillo	48	7	1	6		X		X			
3	Moquillo	35	10	4	6		X		X			
4	Eucalipto	97	10	8	2		X		X			
5	Eucalipto	95	7	6	1		X		X			
6	Eucalipto	33	4	3	1		X		X			
7	Acacia Japonesa	33	8	5	3		X		X			
8	Eucalipto	38	12	6	6		X		X			
9	Acacia Japonesa	33	10	7	3		X		X			
10	Acacia Japonesa	36	9	3	6		X		X			
11	Acacia Japonesa	38	10	4	6		X		X			
12	Eucalipto	70	12	5	7		X		X			
13	Acacia Japonesa	35	9	7	2		X		X			
14	Acacia Japonesa	36	8	4	4		X		X			
15	Acacia Japonesa	34	7	3	4		X		X			
16	Acacia Japonesa	30	8	4	4		X		X			
17	Eucalipto	75	10	5	5		X		X			
18	Acacia Japonesa	70	10	4	6		X		X			
19	Acacia Japonesa	65	6	3	3		X		X			
20	Acacia Japonesa	30	7	2	5		X		X			
21	Acacia Japonesa	75	10	5	5		X		X			
22	Acacia Jap.	46	10	4	6		X		X			
23	Acacia Jap.	43	10	3	7		X		X			
24	Acacia Jap.	74	9	5	4		X		X			
25	Acacia Jap.	56	6	4	3		X		X			
26	Acacia Jap.	31	6	3	2		X		V			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca-Pasto		**Fecha:** 04-marzo-2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Cubijan Bajo
Nombre del predio:	**Propietario:** Francisco Solarte	
No. de parcela: PPA PK 291+300	**Coordenadas planas:** X 912933,87 N 01°08'39,5" Y 618116,75 W 77°19'14,3"	
Responsable: Lucy Torrez - Stephanny Muñoz	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 10%	**Orientación:** Oriente - Occiden	**msnm:** 3056 msnm
Tipo de cobertura Vegetal: 2.42	**Drenajes:** NO	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
						T	C		A	Me	E	B	R	M	
27	Acacia Jap.			4	2	9	5	4		X		X			
28	Acacia Jap.			3	2	8	6	2		X		X			
29	Acacia Jap.			3	1	8	4	4		X		X			
30	Acacia Jap.			3	9	7	4	3		X		X			
31	Acacia Jap.			4	3	8	3	5		X		X			
32	Acacia Jap.			5	1	10	5	5		X		X			
33	Acacia Jap.			3	4	13	8	5		X		X			
34	Acacia Jap.			4	3	5	3	2		X		X			
35	Acacia Jap.			3	6	8	6	2		X		X			
36	Acacia Jap.			3	1	10	7	3		X		X			
37	Acacia Jap			3	1	10	8	2		X		X			
-> 38	Acacia Japone			3	2	10	5	5		X		X			
39	Eucalipto			6	5	10	7	3		X		X			
-> 40	Colla			4	2	7	5	2		X		X			
46	Eucalipto			3	1	10	7	3		X		X			
42										X		X			
43										X		X			
44										X		X			
45										X		X			
46										X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

- UFS - PP6 - AI - AIT

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto.		**Fecha:** 04-05-2016.	
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Cubijan bajo.	
Nombre del predio:		**Propietario:** 1°8' 40,10, 77°19' 6,10.	
No. de parcela: PP6 PK 29+600		**Coordenadas planas:** PR 29+600	
Responsable: Stephanny Muñoz - Erika Caballero		**Baquiano:** Darío Burbano.	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 2.4.2	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech (has) OROBIOMA ALTO DE LOS ANDES		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
1	Acacia J.	36	6	2	4,5	X			X			
2	Acacia J	46	7	3	5,5	X			X			
3	Eucalipto	36.	7	3	5		X			X		
4	Acacia J	40	7	2	6		X		X			
5	Acacia J	32	7	1,5	5,5		X		X			
6	Acacia J	40	6	1,5	4,5		X		X			
7	Acacia J	31	6	1,5	4,5		X		X			
8	Pino	100	10	5	6	X			X			
9	Pino	125	12	4	9	X			X			
10	Pino	110	12	4	9	X			X			
11	Eucalipto	42	5	1,5	3,5		X			X		
12	Eucalipto	48	7	2	5		X			X		
13	Eucalipto	53	9	4	6		X		X			
14	Pino	30	13	6	11	X			X			
15	Acacia J	36	6	2	4		X		X			
16	Acacia J	38	6	1,5	4,5		X		X			
17	Pino	75	9	3	6	X			X			
18	Pino	68	14	5	6	X			X			
19	Pino	67	16	5	11	X			X			
20	Pino	120	14	4	10		X		X			
21	Eucalipto	112	10	4	8	X				X		

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

Listo

UFS PP7 AI - AII

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 04-04-2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Catambuco
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP6 PK 31 + 150	**Coordenadas planas:** X 914 411,92 N 01°09' 03,7" Y 619042,80 W 77°18' 26,5"	
Responsable: Hernán Muñoz	**Baquiano:** Eladio Rojas	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 2A2	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has) OROBIOMA ALTO DE LOS ANDES		

	No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
							T	C		A	Me	E	B	R	M	
AD	1	Eucalipto			6	5	12	6	6		X		X			
AD	2	Eucalipto			6	4	10	6	4		X		X			
AD	3	Eucalipto			7	5	10	9	1		X		X			
	4	Eucalipto			6	4	12	8	4		X		X			
	5	Eucalipto			5	5	12	6	6		X		X			
	6	Eucalipto			5	6	12	4	8		X			X		
	7	Eucalipto			7	4	10	7	3		X		X			
	8	Eucalipto			7	4	12	8	4		X		X			
	9	Eucalipto			6	9	12	6	6		X		X			
	10	Eucalipto			6	4	12	8	4		X		X			
	11	Eucalipto			7	9	12	8	4		X		X			
	12	Eucalipto			8	0	12	9	3		X		X			
	13	Eucalipto			5	4	10	6	4		X		X			
	14	Eucalipto			3	1	10	7	3		X		X			
	15	Eucalipto			3	1	10	9	1		X		X			
	16	Eucalipto			4	2	10	9	1		X			X		
	17	Eucalipto			6	2	10	13	3		X		X			
	18	Eucalipto			7	1	10	12	2		X		X			
	19	Eucalipto			8	9	10	9	1		X			X		
	20	Eucalipto			5	4	9	7	2		X		X			
	21	Eucalipto			9	2	11	10	1		X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Romichaco - Pasto		
Departamento:	**Municipio:**	**Fecha:**
Nombre del predio:		**Vereda:**
No. de parcela: PK 24+800	**Propietario:**	
Responsable:	**Coordenadas planas:** 01°03'45.38" 077°21'9,79"	
	Baquiano:	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Pendiente:		
Tipo de cobertura Vegetal: 3.1.5 OROBIOMA ALTO DE 100 AÑOS.	**Orientación:**	**msnm:**
Superficie a aprovech: (has)	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	DENSIDAD DE LA COPA Me	DENSIDAD DE LA COPA E	ESTADO FITOSANITA B	ESTADO FITOSANITA R	ESTADO FITOSANITA M	OBSERVACIONES
1	Eucalipto	70	15	11								
2	"	68	11	9								
3	"	114	7	6								
4	"	52	7	5								
5	"	55	8	5								
6	"	43	6	6								
7	"	112	13	7								
8	"	70	11	9								
9	"	53	9	7								
10	"	68	10	7								
11	"	36	9	7								
12	"	35	8	5								
13	"	45	9	5								
14	"	115	13	10								
15	"	127	14	10								
16	"	84	17	12								
17	"	56	8	5								
18	"	60	9	7								
19	"	41	8	7								
20	"	62	8	6								
21	"	32	7	5								
22	"	38	7	5								
23	"	36	8	6								
24	"	53	9	7								
25	"	37	7	4								
26	"	110	15	10								

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL** **MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Pamichaca - Rosto		**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PK 24+800	**Coordenadas planas:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 3.1.5. OPOBIOMA ALTO DE LOS ANDES	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	DENSIDAD DE LA COPA Me	DENSIDAD DE LA COPA E	ESTADO FITOSANITA B	ESTADO FITOSANITA R	ESTADO FITOSANITA M	OBSERVACIONES
27	Eucalipto	39	8	6								
28	"	52	9	7								
29	"	36	8	6								
30	"	33	7	5								
31	"	70	13	9								
32	"	37	8	4								
33	"	32	7	4								
34	"	40	9	5								
35	"	32	7	4								
36	"	65	8	5								
37	"	58	7	4								
38	"	92	6	3,5								
39	"	40	9	6								
40	"	107	11	7								
41	"	41	8	5								
42	"	32	7	4								
43	"	105	10	6								
44	"	34	7	4								
45	"	56	7	4								
46	"	100	8	4								
47	"	55	9	5								

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Remichaca - Pasto			**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**		**Vereda:**
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de Parcela: PK 24+800		**Coordenadas:**	
Responsable:		**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA			**GPS**
Pendiente:		**msnm:**	
Tipo de cobertura Vegetal: 3 o 4 S Ocasional		**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has) Alto de los Andes			

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
	Latizal						
1	Eucalipto	15	3				
2	Eucalipto	10	3				
3	Eucalipto	20	4				
4	Eucalipto	12	3				
			1				
	Brinzal						
1	Mayo	3	1				
2	Mayo	4	1				
3	Mayo	3	1,5				
4	Mayo	5	1,5				
5	Mayo	4	1				
6	Colla	4	1,5				
7	Colla	8	0,8				
8	Mulán	3	0,7				
9	Mulán	2	0,7				
10	Mulán	2	0,7				
11	Amarillo	2	0,6				

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL** **MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Pumichaco - Pasto		**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP1 PK 26+700	**Coordenadas planas:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 3.1.5 OROBIOMA ALTO DE	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has) los Andes		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
			T	C		A	Me	E	B	R	M	
1	Eucalipto	48	11	9								
2	Eucalipto	47	16	13								
3	Eucalipto	69	23	18								
4	Eucalipto	47	10	8								
5	Eucalipto	74	16	14								
6	Eucalipto	45	17	14								
7	Eucalipto	53	14	11								
8	Eucalipto	69	18	13								
9	Eucalipto	43	12	10								
10	Eucalipto	93	18	15								
11	Eucalipto	6x	20	17								
12	Eucalipto	57	17	14								
13	Eucalipto	98	20	15								
14	Eucalipto	98	18	14								
15	Eucalipto	55	16	13								
16	Eucalipto	84	16	12								
17	Eucalipto	58	11	9								
18	Eucalipto	69	12	10								

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

MF4

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL** **MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Romichaca- Pasto		**Fecha:** 22/04/2016	
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:**	
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de parcela: PP1 Interv PK 7+700		**Coordenadas planas:** N 01°33'57.2" W 77°25'27.6"	
Responsable: Jaime Villota		**Baquiano:** Carlos Cano - Eladio Rojas	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA			
Pendiente: Pastos y arboles plantados	**Orientación:**	**msnm:**	
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.1 OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES		**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)			

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
1	Guayacán	120	12	8	4	x			x			
2	Pichuelo	99	11	7	3	x			x			
3	Guayacán	118	11	7	2	x			x			
4	Chiumayo	68	9	2	3	x			x			Guanabano
5	Pichuelo	76	10	6	3	x			x			
6	Pichuelo	60	7	4	2	x			x			
7	Guayacán	81	10	7	2	x			x			
8	pichuelo	55	9	6	2	x			x			
9	Guillotocto	50	8	4	2	x				x		
10	Guayacán	78	7	4	2	x				x		
11	pichuelo	58	8	4	2	x			x			
12	Guayacán	73	10	6	5	x			x			
13	cucharo	53	10	5	2	x			x			
14	pichuelo	51	9	5	3	x			x			
15	Guayacán	68	10	6	2	x			x			
16	pichuelo	52	8	5	3	x			x			
17	Caspirosolo	45	7	5	3	x			x			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Romichaca - Pasto.		**Fecha:** 22-04-2016	
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:**	
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de Parcela:		**Coordenadas:** N01° 3'57,2" W 077° 25'27,6"	
Responsable: Jaime Villota		**Baquiano:** Carlos Cano - Eladio Rojas	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:**	17
Tipo de cobertura Vegetal: 2.24.1	**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has)		

No.	Nombre Común LATIZAL	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO B	R	M	OBSERVAIONES
1	Pichuelo	10 3v	2	X			
2	Mayorquin	10 5v	3	X			
3	Sauco	10 3v	2	X			
4	Mayorquin	20	5	X			
5	Mayorquin	24	5	X			
6	Chilca	15	4	X			
7	Cuchara	17	5	X			
8	Cuchara	18	5	X			
9	Cuchara	27	5	X			
10	Sauco	12	4	X			
11	Mayorquin	15	4	X			
12	Cuchara	30 29	5	X			
13	Quillotocto	17	4	X			
14	Chilca	15	4	X			
15							

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Romichaca - Pasto		**Fecha:** 22-04-2016	
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:**	
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de Parcela: PK 11100		**Coordenadas:** N. 01°03'51,24" W 77°25'21,48"	
Responsable: Jaime Villota		**Baquiano:** Carlos Cano - Eladio Rojas	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA			**GPS**
Pendiente:		**msnm:**	
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.1		**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has)			

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
1	Guayaba	4	1,5	X			
2	Guayaba	2	0,7	X			
3	Guayaba	3	0,6	X			
4	Guayaba	3	0,7	X			
5	Guayaba	2	0,5	X			
6	Guayaba	3	0,5	X			
7	Guayaba	1	0,4	X			
8	Guayaba	2	0,4	X			
9	Pichuelo	2	0,4	X			
10	Guayaba	3	0,8	X			
11	Guayaba	2	0,3	X			
12	Quillotocto	1	0,3	X			
13	Quillotocto	2	0,4	X			
14	Quillotocto	1	0,3	X			
15	Guayacan	1	0,5	X			
16	Quillotocto	2	0,3	X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

1F4

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Romichaca - Pasto			Fecha: 21/Abril/2016
Departamento: Nariño	Municipio: Tangua		Vereda:
Nombre del predio:		Propietario:	
No. de parcela: PR 10+500 PP2 Intervención		Coordenadas planas: 961397,97 1,080889 6096 29,7363 77,416399	
Responsable: Jaime Villota		Baquiano: Diego Ricaurte - Juan Villota	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: Pastos y arboles plantados	Orientación:	msnm:
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.1. OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES.	Drenajes:	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
1D	Eucalipto	47	13	10	4		X		X			
2D	Eucalipto	48	13	11	4		X		X			
3D	Eucalipto	46	9	6	3			X		X		
4D	Eucalipto	39	9	6	3			X		X		
5D	Eucalipto	51	14	10	4		X		X			
6D	Eucalipto	44	13	9	4		X		X			
7D	"	38	7	5	2			X		X		
8D	"	39	8	5	3			X	X			
9D	"	55	10	7	3			X	X			
10D	"	46	12	10	2			X		X		
11D	"	46	7	4	3			X		X		
13D	"	58	14	11	3		X			X		
14D	"	55	16	11	5		X			X		
15D	"	38	7	4	3			X	X			
16D	"	39	20	14	6		X			X		
17D	"	55	9	5	4		X			X		
18D	"	56	15	10	5		X		X			
19D	"	44	10	7	3		X		X			
20D	"	58	9	7	2			X		X		
21D	"	53	12	8	4		X			X		
22D	"	66	15	10	5		X		X			
23D	"	68	10	7	3			X		X		
24D	"	57	11	7	4		X			X		
25D	"	53	13	8	5		X			X		
26D	"	60	13	8	5		X			X		Ehan

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto			**Fecha:** 21-04-2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua.		**Vereda:**
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de Parcela: PR 10+500		**Coordenadas:** 1961 1,089889 -77,416389	
Responsable: Jaime Villota		**Baquiano:** Carlos Cano - Eladio Rojas	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA			GPS
Pendiente:		**msnm:**	17
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.1		**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has)			

No.	Nombre Común BRINZALES	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
1	Chilca	2	0,20	X			
2	Chilca	2	0,20	X			
3	Chilca	2	0,20	X			
4	Eucalipto	2	0,18	X			
5	Chilca	3	0,19	X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50
		Versión: 01
		Fecha: 2014-04-23
		Página de

PROYECTO: Vial Romichaca - Pasto		**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP2 PK 3+800	**Coordenadas planas:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: cultivos y arbolado plantado	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.2 OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
1	Chirimoyo	70	6	2	4		X		X			
2	Guabo	61	7	2	5		X		X			
3	Guabo	37	6	3	3		X		X			
4	Uvopán	70	8	5	3			X	X			
5	Uvopán	73	10	7	3			X	X			
6	Guayabo	37	8	3	5		X		X			
7	Aguacate	50	7	2	5		X		X			
8	Chirimoyo	98	6	1	5		X		X			
9	Chirimoyo	81	7	2	5		X		X			
10	Chirimoyo	86	7	2	5		X		X			
11	Chirimoyo	84	8	3	5		X		X			
12	Chirimoyo	73	8	3	5		X		X			
13	Chirimoyo	82	7	2	5		X		X			
14	Chirimoyo	49	7	2	5		X		X			
15	Chirimoyo	53	7	2	5		X		X			
16	Chirimoyo	36	7	1	6		X		X			
17	Chirimoyo	72	7	1	6		X		X			
18	Aguacate	64	8	3	5		X		X			
19	Chirimoyo	45	7	2	5		X		X			
20	Guayabo	54	8	3	5		X		X			
21	Chirimoyo	43	6	2	4			X	X			
22	Guayabo	56	8	3	5		X		X			
23	Aguacate	40	7	2	5		X		X			
24	Chirimoyo	94	8	2	6		X		X			
25	Uvopán	57	10	7	3		X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto			**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**		**Vereda:**
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de Parcela: PP3 PK 37+800		**Coordenadas:**	
Responsable:		**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA			**GPS**
Pendiente:		**msnm:**	
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.2		**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has) PROBLEMA MEDIO DE LOS APOEO			

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
	Latizal.						
1	Aguacate	15	2	X			
2	Chirimoya	12	2	X			
3	Chirimoya	12	2	X			
4	Chirimoya	12	2	X			
5	Chirimoya	13	2	X			
6	Chirimoya	11	2	X			
7	Chirimoya	10	2	X			
8	Chirimoya	12	2	X			
9	Chirimoya	12	2	X			
10	Chirimoya	13	2	X			
11	Sauco	15	2	X			
12	Naranjo	25	2	X			
13	Guayabo	28	4	X			
	Brinzal						
		3		X			
1	Chirimoya	2,5	1,5	X			
2	Sauco	1,5	1	X			
				X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50
		Versión: 01
		Fecha: 2014-04-23
		Página de

PROYECTO: Vial Romichaca - Pasto		**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP1 PK 07800	**Coordenadas planas:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: Cultivos y Arbolado plantado	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.2 OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES.	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)		Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
				T	C		A	Me	E	B	R	M	
1	Chirimoya	53		6	2	4		x		x			
2	Chirimoya	43		5	1	4		x		x			
3	Guayacán	53		8	2	3		x		x			
4	Chirimoya	50		7	4	3		x		x			
5	Guayacán	45		9	2	4		x		x			
6	Guayacán	56		10	3	3		x		x			
8	Guayacán	47		10	3	3		x			x		
9	Guayacán	45		9	3	2		x		x			
10	Guayacán	55		10	3	4		x		x			
11	Nispero	36		5	3	2		x			x		
12	Guayacán	50		8	2	4		x		x			
13	Chirimoya	30		6	1	3		x		x			
14	Chirimoya	50		7	5	2		x		x			
15	Chirimoya	72		7	2	5		x		x			
16	Higuerilla	30		7	1	4		x		x			
17	Guayacán	34		6	2	4		x		x			
18	Chirimoya	60		8	4	4		x		x			
19	Guayacán	34		9	2	5		x		x			
20	Aguacate	56		10	3	1		x		x			
21	Cedro	38		7	2	4		x			x		
22	Carbonero	48		8	3	3		x		x			
23	Pichuto	30		8	2	2		x		x			
24	Aguacate	67		8	7	1		x		x			
25	Cedro	60		10	4	3		x		x			
26	Guayabo	30		7	4	3		x		x			
28	Cedro	50		10	5	3		x		x			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL** **MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumicha - Pasto		**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PB PK 0+800	**Coordenadas planas:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.42	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)		Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
				T	C		A	Me	E	B	R	M	
29	Chirimoya	32		9	7	2		X		X			
30	Cedro	34		10	3	2		X		X			
31	Cedro	40		9	2	2		X		X			
32	Chirimoya	46		9	7	2		X		X			
33	Guaiandey	69		9	4	5		X		X			
34	Coco de vaca	32		7	2	5		X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES**	**Código: F-51**
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaco - Pasto		**Fecha:**
Departamento:	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de Parcela: PP1 PK 0+800	**Coordenadas:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:**	
Tipo de cobertura Vegetal: 2.2.4.2.	**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has) OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
	Latizales	1					
1	Limón	16	2	X			
2	Chirimoya	15	2	X			
3	Chirimoya	14	2	X			
4	Chirimoya	16	2	X			
	Brinzales						
				X			
1	Carbonero	2	0,5	X			
2	Carbonero	2	0,5	X			
3	Chirimoya	4	0,8	X			
4	Carbonero	3	0,5	X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

PP2 AI-AII UF4

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de 1

PROYECTO: Vial Rumichaca-Pasto		**Fecha:** 23-04-16	
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:** Placer Inantaz bajo	
Nombre del predio:		**Propietario:** Influencia - Intervención	
No. de parcela: PP2	PK 4+600	**Coordenadas planas:** 01° 03' 13,9" 77° 26' 21,8"	
Responsable: Natalia Caicedo		**Baquiano:** Hugo Insuasty	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 40%	**Orientación:** SO-NE	**msnm:** 1831 (4465)
Tipo de cobertura Vegetal: Mosaico de pastos y cultivos	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has) 100 x 10 — 2.4.2 OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	DENSIDAD DE LA COPA Me	DENSIDAD DE LA COPA E	ESTADO FITOSANITA B	ESTADO FITOSANITA R	ESTADO FITOSANITA M	OBSERVACIONES
1	Chirimoya	41	8	3	7	X			X			
2	Chirimoya	70	5	2	2		X			X		Torcido - Bifurco
3	Chirimoya	70	7	3	4		X		X			Polifurcado
4	Chirimoya	48	8	4	4		X		X			Polifurcado
5	Chirimoya	50	7	4	3		X		X			Polifurcado
6	Chirimoya	38	6	3	3		X		X			
7	Guayabo	64	7	4	3		X		X			
8	Guayabo	37	7	3	4		X		X			
9	Guabo	60	8	4	4		X		X			
10	Urapan	41	9	7	3	X			X			
11	Quillotado	49	6	2	4	X			X			
12	Chirimoya	47	5	2	3		X		X			
13	Guabo	44	7	3	4		X		X			
14	Chirimoya	61	6	2	4	X			X			
15	Guayabo	38	7	4	3		X		X			
16	Chirimoya	30	6	3	3		X		X			
17	Naco	43	8	3	7		X		X			Poliforcado
18	Naco	51	7	4	3		X		X			
19	Chirimoya	63	9	4	5		X		X			
20	Chirimoya	45	7	4	3		X	X				
21	Guayabo	37	5	3	2		X		X			
22	Guayabo	36	5	2	3		X		X			
23	Urapan	67	9	4	5		X		X			
24	Naranja	32	5	1	4	X			X			
25	Guayabo	36	5	3	2		X		X			
26	Guabo	58	7	4	3	X			X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

* La Ahn_2 cambia a Ahm_3

UF4

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de 2

PROYECTO: Vial Romichaca - Pasto		**Fecha:** 23-04-16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:** Placer Inantaz bajo
Nombre del predio:	**Propietario:** Intervencion - Influencia	
No. de parcela: PP2 PK 4+600	**Coordenadas planas:** 01° 03' 13,4'' 77° 26' 2,8''	
Responsable: Natalia Caicedo L	**Baquiano:** Hugo Insuasty	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 40%	**Orientación:** SO - NE	**msnm:** 1831
Tipo de cobertura Vegetal: Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales arboreos	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has) 2.4.2		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	DENSIDAD DE LA COPA Me	DENSIDAD DE LA COPA E	ESTADO FITOSANITA B	ESTADO FITOSANITA R	ESTADO FITOSANITA M	OBSERVACIONES
27	Chirimoya	72	7	4	3		X		X			
28	Guabo	78	9	6	3			X	X			
29	Nispero	33	5	3	2		X		X			
30	Chirimoya	78	8	4	4		X		X			
31	Eucalipto	142	20	12	8			X	X			
32	Guayabo	41	7	3	4		X		X			
33	Guayabo	40	6	3	3		X		X			
34	Guayabo	42	5	3	2		X		X			
35	Chirimoya	44	7	4	3			X				
36	Guayabo	50	8	4	4		X		X			
37	Chirimoya	54	7	4	3		X		X			
38	Aguacate	33	6	4	2			X	X			
39	Aguacate	46	7	5	2			X	X			
40	Guayabo	38	6	4	2		X		X			Torcido
41	Guayabo	32	3	2	1			X	X			
42	Guayabo	35	8	3	4		X		X			Torcido

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

U74

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página 3

PROYECTO: Vial Remichaca - Pasto			**Fecha:** 23-041-16
Departamento: Nariño	**Municipio:**		**Vereda:** Placer Inontaz bajo
Nombre del predio:		**Propietario:** Intervención - Influencia	
No. de Parcela: PP2 PK 4+600		**Coordenadas:** 01° 03' 13,9" 77° 26' 2,8"	
Responsable:		**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 1831	X
Tipo de cobertura Vegetal: Mosaico de cultivos pasto y esn. arbóreo	**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has) 2.4.2		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
	Latizal						
1	Chirimoya	22	4	X			Poliforcado
2	Chirimoya	18	3	X			
3	chirimoya	15	4	X			
4	Chirimoya	15	4	X			
5	Nacedero	10	4	X			
	BRINZAL						
1	Chirimoya	8	1	X			
2	chirimoya	10	1	X			
3	Chirimoya	4	1	X			
4	Nacedero	8	1	X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		Fecha: 4- Abril - 2016
Departamento: Nariño	Municipio: Tangua	Vereda: Cebadal
Nombre del predio:	Propietario:	
No. de parcela: PP1 PK 18+200	Coordenadas planas: 1,11050003 - 77,38109333	
Responsable: Christian Amaguaña	Baquiano: Juan Carlos Riascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	Orientación:	msnm:
Tipo de cobertura Vegetal: PK 18+200 2.4.2 OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES	Drenajes:	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
CDD 14	Eucalipto	57	8	4	4		X		X			
15	"	45	8	4	4		X		X			
16	"	43	8	5	3		X		X			45
17	"	45	9	6	3	X			X			52
18	"	49	8	5	3		X		X			54
19	"	55	9	6	3		X		X			52
20	"	48	8	5	3		X		X			49
21	"	98	11	7	4		X		X			
22	"	81	7,5	3	4,5		X		X			83
23	"	45	13	8	5		X		X			47
24	"	100	18	12	6		X		X			110
25	"	65	10	7	3	X			X			67
26	"	64	18	12	6	X			X			66
27	"	48	14	10	4		X		X			48
28	"	67	10	6	4		X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

1174

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 12/11/2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** El placer
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP2 PK 61200	**Coordenadas planas:** N 01°03' 52.3" W 77°25' 35.6"	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Juan Carlos Quenan	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:** 1888
Tipo de cobertura Vegetal: Bosque Ripario 3.1.4. OBSERVA MEDIO DE LA ANDEN	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	Me	E	ESTADO FITOSANITA B	R	M	OBSERVACIONES
1	Guayacán Amarillo	50	18	8	6			X	X			
2	Guayacán Amarillo	40	20	11	6			X	X			
3	Guayacán Amarillo	50	12	6	5			X	X			Inclinado
4	Guayacán Amarillo	60	22	12	6			X	X			
5	Guayacán Amarillo	60	22	14	8			X	X			Torcido
6	Guayacán Amarillo	90	22	10	5			X	X			
7	Guayacán Amarillo	80	22	12	4			X	X			
8	Guayacán Amarillo	106	22	12	6			X		X		
9	Guayacán Amarillo	45	18	6	6			X	X			
10	Guayacán Amarillo	84	20	8	4			X		X		
11	Guayacán	80	10	5	4	X				X		
12	Charmolan	80	15	5	3	X			X			
13	Guayacán Amarillo	80	24	12	4	X			X			
14	Guayacán Amarillo	45	18	7	6		X		X			
15	Guayacán	40	12	5	6		X		X			
16	Guayacán Amarillo	31	18	12	4		X		X			
17	Guayacán Amarillo	40	16	10	4		X		X			
18	Guayacán Amarillo	83	20	10	4		X		X			
19	Guayacán Amarillo	80	22	14	8		X		X			
20	Guayacán Amarillo	55	22	12	6		X		X			
21	Guayacán Amarillo	45	18	9	6		X		X			
22	Guayacán Amarillo	86	22	10	5		X		X			
23	Guayacán Amarillo	85	22	14	8		X		X			
24	Urapán	48	12	4	6		X		X			
25	Guayacán Amarillo	73	22	12	5			X	X			Polifurcado
26	Guayacán Amarillo	45	20	10	5		X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50
		Versión: 01
		Fecha: 2014-04-23
		Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 12/11/2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** El placer
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP2 PK 6+200	**Coordenadas planas:** N 01°03'52.3" W 77°25'35.2"	
Responsable: Catherine Ponce	**Baquiano:** don Carlos Querón	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:** 1888
Tipo de cobertura Vegetal: Bosque Ripario 3.1.4. OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
						T	C		A	Me	E	B	R	M	
27	Guayacán Amarillo			5	8	20	12	8			X	x			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 12/11/2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Ipiales	**Vereda:** El placer
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de Parcela: PP2 PK 64200	**Coordenadas:** N 01°03'52.3" W 77°25'35.2"	
Responsable: Catherine Rosero	**Baquiano:** Juan Carlos Chuy	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 1888	13
Tipo de cobertura Vegetal: Bosque Ripario 3.104.	**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
1	Guayac Amarillo	15	8	X			
2	Monchiko	17	8	X			
3	Urapán	15	8	X			
	Brinzal						
1	Horochillo (4)	8	3	X			
2	Cucharo (3)	8	2	X			
3	Nispero (3)	6	2	X			
4	Amarillo (4)	6	2	X			
5	Horochillo (13)	6	7	X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 11/12/2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** El placer
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP1 PK 64100	**Coordenadas planas:** N01°03'49.2" W77°25'36.2"	
Responsable: Catherine Rosa	**Baquiano:** don Carlos Quenaj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA

Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:** 1890
Tipo de cobertura Vegetal: Bosque Ripario 3.1.4 ORDINA MEDIO DE LOS ANDES	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	DENSIDAD DE LA COPA Me	DENSIDAD DE LA COPA E	ESTADO FITOSANITA B	ESTADO FITOSANITA R	ESTADO FITOSANITA M	OBSERVACIONES
1	Guayacán	80	24	5	8	X			X			
2	Balso	100	22	15	8	X			X			
3	Balso	70	13	10	5	X			X			
4	Balso	45	12	8	4			X	X			
5	Guayacán Amarillo	80	20	10	9	X			X			
6	Guayacán	124	22	8	10	X			X			
7	Guayacán Amarillo	80	22	10	8	X			X			
8	Guayacán Amarillo	50	18	9	6		X		X			
9	Cuchaco	40	14	10	6			X	X			
10	Guayacan Amarillo	90	20	10	8	X			X			
11	Guayacán Amarillo	100	20	10	8	X			X			
12	Guayacán Amarillo	45	18	10	8	X			X			
13	Guayacán Amarillo	45	20	10	8	X			X			
14	Guayacán Amarillo	47	18	8	6	X			X			
15	Guayacán Amarillo	80	20	8	7	X			X			
16	Guayacán Amarillo	95	18	10	6		X		X			
17	Guayacán Amarillo	80	20	10	8			X	X			
18	Guayacán Amarillo	50	15	5	6		X		X			
19	Guayacán Amarillo	70	20	10	7		X		X			
20	Guayacán Amarillo	70	18	10	7		X		X			
21	Guayacán Amarillo	60	20	8	7			X	X			
22	Guayacán Amarillo	40	12	8	4		X		X			
23	Guayacán Amarillo	40	10	3	2		X		X			
24	Guayacán Amarillo	84	20	10	8		X		X			
25	Guayacán Amarillo	45	18	10	7		X		X			
26	Guayacán Amarillo	40	18	10	4			X	X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca -Pasto			**Fecha:** 11/12/2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer		**Vereda:** El placer
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de Parcela: PR PK 6+100		**Coordenadas:** N01°03'49.2" W77°25'36.2"	
Responsable: Catherine Romo		**Baquiano:** Juan Carlos Chenj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 890	13
Tipo de cobertura Vegetal: Bosque Ripario 3.1.4	**Drenajes:**	
Superficie a aprovechar: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
				B	R	M	
	Latizal						
1	Guayacan	22	5	X			
2	cucharo	16	6	X			
3	Maja	19	5	X			
4	Cucharo	22	5	X			
5	Guayacan Amarillo	14	5	X			
6	Cucharo	15	6	X			
	Brinzal						
1	Guillotocto (3)	0,5	1	X			
2	Marochillo (5)	0,5	1	X			
3	Cucharo (2)	2	1,5	X			
4	Cucharo (2)	5	2	X			
5	Marochillo (3)	6	2,5	X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca- Pasto		**Fecha:** 12/11/2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** El placer
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP3 PK 67+400	**Coordenadas planas:** N01°03'56.2" W77°25'37.1"	
Responsable: Catherine Romos	**Baquiano:** Carlos Quenaris	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:** 1909
Tipo de cobertura Vegetal: Bosque ripario 3.1.4 OROBIOMA MEDIO DE LOS ANDES	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura (m) T	Altura (m) C	Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA A	DENSIDAD DE LA COPA Me	DENSIDAD DE LA COPA E	ESTADO FITOSANITA B	ESTADO FITOSANITA R	ESTADO FITOSANITA M	OBSERVACIONES
1	Guayacán Amarillo	60	24	18	6		x		x			
2	Guayacán Amarillo	45	12	6	5		x			x		Inclinado
3	Guayacán Amarillo	35	12	6	6		x		x			
4	Guayacán Amarillo	42	18	12	6		x		x			
5	Guayacán Amarillo	48	20	15	5		x		x			
6	Guayacán Amarillo	56	22	15	7		x		x			
7	Guayacán Amarillo	45	20	15	5		x		x			
8	Guayacán Amarillo	60	22	10	12		x		x			
9	Guayacán Amarillo	38	16	6	10		x		x			Inclinado
10	Guayacán Amarillo	80	15	8	7		x			x		
11	Guayacán Amarillo	84	24	12	8		x		x			
12	Guayacán Amarillo	54	20	12	8		x		x			Polifurcado
13	Guayacán Amarillo	45	20	14	8		x		x			
14	Perdido	56	18	9	9			x	x			
15	Guayacán Amarillo	67	20	12	8		x		x			
16	Guayacán Amarillo	40	12	5	7		x		x			
17	Guayacán Amarillo	113	24	18	6		x		x			
18	Guayacán Amarillo	45	12	6	6		x		x			
19	Guayacán Amarillo	86	24	12	10		x		x			
20	Guayacán Amarillo	63	22	15	5		x		x			
21	Guayacán Amarillo	54	20	10	12		x		x			
22	Guayacán Amarillo	61	24	14	8			x	x			
23	Guayacán Amarillo	100	25	15	9			x	x			
24	Guayacán Amarillo	80	25	15	10			x	x			Politorcado
25	Perdido	69	25	10	5			x	x			
26	Guayacán Amarillo	76	25	14	11			x	x			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

NF4

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50
		Versión: 01
		Fecha: 2014-04-23
		Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca- Pasto		**Fecha:** 12/11/2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** El placer
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PP3 PK 61400	**Coordenadas planas:** N 01°03' 56.2" W 77°25' 37.1"	
Responsable: Catherine Romo	**Baquiano:** Carlos Quenj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente:	**Orientación:**	**msnm:** 1909
Tipo de cobertura Vegetal: Bosque Ripario 3 o 4 PROBABLE MENTE DEFORESTADO	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
						T	C		A	Me	E	B	R	M	
27	Pendo			4	1	18	10	8		X		X			
28	Pendo			4	3	12	5	7	X			X			
29	Guayabo			6	5	10	3	5	X					X	
30	Cucharo			4	0	20	10	8	X			X			
31	Guayacan Amarillo		1	2	0	24	10	12	X			X			
32	Guayacán Amarillo			4	2	14	5	4		X		X			
33	Guayacán Amarillo			7	4	20	9	8		X		X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL** **MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 5/04/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:**
Nombre del predio:	**Propietario:**	
No. de parcela: PK 15+600	**Coordenadas planas:** N01°05'54.7" W77°22'56.6"	
Responsable: Stephany Muñoz	**Baquiano:** Dario Barbano	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 45%	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 3.1.5 Plantación forestal	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has) OROGRAFIA MEDIO DE LOS ANDES		

No.	Nombre Común	CAP (cm)		Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
				T	C		A	Me	E	B	R	M	
1 PA	Eucalipto	90		16	12	4			X	X			
2 PA	Eucalipto	40		10	4	6			X	X			
3 PA	Eucalipto	38		8	6	2			X	X			
4 PA	Eucalipto	48		13	8	5			X	X			Roturado
5 PA	Eucalipto	42		8	5	3			X	X			
6 PA	Eucalipto	122	1	17	12	5			X		X		Talado Bifurcado
7 PA	Eucalipto	31		8	4	4			X	X			
8 PA	Eucalipto	30		10	5	5			X		X		
9 PA	Eucalipto	02	1	14	10	4			X		X		Talado
10 PA	Eucalipto	36		15	9	6			X	X			
11 PA	Eucalipto	20	1	14	9	5			X		X		Talado
12 PA	Eucalipto	21	1	15	9	6			X	X			Talado Daño en tronco
13 PA	Eucalipto	08	1	12	8	4			X		X		Talado
14 PA	Eucalipto	33		11	8	3			X	X			
15 PA	Eucalipto	35		8	4	4			X	X			
16 PA	Eucalipto	41		10	7	3			X	X			
17 PA	Eucalipto	00	1	12	9	3			X	X			Talado
18 PA	Eucalipto	31		11	8	3			X	X			
19 PA	Eucalipto	40		8	5	3			X	X			
20 PA	Eucalipto	39		15	12	3			X	X			Bifurcado / Bejuco
21 PA	Eucalipto	36		6	3	3			X	X			
22 PA	Eucalipto	48		11	7	4			X	X			
23 PA	Eucalipto	37		8	5	3			X	X			
24 PA	Eucalipto	40	1	10	7	3			X	X			Talado Torcido
25 PA	Eucalipto	40		8	5	3			X	X			
26 PA	Eucalipto	48		10	5	5			X	X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL** **MUESTREO POR PARCELAS**	Código: F-50 Versión: 01 Fecha: 2014-04-23 Página de

PROYECTO: Vial Pomichoro - Pasto		**Fecha:** 5/04/16	
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:**	
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de parcela: PK 157600		**Coordenadas planas:**	
Responsable: Stephany Muñoz		**Baquiano:** Dario Barbano	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		
Pendiente: 45%	**Orientación:**	**msnm:**
Tipo de cobertura Vegetal: 3.1.5	**Drenajes:**	
Superficie a aprovech: (has)		

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		Altura de copa (m)	DENSIDAD DE LA COPA			ESTADO FITOSANITA			OBSERVACIONES
						T	C		A	Me	E	B	R	M	
27 PA	Eucalipto			4	6	8	5	3			X	X			Paliporcado
28 PA	Eucalipto			5	1	9	7	2			X	X			
29 PA	Eucalipto			3	4	7	4	3			X	X			
30 PA	Eucalipto			4	7	10	6	4			X	X			
31 PA	Eucalipto			4	2	6	3	3			X	X			
32 PA	Eucalipto			3	3	9	6	3			X		X		Bifurcado
33 PA	Eucalipto			4	9	9	6	3			X	X			
34 PA	Eucalipto			4	1	8	4	4			X	X			

Densidad de copa: A: Amplia Me: medio E: escasa
Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL BRINZALES Y LATIZALES	Código: F-51
		Versión: 02
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Romichaco- Pasto			**Fecha:** 5- Abril- 2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua.		**Vereda:**
Nombre del predio:		**Propietario:**	
No. de Parcela:	15+600	**Coordenadas:**	01° 05' 54,7" 77° 22' 56,6"
Responsable: Stephany Muñoz		**Baquiano:**	Dario Burbano

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA				GPS
Pendiente:			**msnm:** 2573	
Tipo de cobertura Vegetal:	3.7.5	**Drenajes:**		
Superficie a aprovechar: (has)				

No.	Nombre Común	CAP (cm)	Altura Total (m)	ESTADO FITOSANITARIO			OBSERVAIONES
	LATIZAL			B	R	M	
1	Pispora	10	2	X			
2	Lechero	11	1	X			
3	Eucalipto	10	2	X			
4	Pispora	11	2	X			
5	Chilca	14	2	X			
6	Lantana	10	2	X			
7	Eucalipto	10	2		X		
8	Eucalipto	15	3	X			
9	Chilca	10	1	X			
10	Eucalipto	14	3	X			
11	Lantana	11	2	X			
12	Sauco	10	2	X			
13	Eucalipto	14	2	X			
14	Eucalipto	12	2	X			
15	Chilca	13	2	X			
	BRINZAL						
1	Chilca	6	1	X			
2	Chilca	7	1	X			
3	Sauco	5	1	X			
4	Sauco	9	1	X			
5	Sauco	7	1	X			
6	Lantana	8	1	X			
7	Lechero	6	1	X			

Estado Fitosanitario: B: bueno M: Malo R: Regular

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 21/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Chavez
Nombre del predio: 2 S - 1b	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenaní	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 2912	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Arrayán	4	9			5	2		
2	Arrayán	3	8			5	2		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 13/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Ipiales	**Vereda:** Cebadal
Nombre del predio: Z 5-3	**Propietario:**	
Responsable: Jaime Villota	**Baquiano:** Marcelo Rascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 2712	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
11	Eucalipto	1	1	5		14	8		
12	Eucalipto	9	0			6	2		
13	Eucalipto	3	7			9	3		
14	Eucalipto	1	6	5		15	8		
15	Eucalipto	1	5	0		13	6		
16	Eucalipto	9	7			9	4		
17	Eucalipto	4	8			10	4		
18	Eucalipto	8	0			9	4		
19	Eucalipto	4	0			8	2		
20	Eucalipto	1	1	2		12	5		
21	Eucalipto	3	5			8	2		
22	Eucalipto	1	1	7		14	4		
23	Eucalipto	1	1	5		10	4		
24	Eucalipto	1	7	5		12	6		
25	Eucalipto	1	2	8		14	8		
26	Eucalipto	1	2	0		16	10		
27	Eucalipto	8	0			5	2		
28	Eucalipto	4	2			7	2		
29	Eucalipto	3	8			7	2		
30	Eucalipto	9	3			11	6		
31	Eucalipto	3	8			8	2		
32	Eucalipto	1	2	0		14	7		
33	Eucalipto	4	4			8	3		
34	Eucalipto	8	0			10	4		
35	Eucalipto	1	0			12	7		
36	Eucalipto	1	2	0		11	3		
37	Eucalipto	4	0			10	1		
38	Eucalipto	1	0	6		12	3		
39	Acacia Amarilla	2	2	0		10	2		
40	Eucalipto	1	8	6		16	4		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 13/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Cebadal
Nombre del predio: 2 5 3	**Propietario:**	
Responsable: Jaime Villota	**Baquiano:** Marceto Rosas	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 2972	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
41	Eucalipto	6	6			11	5		
1	Ciprés	5	5			7	2		
2	Ciprés	8	9			7	2		
3	Ciprés	1	1	5		8	3		
4	Ciprés	1	1	2		8	4		
5	Ciprés	8	8			10	2,5		
6	Ciprés	6	7			10	4		
7	Ciprés	1	0	5		10	5		
8	Ciprés	5	6			9	4		
9	Ciprés	1	2	7		10	5		
10	Ciprés	4	2			5	2		
11	Urapán	3	0			5	2		
12	Urapán	5	4			10	4		
13	Urapán	1	1	2		12	5		
14	Urapán	6	6			7	2		
15	Urapán	3	7			6	3		
16	Urapán	9	4			11	6		
17	Eucalipto	6	2			8	3		
18	Eucalipto	3	8			8	2		
19	Eucalipto	8	7			8	3		
20	Eucalipto	1	0	6		15	7		
21	Eucalipto	2	3	4		14	3		
22	Eucalipto	3	8			6	2		
43	Eucalipto	1	2	2		15	5		
44	Eucalipto	6	4			7	4		
45	Eucalipto	2	0	0		17	5		
46	Eucalipto	1	2	0		10	4		
47	Eucalipto	3	8			6	5		
48	Eucalipto	9	4			10	6		
127	Eucalipto	6	0			14	5		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca -Pasto		**Fecha:** 13/09/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Cebadal
Nombre del predio: Z 5-3	**Propietario:**	
Responsable: Jaime Villota	**Baquiano:** Marcelo Ricaurte	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 2712	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
128	Eucalipto	6	0			14	5		
129	Eucalipto	4	5			15	10		
130	Eucalipto	9	0			22	15		
131	Eucalipto	1	1	0		24	20		
132	Eucalipto	8	0			18	10		
133	Eucalipto	8	0			25	18		
134	Eucalipto	4	0			9	5		
135	Eucalipto	4	0			10	5		
136	Eucalipto	5	0			12	8		
137	Eucalipto	4	5			12	10		
138	Eucalipto	4	0			12	10		
139	Eucalipto	4	5			10	4		
140	Eucalipto	5	5			12	5		
141	Eucalipto	9	0			24	20		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 19/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Cebadal / Alto
Nombre del predio: Z 5 - 6	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenan	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 2890	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
5	Eucalipto	1	4	0		26	20		
6	Eucalipto	1	4	0		25	20		
7	Eucalipto	1	1	0		24	18		
8	Eucalipto	1	7	0		25	18		
9	Eucalipto	6	0			9	3		
10	Eucalipto	1	0	0		21	9		
11	Eucalipto	4	0			10	5		
12	Eucalipto	6	0			12	6		
13	Eucalipto	1	4	0		28	20		
14	Eucalipto	8	0			20	10		
15	Eucalipto	1	2	0		28	16		
16	Eucalipto	5	5			12	5		
17	Eucalipto	8	0			14	8		
18	Eucalipto	1	2	0		27	18		
19	Eucalipto	6	0			18	10		
20	Eucalipto	6	0			17	11		
21	Eucalipto	6	0			20	10		
22	Eucalipto	1	4	5		26	10		
23	Eucalipto	8	0			15	10		
24	Eucalipto	1	1	0		25	18		
25	Eucalipto	9	0			24	20		
26	Eucalipto	8	0			15	8		
27	Eucalipto	1	1	0		23	15		
28	Eucalipto	7	5			14	7		
29	Eucalipto	8	5			22	14		
30	Eucalipto	6	0			22	10		
31	Eucalipto	8	0			18	9		
32	Eucalipto	1	0	0		24	15		
33	Eucalipto	1	2	0		22	10		
34	Eucalipto	8	0			18	9		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código:** F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 19/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Cebadal / Alto
Nombre del predio: Z 5-6	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenan	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 2890	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
35	Eucalipto	1	2	0		24	15		
36	Eucalipto	1	1	0		25	14		
37	Eucalipto	1	3	5		26	20		
38	Eucalipto	1	4	0		29	20		
39	Eucalipto	1	9	0		23	15		
40	Munchiro	4	5			8	2		

GEMINIS II CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 20/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:**
Nombre del predio: Z-5-7	**Propietario:**	
Responsable: catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenany	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 3044	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
3	Mote	4	5			6	4		
4	Mote	5	5			5	1		
5	Mote	3	8			5	2		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 20/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Marquez bajo
Nombre del predio: 2 5 · 8	**Propietario:**	
Responsable: catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenoy	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 3066	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Acacia Japon	1	1	3		14	6		
2	Urapán	4	5			9	4		
24	Aliso	6	0			22	10		
25	Urapán	6	0			10	6		
26	Acacia Japon	1	0	0		22	12		
27	Mote	5	0			8	4		
28	Acacia Amarilla	1	5	6		10	2		
29	Aliso	6	0			14	8		
30	Acacia Japon	1	7	6		22	10		
31	Aliso	9	0			20	10		
32	Urapán	6	0			10	3		
33	Aliso	7	7			23	8		
34	Acacia Japon	1	0	2		22	10		
35	Urapán	5	1			14	8		
36	Acacia Japon	1	3	0		22	5		
37	Aliso	1	2	0		25	15		
38	Acacia Japon	8	5			23	14		
39	Acacia Japon	1	4	0		20	6		
40	Urapán	4	0			13	8		
41	Aliso	6	5			25	15		
42	Acacia Japon	5	5			11	4		
43	Acacia Japon	1	4	0		26	15		
44	Urapán	8	3			15	8		
45	Aliso	4	0			10	6		
46	Acacia Japon	6	0			8	3		
47	Urapán	4	0			8	3		
48	Acacia Japon	5	0			9	4		
49	Aliso	9	0			24	14		
50	Acacia Amarilla	4	8			10	4		
51	Acacia Amarilla	3	8			9	3		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 20/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Marquez bajo
Nombre del predio: Z 5-8	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenán	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 3066	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
52	Acacia Amarilla	4	5			8	4		
53	Aliso	1	2	8		24	12		
54	Acacia Japon	1	3	0		22	8		
55	Acacia Amarilla	1	2	0		12	4		
56	Urapán	4	5			12	5		
57	Acacia Japon	9	5			22	10		
58	Aliso	8	0			22	12		
59	Urapán	6	0			14	8		
60	Urapán	7	0			15	8		
61	Acacia Japon	4	0			8	4		
62	Eucalipto	1	5	0		28	20		
63	Eucalipto	4	0			10	5		
64	Urapán	5	0			8	4		
65	Aliso	1	1	0		24	14		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código:** F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 20/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Marquezza bajo
Nombre del predio: Z 5-9	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenoni	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 3182	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
10	Ciprés	8	4			7	4		
11	Pino	1	0	0		9	6		
1344	Acacia Japon	6	0			12	6		
12	Acacia Japon	4	8			9	4		
13	Acacia Japon	4	0			9	3		
14	Acacia Japon	4	0			9	3		
15	Acacia Japon	4	0			9	3		
16	Acacia Japon	4	5			8	5		
17	Acacia Japon	4	4			9	4		
18	Acacia Japon	4	0			8	3		
19	Acacia Japon	5	7			8	5		
20	Acacia Japon	5	5			10	5		
21	Acacia Japon	4	0			10	3		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 13-07-16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:** Cabo Negro
Nombre del predio: Z - 5 - 10	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Cancedo	**Baquiano:** Diego Ricaurte	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 2 %	**msnm:**	
Cobertura Vegetal: Pastos Enmalezados	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Mote	1	1	0		8	2		
2	Mote	5	5			6	2		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca Pasto		**Fecha:** 03 / 05 / 16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Coba Negra
Nombre del predio: Z 5 - 11	**Propietario:**	
Responsable: christian Amaguaña	**Baquiano:** Liliana Riascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 5 %	**msnm:**	
Cobertura Vegetal: Aol	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
11	Capulí	1	8			15	8		
12	Capulí	1	1	0		14	5		
13	Capulí	9	5			9	3		
14	Mote	9	5			8	4		
15	Mote	6	5			10	4		
16	Mote	5	0			8	3		
17	Cujuco	4	0			6	1		
18	Lechero	6	0			10	5		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 13/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:** La Merced 10 K
Nombre del predio: Z 5-12	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 20%	**msnm:** 2943	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
2	Mote	3	6			5	3		
3	Mote	4	2			6	4		
4	Capuli	8	3			8	4		
5	Capuli	5	8			7	4		
6	Capuli	4	5			5	3		
7	chilacuan	5	2			5	3		
8	Capuli	8	5			8	4		
9	Capuli	6	0			6	4		
10	Capuli	1	5	0		8	6		
11	Mote	6	0			6	4		
12	Mote	1	0	0		6	4		
13	Mote	9	8			6	4		
14	Mote	6	4			7	5		
15	Mote	5	3			5	3		
16	Capuli	9	6			6	4		
22	Eucalipto	1	1	0		8	6		
23	Capuli	6	9			7	4		
24	Mote	5	6			6	4		
25	Capuli	3	3			6	4		
26	Mote	9	0			7	5		
27	Capuli	1	9	0		18	8		
28	chilacuan	5	0			9	5		
32	capuli	6	0			9	4		
33	Capuli	9	5			10	4		
34	Mote	9	0			11	7		
35	Mote	6	0			7	2		
36	Capuli	8	5			8	3		
37	Capuli	1	1	0		12	5		
30 AD	Mayuo	8	0			8	3		
29 AD	Capuli	1	2	9		13	6		

GEMINIS II CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 13/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** la Merced k 10
Nombre del predio: # 5-12	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 20%	**msnm:** 2943	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
28AD	Capuli	9	4			10	5		
31AD	cucharo	6	0			11	4		
38	Mote	4	3			8	2		
39	Eucalipto	4	0			20	8		
40	Eucalipto	7	6			14	8		
41	Eucalipto	9	0			15	9		
42	Eucalipto	9	0			22	18		
43	Eucalipto	7	0			14	6		
44	Eucalipto	9	4			20	8		
45	Eucalipto	1	2	2		22	9		
46	Eucalipto	8	0			21	12		
47	Eucalipto	6	0			10	5		
48	Eucalipto	1	4	0		23	18		
49	Eucalipto	1	4	0		25	10		
50	Eucalipto	8	0			11	5		
51	Eucalipto	9	4			20	10		
52	Eucalipto	1	2	0		20	14		
53	Eucalipto	9	0			11	5		
54	Eucalipto	8	0			15	8		
55	Eucalipto	9	5			15	9		
56	Eucalipto	7	5			10	4		
57	Eucalipto	8	0			15	6		
58	Eucalipto	2	4			8	6		
35AD	Eucalipto	5	0			10	4		
36AD	Eucalipto	1	0	8		14	4		
34AD	Eucalipto	7	0			9	6		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 03/05/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Catambuco
Nombre del predio: Z 5 - 13	**Propietario:**	
Responsable: Christian Amaguaña	**Baquiano:** Liliana	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:**	
Cobertura Vegetal: Mosaico de Cultivos	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
2	Mote	4	0			4	2		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 08/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Cebadal
Nombre del predio: 215-2	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 5 %	**msnm:** 2812	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
2E	Eucaliptó	7	5			10	5		
3E	Eucaliptó	4	0			10	5		
4E	Eucaliptó	1	2	5		10	5		
5E	Palo Lion	5	3			5	2		
9E	Chilacuan	1	0	0		5	3		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca -Pasto		**Fecha:** 08/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Cebadal
Nombre del predio: ZRS-3	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Caicedo	**Baquiano:** Diego Riascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 1-2 %	**msnm:** 2929	16 (872)
Cobertura Vegetal: Pastos enmalezados	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Aliso	3	2			6	3		
2	Sauco	3	6			5	2		
3	Sauco	5	2			5	3		
4	Aliso	3	6			5	3		
5	Aliso	3	2			5	3		
6	Aliso	3	7			5	3		
7	Aliso	3	1			6	3		
8	Aliso	3	5			6	3		
9	Aliso	3	1			6	3		
10	Aliso	3	7			6	3		
11	Aliso	3	5			6	3		
12	Aliso	3	1			6	3		
13	Aliso	4	4			6	3		
14	Aliso	5	2			7	3		
15	Aliso	3	5			6	3		
16	Eucalipto	5	8			10	6		
17	Eucalipto	1	1	2		11	6		
18	Eucalipto	5	6			8	4		
19	Eucalipto	3	2			7	4		
20	Aliso	3	5			7	4		
21	Eucalipto	6	7			8	5		
22	Cipré	7	2			8	5		
23	Cipré	1	1	2		10	7		
24	Cipré	5	3			8	5		
25	Cipré	7	1			8	3		
26	Cipré	7	8			8	5		
27	Cipré	1	0	0		6	3		
28	Eucalipto	8	9			7	4		
29	Eucalipto	3	6			8	6		
30	Eucalipto	4	0			8	6		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 08/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Cebadal
Nombre del predio: Z RS-3	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Caicedo	**Baquiano:** Diego Ricaurte	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 1-2 %	**msnm:** 2929	16 (872)
Cobertura Vegetal: Pastos enmalezados	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
31	Cipré	3	3			7	4		
32	Cipré	1	1	0		11	6		
33	Cipré	4	3			8	5		
34	Urapán	7	8			10	6		
35	Cipré	3	2			6	3		
36	Urapán	1	1	5		8	4		
37	Cipré	1	3	7		10	5		
38	Urapán	3	3			6	3		
233	Aliso	9	4			10	4		
234	Eucalipto	2	2	0		30	20		
39	Eucalipto	4	5			11	6		
40	Eucalipto	5	0			11	7		
41	Eucalipto	6	0			12	8		
42	Eucalipto	6	0			13	8		
43	Eucalipto	5	0			13	8		
44	Capuli	1	4	5		18	9		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca -Pasto		**Fecha:** 08/01/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Catambuco
Nombre del predio: Z RS -4	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 21	**msnm:** 2905	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1 A	Mote	7	5			6	3		
2 A	Sauco	5	0			5	2		
3 A	Mote	7	6			6	3		
4 A	Mote	7	7	0		7	4		
5 A	chilacuan	5	3			6	3		
6 A	Mote	5	5			5	3		
7 A	Mote	6	5			5	3		
8 A	Mote	7	6			5	3		
9 A	Mote	4	7			5	3		
10 A	Mote	6	3			5	3		
11 A	Mote	7	3			5	2		
12 A	Majua	6	7			5	3		
13 A	Mote	5	4			5	3		
14 A	Majua	7	4			6	3		
15 A	Majua	5	5			5	3		
16 A	Majua	4	7			5	2		
17 A	Majua	6	7			5	3		
18 A	Majua	3	7			5	3		
19 A	Cupuli	2	0	0		9	3		
20 A	Mote	4	2			5	2		
21 A	Mote	8	3			5	3		
22 A	Majua	4	8			5	2		
23 A	Mote	4	0			5	3		
24 A	Mote	8	6			6	3		
25 A	Majua	3	7			5	3		
26 A	Mote	7	6			5	3		
27 A	Majua	8	2			5	2		
28 A	Majua	6	0			7	4		
29 A	Mote	7	4			7	4		
30 A	Gachito	1	0	0		7	4		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 08/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Catambuco
Nombre del predio: Z RS - 4	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 2%	**msnm:** 2905	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
31 A	Sauco	6	2			5	2		
32 A	Mojua	3	7			5	2		
33 A	Sauco	3	6			5	3		
34 A	Mojua	3	9			5	2		
35 A	Sauco	1	0	0		7	4		
36 A	Colla	4	6			6	3		
37 A	Mote	1	0	5		7	4		
38 A	Sauco	6	7			6	3		
39 A	Mote	3	3			5	3		
40 A	Mojua	4	5			5	3		
41 A	Mote	7	2			5	3		
42 A	Mote	7	9			6	3		
43 A	Mote	4	5			6	3		
44 A	Colla	3	5			5	3		
45 A	Mote	3	8			6	3		
46 A	Chilacuan	1	2	0		7	4		
47 A	Mote	5	5			5	3		
48 A	Mote	4	2			5	3		
49 A	Mote	5	0			6	3		
50 A	Sauco	4	6			5	3		
51 A	Mote	4	6			5	3		
52 A	Mote	9	7			5	2		
53 A	Mote	6	8			5	3		
54 A	Eucalipto	1	5	0		14	9		
55 A	Eucalipto	7	1			14	7		
56 A	Eucalipto	1	0	2		24	18		
57 A	Eucalipto	7	7			15	5		
60 A	Eucalipto	1	3	8		25	21		
65 A	Eucalipto	8	6			20	15		
67 A	Eucalipto	1	1	6		26	20		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 08/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Catambuco
Nombre del predio: Z R5-4	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 2%	**msnm:** 2905	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
68 A	Eucalipto	7	1			15	10		
83 AD	Eucalipto	1	3	6		18	7		
86AD	Eucalipto	1	7	0		25	10		
87 AD	Eucalipto	8	8			17	7		
94 AD	Eucalipto	5	0			12	7		
100 AD	Eucalipto	1	1	5		18	9		
103AD	Eucalipto	5	0			17	9		
104AD	Eucalipto	7	7			14	7		
105AD	Eucalipto	1	1	5		20	9		
106AD	Eucalipto	9	9			20	9		
107AD	Eucalipto	2	0	0		15	4		
108AD	Eucalipto	9	2			20	17		
109AD	Eucalipto	8	3			18	10		
110AD	Eucalipto	1	2	4		20	9		
111AD	Eucalipto	1	1	5		25	12		
112AD	Eucalipto	8	7			15	10		
113AD	Eucalipto	5	7			12	4		
114AD	Eucalipto	1	6	0		28	20		
115AD	Eucalipto	1	0	1		20	12		
116AD	Eucalipto	1	1	5		25	18		
117AD	Eucalipto	1	0	2		25	12		
118AD	Eucalipto	9	5			23	18		
121AD	Eucalipto	5	5			25	14		
122AD	Eucalipto	3	6			12	4		
123AD	Eucalipto	7	4			10	7		
124AD	Eucalipto	1	0	2		25	18		
125AD	Eucalipto	6	9			12	6		
127AD	Eucalipto	1	2	6		18	12		
128AD	Eucalipto	1	3	0		18	12		
129AD	Eucalipto	9	4			18	12		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 08/09/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Catambuco
Nombre del predio: 2 RS - 4	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 2 %	**msnm:** 2905	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m) T	Altura (m) C	No. Coordenada	Observaciones
130AD	Eucalipto	9	6			16	10		
131AD	Eucalipto	1	0	7		20	12		
132AD	Eucalipto	8	5			20	10		
133AD	Eucalipto	6	8			10	6		
134AD	Eucalipto	1	1	5		25	6		
135AD	Eucalipto	1	0	1		27	19		
136AD	Eucalipto	6	6			12	7		
137AD	Eucalipto	5	4			10	6		
138AD	Eucalipto	6	9			15	7		
139AD	Eucalipto	9	9			15	9		
140AD	Eucalipto	1	8	0		21	19		
141AD	Eucalipto	2	0	8		29	20		
142AD	Eucalipto	9	9			20	12		
143AD	Eucalipto	8	2			17	10		
144AD	Eucalipto	1	1	6		10	8		
145AD	Eucalipto	1	3	2		25	12		
146AD	Eucalipto	3	8			7	2		
147AD	Eucalipto	1	1	7		15	10		
148AD	Eucalipto	7	7			20	12		
149AD	Eucalipto	1	1	2		12	9		
150AD	Eucalipto	9	0			10	7		
151AD	Eucalipto	8	5			10	7		
152AD	Eucalipto	1	3	0		29	20		
153AD	Eucalipto	2	0	6		30	19		
154AD	Eucalipto	1	7	6		25	18		
155AD	Eucalipto	1	8	2		20	12		
156AD	Eucalipto	1	4	5		20	12		
158AD	Eucalipto	7	1			19	10		
157AD	Eucalipto	6	7			19	10		
159AD	Eucalipto	7	9			19	10		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código:** F-31 **Versión:** 03 **Fecha:** 2014-09-05 **Página**

PROYECTO: Vía Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 08/09/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Pasto	**Vereda:** Catambuco
Nombre del predio: 2 RS - 4	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 21	**msnm:** 2905	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
160AD	Eucalipto	1	3	0		20	12		
161AD	Eucalipto	1	6	7		20	10		
162AD	Eucalipto	6	1			20	10		
210AD	Eucalipto	1	2	2		22	10		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 28/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio: Z 5-66	**Propietario:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:**	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
29 Z	Eucalipto	8	5			14	7		
30 Z	Mijua	8	1			13	5		
31 Z	Arrayan	4	9			5	1		
32 Z	Pelotillo	4	4			6	2		
33 Z	Mijua	9	8			8	5		
34 Z	Eucalipto	5	4			7	2		
35 Z	Eucalipto	8	5			25	15		
36 Z	Eucalipto		6			12	6		
37 Z	Eucalipto	4	4			10	4		
38 Z	Eucalipto	5	1			12	5		
39 Z	Eucalipto	1	1	8		20	11		
40 Z	Eucalipto	1	1	6		18	10		
41 Z	Eucalipto	6	7			12	6		
42 Z	Eucalipto	9	4			18	12		
43 Z	Eucalipto	5	5			11	4		
44 Z	Eucalipto	5	8			9	3		
45 Z	Eucalipto	7	6			17	10		
46 Z	Pelotillo	6	6			10	3		
47 Z	Eucalipto	2	3	2		32	18		
48 Z	Capulí	4	8			9	2		
49 Z	Eucalipto	8	1			18	10		
50 Z	Eucalipto	5	4			12	7		
51 Z	Eucalipto	4	6			11	7		
52 Z	Capulí	7	0			9	3		
53 Z	Eucalipto	1	3	4		30	18		
54 Z	Eucalipto	1	0	0		15	8		
55 Z	Eucalipto	6	8			13	6		
56 Z	Eucalipto	2	3	0		32	22		
57 Z	Eucalipto	8	3			22	12		
58 Z	Eucalipto	8	5			22	12		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 28/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio: 25.66	**Propietario:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:**	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
592	Eucalipto	1	8	0		26	15		
602	Pelotillo	5	2			10	3		
612	Pelotillo	7	6			18	11		
622	Pelotillo	6	1			9	3		
632	Majua	5	3			8	2		
642	Cedrillo	3	9			8	3		
652	Mote	4	4			5	1		
662	Palo lion	6	1			7	2		
672	Cedrillo	4	8			8	2		
682	Palo lion	3	5			4	1		
692	Palo lion	4	7			4	1		
702	Palo lion	4	5			5	1		
712	Palo lion	5	2			7	2		
722	Majua	3	7			6	2		
732	Palo lion	4	6			7	2		
742	Palo lion	3	6			5	1		
752	Cedrillo	6	3			9	3		
762	Palo lion	6	0			10	3		
772	Palo lion	5	5			8	3		
822	Ciprés	1	0	7		14	7		
832	Cedrillo	9	2			9	2		
842	Ciprés	1	2	8		16	9		
852	Capulí	1	3	2		17	9		
862	Pelotillo	4	2			6	1		
872	Ciprés	9	9			10	5		
882	Cedrillo	7	2			10	5		
892	Eucalipto	1	7	4		19	12		
902	Eucalipto	1	1	7		9	2		
912	Eucalipto	6	6			11	7		
922	Eucalipto	9	6			17	8		

GEMINIS II CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 28/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio: 2 5 - 66	**Propietario:**	
Responsable:	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:**	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
93 2	Eucalipto	1	4	5		20	13		
94 2	Eucalipto	1	3	3		21	14		
95 2	Eucalipto	6	6			11	6		
96 2	Eucalipto	1	8	8		19	12		
97 2	Eucalipto	2	1	0		20	12		
1b	Eucalipto	3	9			10	4		
2b	Aliso	3	9			9	3		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 28/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:**
Nombre del predio: Z 5 - 10b	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenaní	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:**	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Ciprés	1	2	0		15	9		
2	Ciprés	9	0			13	7		
3	Ciprés	1	5	0		18	10		
4	Ciprés	1	8	0		24	12		
5	Ciprés	1	6	0		24	10		
6	Ciprés	1	1	0		10	4		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 06/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Imués	**Vereda:** Pedregal
Nombre del predio: 2R4.1	**Propietario:** N01°03'00,3" W077°27'04,2"	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:**	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1K	Chirimoya	6	0			8	3		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código:** F-31 **Versión:** 03 **Fecha:** 2014-09-05 **Página**

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 17 - 11 - 2016
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** San Pedro Obraje
Nombre del predio: Z R 1-2	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenanj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 2102	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Pichuelo	8	0			16	8		
2	Guayacan	1	4	0		20	12		
3	Pichuelo	4	4			8	3		
4	Pichuelo	5	5			9	4		
5	Guayacan	1	0	0		10	7		
6	Pichuelo	7	2			14	5		
7	Guayacan	4	0			8	3		
8	Pichuelo	9	6			10	2		
48	Guayacan	3	4			8	4		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 09-07-16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:** Pilacán
Nombre del predio: 2-4-1	**Propietario:** N01°02'17,0" W077°27'45,0"	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 1723	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
2M	Aguacate	1	3	5		10	7		
3M	Guabo	5	3			5	3		
4M	Chirimoya	5	0			5	3		
5M	Papaya	8	5			5	3		
6M	Chirimoya	4	8			5	3		
7M	Chirimoya	4	7			5	3		
8M	Chirimoya	6	3			6	4		
9M	Chirimoya	4	0			6	4		
10M	Chirimoya	3	2			5	3		
11M	Guarango	3	0			6	4		
12M	Quillotodo	4	3			5	3		
21M	Guarango	7	3			6	4		
22M	Guarango	4	0			5	3		
23M	Guarango	5	3			5	3		
24M	Papaya	8	5			5	3		
25M	Papaya	4	3			5	3		
26M	Papaya	7	5			5	3		
27M	Chirimoya	8	0			5	3		
28M	Chirimoya	8	5			4	3		
29M	Papaya	7	3			5	3		
30M	Chirimoya	8	5			7	4		
31M	Guayabo	4	5			5	3		
32M	Chirimoya	5	5			4	2		
33M	Chirimoya	1	3	0		5	3		
34M	Chirimoya	8	0			5	3		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 06/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Ipiales	**Vereda:** Pilcuan
Nombre del predio: Z 4-2	**Propietario:** Leonel Sanchez	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 10%	**msnm:** 1791	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1L	Ficus	2	0	0		11	6		
2L	Nacedero	9	6			8	3		
1	Aguacate	8	7			9	3		
2	Mandarino	3	0			3	3		
3	Aguacate	9	7			10	6		
4	Chirimoya	4	8			3	3		
5	Guayaba	4	3			3	2		
6	Chirimoya	5	7			6	2		
7	Guayaba	3	0			5	2		
8	Chirimoya	3	5			6	2		
9	Chirimoya	8	0			7	3		
3L	Papaya	6	3			6	2		
4L	Carbonero	4	5			6	2		
5L	Carbonero	4	3			6	2		
6L	Carbonero	5	2			8	4		
7L	Aguacate	5	0			7	3		
8L	Guayacan	3	5			6	2		
12L	Aguacate	4	5			6	3		
13L	Guayacan	6	8			5	2		
14L	Chirimoya	3	5			5	2		
15L	Aguacate	3	8			5	2		
18L	Nispero	4	3			5	2		
19L	Chirimoya	4	0			5	2		
20L	Aguacate	5	0			8	3		
21L	Cachaco	3	7			7	3		
22L	Papaya	4	0			5	2		
23L	Papaya	5	2			7	3		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 06/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Imues	**Vereda:** El pedregal
Nombre del predio: Z 4-3	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Hernando Gomez	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 25%	**msnm:** 1979	13
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
J1	Níspero	3	0			5	2		
J3	Guayabo	4	2			5	2		
J4	Chirimoya	5	5			6	3		
J5	Chirimoya	4	0			6	3		
J6	Guayacan	8	7			7	3		
J7	Guayabo	3	2			5	2		
J19	Guarango	3	0			5	3		
J20	Guarango	4	5			7	3		
J21	Guarango	3	6			6	3		
J22	Guarango	4	0			6	3		
J23	Guarango	4	6			6	3		
J24	Guarango	3	8			3	2		
J25	Guarango	4	6			6	3		
J26	Chirimoya	5	3			4	3		
J30	Guayacan	4	6			6	2		
J31	Guayacan	5	3			6	3		
J32	Guayacan	7	3			5	2		
J33	Chirimoya	4	0			5	1		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 07/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Incantaz
Nombre del predio: Z 4 - 4	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Carrecho	**Baquiano:** Diego Riascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 1 %	**msnm:** 1928	01°03' 32,1" N
Cobertura Vegetal: Pastos arbolados	**Drenajes:** No	77° 25' 52,9"

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m) T	Altura (m) C	No. Coordenada	Observaciones
1	Aguacate	1	2	5		8	5		
2	Eucalipto	5	6			26	10		
3	Eucalipto	5	5			14	5		
4	Urapán	4	8			10	5		
5	Chirimoya	5	2			7	4		
6	Chirimoya	5	1			7	4		
7	Chirimoya	1	0	0		7	4		
8	Chirimoya	1	6	0		7	4		
9	Urapán	1	8	0		12	8		
10	Urapán	1	1	9		12	6		
11	Chirimoya	5	9			7	4		
12	Chirimoya	5	0			5	3		
13	Chirimoya	4	0			7	4		
14	Chirimoya	4	6			7	4		
15	Guayacan	6	5			10	7		
16	Urapán	9	0			10	6		
17	Guaba	6	3			6	3		
18	Urapán	5	3			8	4		
19	Urapán	5	2			7	4		
20	Urapán	1	0	0		7	4		
21	Urapán	1	2	5		9	4		
22	Urapán	9	3			8	4		
23	Urapán	1	0	2		7	4		
24	Urapán	5	7			6	3		
25	Urapán	1	0	2		6	3		
26	Guayabo	5	9			5	3		
27	Urapán	1	1	5		9	4		
28	Urapán	1	0	7		10	5		
29	Urapán	1	0	5		10	6		
30	Urapán	1	2	0		10	6		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 09/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Inantaz
Nombre del predio: Z 4 - 4	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Gaibob	**Baquiano:** Diego Rosas	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 1/	**msnm:** 1928	
Cobertura Vegetal: Pastos Arbolados	**Drenajes:** NO	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
31	Urapán	9	5			12	7		
32	Urapán	7	3			7	4		
33	Urapán	5	2			8	4		
34	Urapán	7	1			7	3		
35	Chirimoya	4	0			5	3		
36	Urapán	9	0			9	5		
37	Aguacate	7	2			10	5		
38	Urapán	5	3			9	5		
39	Urapán	6	3			10	6		
40	Urapán	9	3			6	3		
41	Chirimoya	6	5			10	6		
42	Urapán	1	4	4		9	4		
43	Aguacate	7	2			10	5		
44	Urapán	1	1	9		9	7		
45	Aguacate	9	1			10	4		
48	Naranja	7	9			7	4		
49	Guabo	9	5			8	4		
50	Aguacate	7	1			9	3		
51	Urapán	1	1	5		10	7		
52	Guabo	1	1	5		10	7		
53	Guayacan	9	3			12	7		
54	Guabo	1	0	3		12	7		
55	Guabo	1	0	4		10	7		
56	Urapán	1	0	4		10	7		
57	Urapán	1	1	0		10	7		
59	Guabo	4	8			3	2		
60	Guabo	8	2			4	2		
61	Guabo	4	8			4	2		
62	Chirimoya	9	2			6	3		
63	Chirimoya	1	1	0		10	4		

GEMINIS II CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 07/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:** Inantaz
Nombre del predio: Z 4-4	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Caicedo	**Baquiano:** Diego Rosero	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 1%	**msnm:** 1928	
Cobertura Vegetal: Pastos Arbolados	**Drenajes:** No	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m) T	Altura (m) C	No. Coordenada	Observaciones
64	Guabo	4	7			6	2		
65	Urapán	5	8			3	2		
66	Guayabo	6	0			9	4		
67	Chirimoya	5	1			5	2		
68	Urapán	1	6	0		8	2		
69	Eucalipto	9	4			22	10		
70	Cucharo	1	4	0		25	18		
73	Pelotillo	4	0			12	5		
74	Urapán	5	0			9	4		
75	Pichuelo	4	4			4	2		
76	Quillotocto	5	8			12	6		
77	Urapán	5	6			8	3		
78	Urapán	8	0			14	7		
79	Urapán	5	2			6	2		
80	Quillotocto	6	4			10	6		
81	Quillotocto	6	5			9	4		
82A	Quillocto	6	0			14	5		
83A	Chirimoya	6	0			10	4		
84A	Quillotocto	5	0			9	4		
85A	Quillototo	5	2			10	5		
86A	Quillotocto	6	0			10	5		
87A	Quillotocto	7	0			12	4		
88A	Quillotocto	6	0			14	7		
91A	Chirimoya	4	0			7	3		
92A	Aguacato	5	0			5	3		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 07/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** Inantaz
Nombre del predio: Z 4 - 5	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Caicedo	**Baquiano:** Diego Riascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 2%	**msnm:** 1979	16 (804)
Cobertura Vegetal: Pastos con espacios naturales	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Pichuelo	5	0			6	3		
2	Pichuelo	5	4			6	3		
3	Pichuelo	8	0			6	3		
4	Pichuelo	6	2			6	3		
5	Pichuelo	4	0			6	3		
6	Urapán	6	5			6	3		
7	Urapán	6	0			7	3		
8	Urapán	5	0			6	3		
9	Urapán	3	5			6	3		
10	Urapán	3	3			6	3		
11	Pichuelo	4	5			5	3		
12	Urapán	4	8			5	3		
13	Pichuelo	4	2			5	3		
14	Pichuelo	4	2			5	3		
15	Pichuelo	5	3			5	3		
16	Pichuelo	4	0			5	3		
17	Pichuelo	3	2			5	3		
18	Pichuelo	4	2			5	3		
19	Pichuelo	4	5			5	3		
20	Guayabo	4	6			6	3		
21	Pichuelo	4	7			6	3		
22	Pichuelo	4	0			6	3		
23	Pichuelo	5	6			6	3		
24	Pichuelo	5	9			7	3		
25	Pichuelo	8	2			7	3		
26	Guayacan	7	3			7	3		
27	Guayacan	5	6			7	3		
28	Pichuelo	7	2			7	3		
29	Guayacan	5	6			6	3		
30	Pichuelo	5	2			6	3		

GEMINIS II CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca -Pasto		**Fecha:** 07/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** Incatoz
Nombre del predio: 2 4-5	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Caicedo	**Baquiano:** Diego Riascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 2%	**msnm:** 1979	16 (804)
Cobertura Vegetal: Pastos con espacios naturales arbolados	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
31	Guayacan	5	2			6	3		
32	Cucharo	4	5			7	3		
33	Pichuelo	5	2			5	3		
34	Pichuelo	3	7			5	3		
35	Pichuelo	4	6			5	3		
36	Pichuelo	5	0			5	3		
37	Pichuelo	5	4			5	3		
38	Pichuelo	7	8			5	3		
39	Pichuelo	3	5			5	3		
40	Pichuelo	4	0			5	3		
41	Pichuelo	6	0			5	3		
42	Pichuelo	3	5			5	3		
43	Pichuelo	4	6			5	3		
44	Pichuelo	6	5			5	3		
45	Pichuelo	5	2			5	3		
46	Pichuelo	4	8			5	3		
47	Pichuelo	5	3			5	3		
48	Pichuelo	4	8			5	3		
49	Pichuelo	7	6			6	2		
50	Ciprés	1	4	0		8	3		
51	Pichuelo	5	5			5	3		
52	Guayacan	6	0			6	3		
53	Pichuelo	5	7			5	3		
54	Pichuelo	5	5			5	3		
55	Pichuelo	6	3			5	3		
56	Guayacan	6	5			5	3		
57	Pichuelo	8	9			5	3		
58	Pichuelo	5	5			5	3		
59	Pichuelo	5	6			5	3		
62	Naranjo	4	0			5	2		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca -Pasto		**Fecha:** 07/07/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Yacuanquer	**Vereda:** Inanta2
Nombre del predio: 7 4-5	**Propietario:**	
Responsable: Natalia Caicedo	**Baquiano:** Diego Riascos	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 2%	**msnm:** 1994	16 (804)
Cobertura Vegetal: Rastrojos con espacios naturales arbolados	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
63	Chirimoya	3	8			5	2		
64	Chirimoya	4	6			6	3		
65	Naranjo	4	0			4	1		
66	Guabo	4	9			5	2		
67	Chirimoya	8	4			10	4		
68	Pichuelo	4	8			10	4		
69	Pichuelo	4	0			5	2		
70	Pichuelo	3	8			5	2		
71	Pichuelo	5	3			5	2		
72	Guayabo	7	0			7	2		
73	Pichuelo	5	7			12	4		
74	Guayabo	5	0			7	3		
75	Guayabo	4	9			10	3		
76	Guayabo	4	8			10	5		
77	Pichuelo	4	9			8	2		
78	Pichuelo	6	0			10	3		
79	Guayabo	6	0			7	3		
80	Guayabo	5	0			6	2		
81	Naranjo	4	9			8	3		
82	Guayabo	4	7			8	2		
83	Guayabo	5	4			8	3		
84	Chirimoya	4	0			6	2		
85	Guayabo	4	5			7	2		
86	Guayabo	5	1			6	3		
87	Guayabo	6	7			8	2		
88	Guayabo	5	8			7	3		
89	Guayabo	4	0			4	2		
90	Chirimoya	1	0	2		9	4		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código: F-31**
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 16/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Obraje
Nombre del predio: 24 - 6	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenanj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 2177	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m) T	Altura (m) C	No. Coordenada	Observaciones
4A	Chirimoya	6	0			9	2		
5A	Guayacan	9	9			14	5		
6A	Guayacan	1	4	0		20	10		
7A	Pino	1	0	0		22	14		
8A	Guayacan	1	0	8		16	7		
9A	Pichuelo	4	9			10	2		
10A	Guayacan	9	0			14	3		
7	Pichuelo	4	0			8	3		
11A	Pichuelo	4	0			11	2		
12A	Guayacan	2	0	0		12	5		
5	Pichuelo	8	0			10	5		
4	Mote	5	0			9	4		
3	Pichuelo	4	8			10	5		
2	Pichuelo	4	8			8	2		
1	Pichuelo	4	9			10	5		
13A	Pichuelo	6	0			9	3		
14A	Pichuelo	5	5			10	4		
15A	Pichuelo	8	0			18	6		
16A	Pichuelo	5	0			15	5		
17A	Yuca Arborea	7	4			8	3		
18A	Pichuelo	4	8			9	2		
19A	Cucharo	4	0			14	5		
20A	Guayacan	5	0			15	7		
21A	Cucharo	4	0			7	2		
22A	Pichuelo	8	0			16	8		
23A	Cucharo	8	0			10	6		
24A	Guayacan	6	5			10	2		
25A	Cucharo	7	0			9	4		
26A	Pichuelo	9	5			12	7		
27A	Pichuelo	8	0			14	8		
28A	Pichuelo	4	0			12	5		
29A	Pichuelo	7	0			19	7		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 16/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** Obraje
Nombre del predio: # 4-6	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenaoj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 2117	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m) T	Altura (m) C	No. Coordenada	Observaciones
50 A	Guayacan	1	5	0		12	4		
51 A	Urapán	5	0			10	3		
52 A	Urapán	3	8			8	4		
53 A	Urapán	4	0			10	4		
54 A	Urapán	4	5			8	2		
55 A	Urapán	4	8			10	5		
56 A	Urapán	4	6			10	3		
57 A	Urapán	4	5			12	6		
58 A	Urapán	5	0			12	4		
59 A	Urapán	4	0			10	4		
60 A	Urapán	4	0			6	3		
61 A	Urapán	5	0			12	6		
62 A	Urapán	4	8			14	6		
63 A	Urapán	5	0			12	5		
64 A	Urapán	4	5			10	6		
65 A	Urapán	6	5			14	6		
66 A	Urapán	4	5			10	5		
67 A	Ciprés	1	2	4		25	18		
68 A	Ciprés	9	7			26	20		
69 A	Ciprés	1	0	8		28	20		
70 A	Ciprés	1	0	4		25	20		
71 A	Ciprés	1	1	0		25	20		
72 A	Urapán	6	0			14	6		
73 A	Sauce	1	8	0		24	12		
74 A	Sauce	1	5	6		24	15		
75 A	Sauce	1	7	4		22	12		
76 A	Sauce	1	3	4		22	12		
77 A	Ciprés	6	5			9	3		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 16/11/16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** obraje
Nombre del predio: 2 4-6	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenanj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente:	**msnm:** 2117	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
78 A	Cipré	7	7			11	8		
79 A	Urapán	6	6			10	4		
80 A	Urapán	5	7			11	5		
81 A	Urapán	4	6			10	4		
82 A	Urapán	5	0			12	5		
83 A	Urapán	4	6			8	3		
84 A	Urapán	6	0			12	5		
85 A	Cucharo	4	1			7	2		
86 A	Cipré	1	8	0		24	16		
87 A	Cipré	4	0			8	4		
88 A	Cipré	6	5			10	5		
89 A	Cipré	4	2			8	3		
90 A	Cipré	1	2	2		25	20		
91 A	Cipré	5	4			6	2		
92 A	Cipré	6	5			8	4		
93 A	Cipré	4	5			10	5		
94 A	Cipré	5	5			9	4		
95 A	Cipré	7	0			10	4		
96 A	Cipré	1	0	4		12	8		
97 A	Cipré	1	1	0		24	18		
98 A	Cipré	6	0			11	6		
99 A	Cipré	5	0			11	5		
100 A	Cipré	8	0			15	10		
101 A	Cipré	6	0			7	3		
102 A	Cipré	1	2	6		22	15		
103 A	Cipre	4	5			4	2		
104 A	Cipre	9	8			18	10		
105 A	Cipre	6	0			12	8		
106 A	Cipré	7	0			10	5		
107 A	Cipré	6	5			12	8		

GEMINIS CONSULTORES	**INVENTARIO FORESTAL 100%**	**Código:** F-31 **Versión:** 03 **Fecha:** 2014-09-05 **Página**

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 16/10/16
Departamento: Nariño	**Municipio:**	**Vereda:** Obraje
Nombre del predio: Z 4-6	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenaj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente:	**msnm:** 2117	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
108A	Cipró	9	0			18	10		
109 A	Cipró	7	0			8	4		
110A	Cipró	9	4			8	6		
111A	Cipró	4	8			7	2		
112 A	Cipró	1	0	2		18	10		
113 A	Cipró	4	0			5	1,5		
114 A	Cipró	7	0			12	8		
115 A	Guayacan	1	7	2		15	5		
116 A	Guayacan	1	9	8		26	5		

GEMINIS CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Rumichaca - Pasto		**Fecha:** 03 - 05 - 16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:**
Nombre del predio: 2 - 4 - 7	**Propietario:**	
Responsable: Catherine Ramos	**Baquiano:** Carlos Quenanj	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		**GPS**
Pendiente: 10 %	**msnm:** 2228	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
1	Pichuelo	8	7			10	5		
2	Guayacan	6	6			10	6		
3	Guayacan	6	0			12	5		
4	Pino	1	0	0		25	20		
5	Pino	9	0			26	19		
6	Cedro	4	8			8	2		
11	Pichuelo	4	5			9	5		
12	Pichuelo	4	0			10	6		
13	Pichuelo	8	5			14	3		
14	Lechero	9	0			5	3		
16	Guayacan	6	5			15	5		
17	Pichuelo	5	5			14	5		
18	Pichuelo	4	3			8	3		
22	Lechero	3	8			6	3		
23	Pichuelo	5	4			12	5		
24	Pichuelo	5	3			12	5		

GEMINIS II CONSULTORES	INVENTARIO FORESTAL 100%	Código: F-31
		Versión: 03
		Fecha: 2014-09-05
		Página

PROYECTO: Vial Romichaca -Pasto		**Fecha:** 03-04-16
Departamento: Nariño	**Municipio:** Tangua	**Vereda:** casco Urbano
Nombre del predio: 2-4-9	**Propietario:**	
Responsable: Christian Amaguaña	**Baquiano:**	

DESCRIPCIÓN DE LA ZONA		GPS
Pendiente: 25%	**msnm:** 2513	
Cobertura Vegetal:	**Drenajes:**	

No.	Nombre Común	CAP (cm)				Altura (m)		No. Coordenada	Observaciones
						T	C		
7	Eucalipto	4	9			10	4		
8	Eucalipto	4	2			10	4		

Libertad y Orden
República de Colombia
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES
- ANLA -

RESOLUCIÓN N° 1023 20 AGO 2015

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

EL DIRECTOR GENERAL DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES – ANLA

En uso de las facultades conferidas en la Ley 99 de 1993, en el Decreto Ley 3573 del 27 de septiembre de 2011 y el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2005, y

CONSIDERANDO:

ANTECEDENTES

Que la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., con NIT 900.065.324-5, solicitó a esta Autoridad mediante radicado 2015020763-1-000 del 20 de abril de 2015, Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, el cual será desarrollado a nivel nacional, de conformidad con la metodología y perfiles profesionales descritos en el formato único nacional de solicitud y documentos anexos presentados por la sociedad solicitante, entre los que se encontró la constancia de pago por servicio de evaluación, con soporte de pago No. 20750850 del 20 de abril de 2015 del Banco de Occidente, por el valor de CINCO MILLONES SETENTA MIL CIENTO SETENTA Y CINCO PESOS M/CTE ($5.070.175).

Que con base en la verificación de la información y documentación presentada por la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., evaluada por los profesionales técnicos de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Tramites Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, se solicitó mediante el comunicado con radicado 2015020763-2-002 del 20 de mayo de 2015, complementar la documentación allegada inicialmente, con el fin de proceder a iniciar el trámite ambiental.

En tal sentido, el requerimiento formulado fue atendido mediante el oficio con radicado 2015026524-1-000 del 21 de mayo de 2015, donde se adjuntó la documentación solicitada.

Que mediante el Auto 2350 de 17 de junio de 2015, esta Autoridad Nacional inició el trámite administrativo ambiental de Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, al que se

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

le asignó el expediente IDB458-00, bajo el cual se realizarán todas las actuaciones administrativas.

Que una vez evaluada la documentación allegada por la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., en cumplimiento a lo requerido por esta Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, se emitió el concepto técnico 3417 del 9 de julio de 2015, en los siguientes términos:

"(...)

2. *INFORMACION PARA EL TRÁMITE DEL PERMISO*

La evaluación de la ANLA se realizará teniendo en cuenta la siguiente información con radicado 2015020763-1-000 del 20 de abril de 2015 allegada por la empresa GEMINIS CONSULTORES S.A.S.:

- *Formato Único Nacional de Solicitud de Permiso de Recolección para Estudios Ambientales*
- *Documento anexo de descripción metodológica y perfiles*

Componentes que serán tenidos en cuenta para la evaluación realizada por esta Autoridad:

Componentes	***Consideración de la ANLA***
Duración	*El tiempo por el cual GEMINIS CONSULTORES S.A.S., solicita el permiso (24 meses) está de acuerdo a lo estipulado en el Decreto 3016 de 2013.*
Ubicación geográfica de los estudios	*GEMINIS CONSULTORES S.A.S. solicita el permiso a nivel Nacional.*
Metodologías para la recolección de especímenes y muestras de la biodiversidad	*Lo presentado por GEMINIS CONSULTORES S.A.S., cumple con los requisitos necesarios para la obtención del permiso. Sin embargo, se presentan algunas consideraciones, las cuales son señaladas y registradas en el **numeral 3.3 del presente concepto técnico.***
Métodos de preservación y movilización de muestras y especímenes	*Lo presentado por GEMINIS CONSULTORES S.A.S., cumple con los requisitos necesarios para la obtención del permiso. Sin embargo, se presentan algunas consideraciones, las cuales son señaladas y registradas en el **numeral 3.4 del presente concepto técnico.***
Perfiles de los profesionales que intervendrán en los estudios	*Lo presentado por GEMINIS CONSULTORES S.A.S., cumple con los requisitos necesarios para la obtención del permiso.*

3. *EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA ANLA*

3.1. Duración

GEMINIS CONSULTORES S.A.S solicita el permiso por un período de dos (2) años. Esta Autoridad considera técnicamente viable otorgar el permiso por este tiempo, el cual será contado a partir de la ejecutoria del acto administrativo que lo autorice.

3.2. Ubicación geográfica de los estudios

La empresa GEMINIS CONSULTORES S.A.S. solicita el permiso de recolección de especímenes de la biodiversidad a nivel nacional. La ANLA considera técnicamente viable otorgar el permiso para realizar recolección de especímenes de la biodiversidad en dicha ubicación geográfica.

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

3.3. Metodologías para la recolección de especímenes y muestras de la biodiversidad

Una vez evaluada la información presentada por GEMINIS CONSULTORES S.A.S. esta Autoridad establece:

En términos generales el diseño del muestreo es claro y se considera acorde para lograr la caracterización de los grupos biológicos del área de estudio. Las metodologías particulares para cada grupo biológico son las comúnmente utilizadas y se consideran apropiadas para procurar el adecuado uso de los recursos biológicos (muestreo y recolección de especímenes de la biodiversidad).

En relación a la metodología presentada, a continuación se listan las inconsistencias encontradas para las siguientes técnicas y grupos biológicos.

3.3.1. Aves

*En el Formato de Solicitud se encuentran las características de la técnica de muestreo: redes de niebla: 12 m x 2.5 m en la unidad de muestreo. Por lo tanto esta Autoridad considera pertinente ajustar esta información, de manera que la misma quede correctamente resumida como se presenta en la **Tabla 1**.*

*En el anexo metodológico se relacionan las horas de muestreo en que será efectuada la apertura de las redes, pero esta información no fue diligenciada en el Formato de Solicitud. Por lo tanto se considera pertinente complementar la información referente al esfuerzo de muestreo, incluyendo dicha información en la **Tabla 1** del presente concepto técnico, con el fin de dar más claridad al diseño metodológico propuesto.*

*Adicionalmente, en el Formato de solicitud se encuentra el esfuerzo de muestreo definido como 350 horas/red. Al respecto, es importante mencionar que por lo general este cálculo del esfuerzo corresponde a un análisis posterior de los datos en laboratorio (cuando se tienen las horas y metros efectivos de muestreo) y no a la estandarización previa del diseño del muestreo que va a ser realizado en campo, como se está solicitando en este caso. Así las cosas, se excluye de la casilla de esfuerzo de muestreo en la **Tabla 1**.*

3.3.2. Herpetos

*Para las técnicas de muestreo de búsqueda libre y captura, la empresa relaciona en el anexo metodológico las horas de muestreo en que será efectuado, las cuales deberían estar relacionadas en la casilla de esfuerzo de muestreo. Por lo tanto y teniendo en cuenta que la metodología se relacionaron de manera clara en el anexo metodológico, se considera posible complementar la información en la **Tabla 1** del presente documento con el fin de dar más claridad al diseño metodológico.*

3.3.3. Mamíferos

*Para la técnica de redes de niebla en el anexo metodológico se relacionan las horas de muestreo en que será efectuada la apertura de las redes, pero esta información no fue diligenciada en el Formato de Solicitud. Por lo tanto y teniendo en cuenta que la metodología se relacionaron de manera clara en el anexo metodológico, se considera posible complementar la información en la **Tabla 1** del presente documento con el fin de dar más claridad al diseño metodológico*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

3.3.4. Peces

3.3.4.1. Atarraya

*En el Anexo metodológico se encuentran las características de la técnica de muestreo: Atarraya: 1.5 a 3 cm de ojo de malla en diámetros que varían de 2m hasta 7 m), sin embargo en el formato de solicitud fue relacionado solo el ojo de malla en la unidad de muestreo. Por lo tanto esta Autoridad considera pertinente complementar la información diligenciada por la empresa, teniendo en cuenta que se relaciona de manera clara en el anexo metodológico de manera que la misma quede correctamente resumida como se presenta en la **Tabla 1**.*

3.3.4.2. Red de Arrastre

*En el Formato de solicitud la empresa relaciona las características de la técnica de muestreo: Red de arrastre: 12 m de largo por 2 m de alto y ojo de malla de 1 a 3 mm en la casilla de unidad de muestreo. Por lo tanto esta Autoridad considera pertinente diligenciar la información de manera que la misma quede correctamente resumida como se presenta en la **Tabla 1.***

3.3.4.3. Anzuelos en línea

*En el Anexo metodológico se encuentran las características de la técnica de muestreo: de las líneas de anzuelos: dos (2) reinales cada uno con 8 anzuelos por línea de anzuelos, sin embargo en el formato de solicitud no fue relacionado. Por lo tanto y teniendo en cuenta que en la metodología se relaciona de manera clara, se considera posible complementar la información en la **Tabla 1** del presente documento de manera que la misma quede correctamente resumida.*

3.3.5. Fitoplancton

3.3.5.1. Red de fitoplancton

*En el Formato de Solicitud se encuentra la característica de la técnica de muestreo de la red de fitoplancton ojo de malla de 20 micrómetros en la unidad de muestreo. Además, en el anexo metodológico se establece la unidad de muestreo como: filtración de 50 litros de agua tomada con un balde aforado, hasta concentrar los especímenes en una muestra hasta de un litro por estación de muestreo (Donato, 1998). Por lo tanto se considera pertinente ajustar la información diligenciada por la empresa, con el fin de dar más claridad al diseño metodológico como se presenta en la **Tabla 1**.*

3.3.5.2. Botella muestreadora - Van dorn

*Si bien la empresa establece como unidad de muestreo por estrato un rango entre 500 y 1.000 ml, esta Autoridad teniendo en cuenta que obtener una muestra de 1.000 ml es un volumen más incluyente por estrato para el estudio de este grupo biológico, considera conveniente precisar dicha información en la **Tabla 1** del presente concepto Técnico. Adicionalmente, teniendo en cuenta que el documento metodológico establece que el volumen de cada muestra será tomado por cada estrato fótico encontrado en cada estación de muestreo, por lo que se considera precisar esta información, con el fin de dar más claridad al diseño metodológico como se presenta en la **Tabla 1**.*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

3.3.6. Zooplancton

En el Formato de Solicitud se encuentra la característica de la técnica de muestreo de la red de fitoplancton, ojo de malla de 80 micrómetros en la unidad de muestreo. Además, en el anexo metodológico se establece la unidad de muestreo como: filtración de 50 litros de agua tomada con un balde aforado hasta concentrar los especimenes en una muestra hasta de un litro por estación de muestreo (Donato, 1998). Por lo tanto esta Autoridad considera pertinente ajustar la información diligenciada por la empresa, de manera que la misma quede correctamente resumida como se presenta en la ***Tabla 1****.*

3.3.7. Bentos

En el Formato de Solicitud se encuentra la característica de la técnica de muestreo de la red surber, cuadrante de 30 X 30 cm (área de muestreo total 1 m²) en la unidad de muestreo. Sin embargo, en el anexo metodológico se establece la unidad de muestreo como: 30 X 30 cm (900 cm²) con ojo de malla de 200 micrómetros. Por lo tanto esta Autoridad considera adecuado complementar la información presentada de manera que el diseño de muestreo quede correctamente resumido en la ***Tabla 1***

3.3.8. Macrófitas

En el anexo metodológico se encuentra la unidad de muestreo como: uso de un cuadrante de PVC de 50 X 50 cm de lado (área total de 2.500 cm²), el cual se ubicará de manera alterna cada metro a lo largo del transecto de 10 X 1 m. Por lo tanto esta Autoridad considera pertinente complementar la información diligenciada por la empresa, de manera que la misma quede correctamente resumida como se presenta en la ***Tabla 1.***

Conforme lo especificado en la solicitud de la empresa, la evaluación técnica y algunos ajustes realizados por esta Autoridad, los métodos de recolección y las muestras de la biodiversidad que se recomienda autorizar a GEMINIS CONSULTORES S.A.S.se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Metodologías para la recolección de especímenes y muestras de la biodiversidad*

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
Aves	Redes de Niebla (12 m de largo por 2,5 m de alto)	120 metros lineales de redes de niebla (10 redes) por cobertura vegetal	7 horas de muestreo al día (6:00 – 10:00 , 15:30 – 18:30) por un periodo de cinco días.	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie
Herpetos	Búsqueda libre y captura	10 transectos de 100 m por cobertura vegetal	6 horas de recorrido (diurnas y nocturnas, asi: de 8:00 – 11:00 y de 18:00 - 22:00) durante 5 días por cobertura vegetal	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie
	Trampas de caída y barreras de desvio	4 barreras de 8 m cada una, compuestas por 5 trampas de 5 galones por cobertura vegetal	24 horas de muestreo durante 5 días por cobertura vegetal	Todos	
	Muestreo de parcelas o cuadrantes	10 parcelas cuadrangulares de 8 x 8 m por tipo de cobertura vegetal	6 horas de recorrido (diurnas y nocturnas) durante 5 días por tipo de cobertura	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
			vegetal		
Mamíferos	Trampas Sherman	50 trampas por cobertura vegetal	5 días por cobertura vegetal	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie
	Trampas Tomahawk	10 trampas por cobertura vegetal	5 días por cobertura vegetal	Todos	
	Redes de niebla	120 metros lineales de redes de niebla (10 redes de 12 m de largo por 2,5 m de alto) por cobertura vegetal	6 horas de muestreo (17:30 -23:30) por un periodo de 5 días	Todos	
Artrópodos	Trampas de caída (Pitfall) con atrayente	10 trampas por cobertura vegetal	10 horas de muestreo al día por un periodo de 5 días en cada cobertura vegetal	Todos	Todos los individuos capturados en 10 trampas por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Trampa Malaise	Una trampa por cobertura vegetal	10 horas de muestreo al día por un periodo de 5 días en cada cobertura vegetal	Todos	Todos los individuos capturados en 1 trampa por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Barrido con jama	10 pases con jama en un transecto de 128 m por cobertura vegetal	4 transectos por cobertura vegetal durante 5 días	Todos	Todos los individuos capturados en 40 pases en cuatro transectos de 128 m por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Colecta manual	Transectos de 128 m con 10 puntos de colecta	4 transectos por cobertura vegetal durante 5 días	Todos	Todos los individuos capturados en 40 puntos de colecta en 4 transectos de 128 m por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Zarandeo manual	Una parcela de 32 x 32 m (zarandeo de 4 árboles)	1 parcela durante 5 días por cobertura vegetal	Todos	Todos los individuos capturados por zarandeo de cuatro árboles por parcela de 32 X 32 m por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
Peces	Nasas- red de mano (jama)	Un arrastre con red de mano	1 hora de arrastre por estación de muestreo y máximo de 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
	Atarraya (1,5 a 3 cm de ojo de malla)	Un lance de red	20 lances por estación de muestreo y máximo de 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
	Red de arrastre (12 m de largo por 2 m de alto y ojo de malla de 1 a 3 mm)	Un arrastre con red	1 hora de arrastre por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
	Anzuelos (línea) 2 reinales c/u con 8 anzuelos por línea de anzuelo	10 líneas de anzuelo por estación de muestreo	1 hora diaria por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
	Lanzamiento de anzuelos	1 lance de anzuelo	100 lanzamientos por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
Fitoplancton	Red de fitoplancton (ojo de malla de 20 micrómetros), balde aforado	Máximo 50 litros filtrados con red por estación de muestreo	50 litros filtrados por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua	Todos	Máximo 500 litros filtrados por cuerpo de agua / estudio ambiental realizado
	Botella muestreadora (Van dorn	Máximo 1000 ml por estrato por estación	Máximo 5 litros por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 50 litros por cuerpo de agua / estudio ambiental realizado
Zooplancton	Red de zooplancton (ojo de malla de 80 micrómetros). Balde aforado	Máximo50 litros filtrados por estación de muestreo	50 litros filtrados por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 500 litros filtrados por cuerpo de agua por estudio ambiental realizado
Bentos	Red Surber (30 X 30 cm, ojo de malla de 200 micrómetros)	Remoción de un área de muestreo de 900 cm² o 0.09 m²) por estación de muestreo	16 réplicas por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 160 muestras de 0.09 m² por cuerpo de agua por estudio ambiental realizado
Perifiton	Remoción por Cuadrante (9 cm²))	Remoción de cuadrante de 9 cm²	10 réplicas por estación de muestreo y máximo de 10 estaciones por cuerpo de agua	Todos	Máximo 100 muestras de 9 cm² por cuerpo de agua

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
			muestreado		muestreado por estudio ambiental realizado
Macrófitas	Colecta manual	10 cuadrantes de 50 x 50 cm / transecto de 10 X 1m por estación de muestreo	10 cuadrantes por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 6 especímenes por morfoespecie
Vegetación terrestre	Gentry - Parcelas	Para especies de estrato fustal parcelas de 0,1 hectáreas (100 x 10 m o 50 x 20 m), para especies de estrato latizal parcelas de 10 x 10 m y para especies de estrato brinzal parcelas de 5 x 5 m	Según parámetros estadísticos establecidos en el Decreto 1791 de 1996 o el que lo modifique o sustituya con probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%.	Todos	Máximo 4 especímenes por morfoespecie
	Inventario Forestal	Árboles de estrato fustal (DAP igual o mayor a 10 cm)	100% del área de estudio	Todos	
	Parcelas Permanentes	Parcelas de 10.000 m² (1 ha), 2.500 m² (0,5 ha) o 1.000 m² (0,1 ha). Medición de todos los individuos con DAP mayor a 1 cm o 2,5 cm según los requerimientos del estudio.	1 hectárea por cada 200 hectáreas de cobertura vegetal	Todos	Máximo 4 muestras botánicas por morfoespecie
	Muestreo de Epifitas vasculares	Conteo del total de los individuos de epífitas vasculares en 6 forófitos por parcela de 100 x 4 m separados entre sí por una distancia mínima de 15 m	5 parcelas establecidas en cada cobertura representativa de la zona de estudio	Todos	Máximo 4 muestras botánicas por morfoespecie
	Muestreo de Epifitas no vasculares	Un cuadrante de 30 x 20 cm establecido sobre un acetato, el cual se evaluará en un máximo de 30 veces por cada forófito	6 forofitos ubicados en cada una de las 5 parcelas de 100 x 4 m a evaluar por cada cobertura representativa de la zona de estudio	Todos	Máximo 4 muestras de 25 cm² por morfoespecie (5 x 5 cm o menos)

3.4 Métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad

En relación a la metodología presentada para la preservación de cada grupo biológico, los ajustes a tener en cuenta son:

3.4.1 Aves

Para la movilización de los especímenes que no sean preparadas las pieles en campo, se requiere que la empresa garantice la refrigeración de manera que evite que se congelen o descompongan y que no puedan ser tratadas en laboratorio.

3.4.2 Herpetos

Para el sacrificio de Anfibios se autoriza emplear la cloretona como anestésico, para ello se debe preparar ½ cucharada de Cloretona en un galón de agua suficiente para anestesiarlos durante un

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

largo tiempo, pudiendo acortar el efecto del anestésico con aceite de clavo (10 a 15 gotas en un litro de agua).

3.4.3 Mamíferos

La empresa precisa en la casilla de preservación el empleo de formol a una concentración al 10%; no obstante en la movilización cita que empleará formol al 40% en los casos en que la piel de los ejemplares no se prepare de manera inmediata; ahora bien como la concentración reportada en la bibliografía es el formol al 10%[1]; en consecuencia la ANLA autoriza el empleo de formol a una concentración del 10% para la preservación de las pieles y procede a realizar el ajuste en la Tabla 2.

3.4.4 Artrópodos

Para la preservación en medio líquido de los artrópodos se recomienda usar solución Dietrich (50ml de etanol al 95%, 50ml de formol al 40%, 10 ml de ácido acético y 300 ml de agua destilada). Lo anterior porque esta solución ayuda a preservar el material biológico de manera más efectiva que el uso de etanol al 70%.

3.4.5 Epífitas no vasculares:

No se autoriza introducir las muestras recolectadas en bolsas plásticas resellables, dado que los ejemplares pueden pudrirse o volverse quebradizos sino se secan adecuadamente. Para la preservación de este grupo se requiere mantener las bolsas de papel abiertas durante el mayor tiempo posible, en un lugar seco y seguro, de manera que el proceso de secado se efectúe por exposición al aire libre. Luego las bolsas son colocadas en cajas de cartón limpias de tamaños determinados, en donde los ejemplares no sean maltratados para la movilización (BCMF, 1996[2]).

Conforme lo especificado en la solicitud del usuario y la evaluación técnica realizada por esta Autoridad, los métodos de preservación y movilización de especímenes de la biodiversidad que se recomienda autorizar a GEMINIS CONSULTORES S.A.S. se resumen en la siguiente tabla.

***Tabla 2.** Métodos de preservación y movilización de muestras y especímenes*

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
Aves	Sacrificio: los especímenes que en dado caso sean colectados, serán sacrificados realizando una comprensión torácica o compresión de sacos pulmonares. Este procedimiento consistirá en colocar los dedos corazón e índice en la parte dorsal (espalda) del animal y el dedo pulgar en la parte ventral hasta la región pulmonar en la cual se ejercerá presión para que el animal muera. Este procedimiento ha sido empleado por la "American Veterinary Medical Association's" (AVMA). En ningún caso el espécimen se sacrificara por envenenamiento, por golpes, sumergimiento en etanol, ahorcamiento, altas temperaturas, estrangulamiento, ahogamiento, congelamiento, inanición, uso de equipos no especializados, o cualquier procedimiento que cause un sufrimiento máximo al mismo.	Posterior al sacrificio se prepararán y preservarán los ejemplares como pieles de estudio. Al respecto, cuando el ejemplar sea sacrificado en campo y no se realice inmediatamente la preparación de la piel, se movilizará hacia la ciudad de Bogotá envueltos en gasa, con naftalina al 10% y en bolsas plásticas sellables cada uno. Posteriormente se colocaran en neveras refrigeradas y se debe garantizar que no se descompongan o se congelen hasta su preparación en el laboratorio.. En el caso que la piel del ejemplar sea preparada en campo, se movilizará envuelto individualmente en cajas de cartón y etiquetadas.

[1] Díaz M. Mónica, David A. Flórez y Rubén M. Barquez. 1998. Instrucciones para la preparación y conservación de mamíferos. Publicaciones Especiales, N° 1. Programa de Investigaciones de Biodiversidad Argentina – PIDBA.

[2] Citado en: Sánchez Arturo -González y Manuel González Ledesm. Técnicas de recolecta de plantas y herborización www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_Biologia/.../Capitulo12.pdf A Sánchez-González

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	*Preservación*	*Movilización*
	Preservación: la preparación de los ejemplares incluye la separación de la piel del cuerpo de tal forma que se desprenda sin romperse o soltar las plumas y se retirarán los pedazos de musculo y hueso hasta llegar a donde se encuentra el cerebro el cual se retirará también. Luego se devolvera la piel para cubrirlo como en su posicion inicial. Posteriormente, se realizará el relleno y sutura de la piel y el arreglo del plumaje y aspecto general del ejemplar. Finalmente, el ejemplar se colocará en una caja o recipiente limpio con la espalda hacia abajo y se le amarrará una etiqueta con los datos referentes a: nombre de la especie (cuando sea posible), la localidad (altura y coordenadas), fecha, colector, tipo de hábitat, peso y colores de las partes suaves.	
Herpetos	*Sacrificio: en los casos en los que sea necesaria la captura del animal y se registrará toda su información biológica. Para el sacrificio se tendrán en cuenta los procedimientos especificados por Palacio et al (2006) y McDiarmid (1994). Para Anfibios pequeños se realizará con anestésicos como Cloretona ((preparada con una cucharadita de cloretona en un galón de agua para sumergir el individuo) o Benzocaina (al 10% para usar como ungüento). Para Herpetos grades se aplicará inyección directa de Roxicaína al 4% (sin epinefrina para evitar derrames cerebrales o muertes dolorosas) en el corazón del animal; como metodología alternativa se aplicará inyección letal de Xilocaina en el corazón del individuo (Baena,2006)* *Fijación: para anfibios los ejemplares se colocarán en un recipiente de plástico con tapa hermética con fondo cubierto por toalla blanca lisa de papel absorbente, embebidas en formol con buffer al 10%. Cada ejemplar será posicionado dentro de una bandeja con los parámetros descritos por McDiarmis (1994). Para ejemplares de reptiles se colocarán en una caja plástica boca abajo en una caja plástica con toallas blancas lisas de papel absorbente empapadas con formol al 10%. Los ejemplares serán posicionados con los parámetros descritos por Ramirez y Bernal (2005) y Baena et al (2006)* *Preservación: para los ejemplares de anfibios y reptiles se sumergirán los ejemplares en soluciones de alcohol al 30% y 50% para retirar el fijador (Baena et al, 2006, 2002). Y se almacenarán en alcohol al 70%. Para larvas y huevos de anfibios se utilizarán formalina al 10% con o sin buffer*	*Los anfibios se depositarán en frascos de tapa rosca y se transportarán en contenedores plásticos. Larvas y huevos se transportarán en frascos con formalina al 10%. Para reptiles se depositaran en bolsas de plástico, contenedores de plástico o sacos de lona delgada por separado para cada ejemplar para ser transportados, de tal modo que contengan humedad suficiente para evitar que se deshidraten.*
Mamíferos	*Sacrificio: mediante comprensión toráxica (cardiopulmonar cardiaca) en la cual se colocara los dedos corazón e indice en la parte dorsal (espalda) del animal y el dedo pulgar en la parte ventral hasta la región pulmonar donde se hace presión para que el animal muera (AVMA, 2007). Así mismo se utilizara una inyección de anestésico local (Xilocaina o Lidocaina al 2%) aplicando 5 ml en el corazón del ejemplar (Muñoz et al 2011).* *Pieles: preparación y preservación de pieles de acuerdo a Setzer (1963) y Ramirez y Bernal (2005). La preparación de los ejemplares incluye la separación de la piel del cuerpo, relleno y sutura de la piel; finalmente el arreglo del ejemplar mediante ubicación y fijación ventral en una tabla.*	*Pieles: en casos en que la piel de los ejemplares no se prepare de manera inmediata en campo se movilizara hacia la ciudad de Bogotá en bolsas plásticas por ejemplar, envueltos en gasa con solución de formol al 10% las cuales serán dispuestas en neveras. En los casos en que la piel de los ejemplares sea preparada en campo (ejemplares en seco) se ubicaran en bolsas plásticas individuales estas a su vez y según el tamaño se ubicaran en cajas de cartón debidamente etiquetadas.* *Liquido: para ejemplares preservados en liquido desde campo se movilizaran en tarros plásticos debidamente etiquetados en formol al 10% y en laboratorio se continuara con el proceso de*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
	Líquido: fijación de los especimenes con formol al 10% (Setzer, 1993). Posteriormente se sumergirán en alcohol etílico al 70% como método de conservación.	*fijación.*
Artrópodos	*Sacrificio: el sacrificio y la fijación de la mayoría de los invertebrados, especialmente los de tamaños pequeños y cuerpos blandos, se realizará por sumersión en una solución Dietrich (50ml de etanol al 95%, 50ml de formol al 40%, 10 ml de ácido acético y 300 ml de agua destilada) para la preservación de todos los artrópodos en medio líquido. Dicha solución, ayuda a preservar el material biológico de manera más efectiva que el uso de etanol al 70%; esto se aplica principalmente la colecta manual, zarandeo, jameo, trampas de caída. Sin embargo, en algunos casos se recolectan invertebrados grandes que presentan estructuras delicadas tales como las escamas que permiten su identificación (pj. Lepidoptera) o que presentan coloración (pj. Coleópteros y Odonatos) se procederá al sacrificio en cámara letal o por inyección letal.* *Preservación líquido: la fijación y preservación de los artrópodos se realizará utilizando una solución Dietrich, el cual estará contenido en frascos plásticos (viales) debidamente etiquetados.* *Preservación en seco: los organismos sacrificados en cámara letal o mediante inyección letal tales como los Lepidópteros y los Odonata, serán colocados en sobres de papel Glasine o pergamino, debidamente etiquetados. En el caso de los Coleopteros y otros invertebrados grandes de cuerpos duros, pueden disponerse en frascos con papel absorbente y esferas de silica gel. Una vez en el laboratorio, estos invertebrados se preservarán en seco montados en alfiler entomológico sobre láminas de icopor y debidamente rotulados.*	*Se utilizarán sobres de papel glasine, pergamino y frascos. Cada uno será etiquetado y almacenado en cajas plásticas o de icopor. Una vez transportados, los ejemplares capturados serán llevados a un laboratorio para su determinación taxonómica y el posterior montaje en líquido o en seco para su introducción a una colección biológica.*
Peces	*Sacrificio: los ejemplares que en dado caso sean colectados, serán sacrificados en aceite de clavo de olor (euglenol). El producto se añadirá a los depósitos de agua en la cantidad adecuada (por ejemplo 10-30 mg/L).* *Preservación: para la fijación y preservación de los ejemplares colectados basado en el Manual: Standard Methods For the Examination of water and wastewater (2012), se fijarán en solución de formol al 10%. Para el caso de peces mayores a 10 cm de longitud total, se requerirá una inyección adicional del conservante en la cavidad visceral, de manera tal que permita fijar los tejidos de los órganos internos. Por su parte los ejemplares mayores a 25 cm se inyectaran en formol concentrado en la masa muscular dorsal.* *En el caso de peces tanto de tamaños pequeños como grandes, la fijación se dejará por 10 días tras los cuales el formol será reemplazado por alcohol etílico al 75% como líquido preservante, el cual deberá cubrir todo el cuerpo del ejemplar. En el proceso de fijación y preservación, los peces se colocaran en envases, recipientes o bolsas Ziploc de acuerdo con el tamaño del ejemplar.*	*Los ejemplares serán trasladados a un laboratorio acreditado en frascos de boca ancha hasta 1 litro con formol al 10% o en bolsas Ziploc perforadas con formol al 10% y almacenadas en canecas o neveras plásticas, procurando rellenar los espacios entre ejemplares con papel o tela para evitar que estos se golpeen entre sí.*
Fitoplancton	*En el área de muestreo después de colectadas las muestras, estas deberán estar etiquetadas de tal modo que se identifique un código de muestra, un código de procedencia (localización), fecha de*	*Para su transporte, las muestras se almacenarán en frascos color ámbar debidamente etiquetados y en nevera plástica para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envío de*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
	recolección, fijador utilizado y persona o entidad a cargo de la recolección e identificación. Este tipo de muestras se preservaran en solución Transeau la cual estará compuesta por agua destilada, etanol al 90% y formol al 40% en proporción 6:3:1, añadida en volumen 1:1. También se podrá utilizar una solución de formol al 37% neutralizado con Borax tomando como referencia la técnica 10200B para colección y almacenamiento de muestras del Standard Methosds for the Examination of Water and Wastewater.	*las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.*
Zooplancton	*En el área de muestreo después de colectadas las muestras, estas deberán estar etiquetadas de tal modo que se identifique un código de muestra, un código de procedencia (localización), fecha de recolección, fijador utilizado y persona o entidad a cargo de la recolección e identificación. Este tipo de muestras se preservaran en alcohol al 70%, tomando en cuenta la técnica 10200 B para la colección y almacenamiento de muestras del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.*	*Para su transporte, las muestras se almacenarán en frascos color ámbar debidamente etiquetados y en nevera plástica para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envio de las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.*
Bentos	*Una vez finalizado el muestreo en cada estación, el material filtrado se colectará en bolsas plásticas sellables calibre grueso tipo Ziploc o frascos de plástico, a los cuales se les adicionará como fijador y preservante, una solución de Transeau, el cual se teñirá con colorante Rosa de Bengala, tomando en cuenta la técnica 10500 C del referido en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012).* *Cada una de las muestras será rotulada con el nombre o código asignado a la estación de muestreo y la fecha de recolección, el punto de muestreo al cual pertenece la muestra (por ejemplo si corresponde el muestreo a la estación aguas arriba, aguas abajo o a la estación de referencia). El rotulo será protegido con cinta plástica y se deberá tener cuidado que el envase de recolección no presente orificios o daños que generen perdida o derrame del contenido.*	*Para su transporte, las muestras se almacenarán en bolsas plásticas herméticas, debidamente etiquetadas y en nevera plástica o de poliestireno para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envió de las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.*
Perifiton	*En el área de muestreo después de colectadas las muestras, estas deberán estar etiquetadas de tal modo que se identifique un código de muestra, un código de procedencia (localización), fecha de recolección, fijador utilizado y persona o entidad a cargo de la recolección e identificación. Este tipo de muestras se fijaran y preservaran en frascos de vidrio color ámbar, con solución Transeau conformada por agua destilada, alcohol al 90% y formol al 40% mezclados en proporción 6:3:1 a la cual se le agregaran 0,5 ml de lugol para facilitar su identificación en el laboratorio. También se podrá utilizar una solución de 5% neutral de formalina (adición de 40 ml de formalina neutra con 20 g de borato de sodio + 1litro 37% de Formaldehido), tomando como referencia la técnica 10200B para colección y almacenamiento de muestras del Standard Methosds for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition.*	*Para su transporte, las muestras se almacenaran en frascos color ámbar debidamente etiquetada y en nevera plástica para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envio de las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.*
Macrófitas	*La forma de colectar este grupo biológico es de tipo manual, tomando las partes subterráneas como raíces, rizomas o bulbos. Se realizará el muestreo de una cantidad representativa de ejemplares que*	*Las muestras de herborización se colocaran en papel periódico impregnado con alcohol, luego se prensaran y serán almacenadas en costales de nylon para su movilización.*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	*Preservación*	*Movilización*
	cuenten con hojas u estructuras fértiles como flores o frutos maduros. Los ejemplares serán secados al aire y rociados con alcohol etílico al 70% como líquido preservante, extendidos sobre papel periódico, siguiendo la técnica 10400D para la colección y almacenamiento de muestras del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012). Cada ejemplar se prensara con cartón y se amarrará firmemente. *Las muestras serán rotuladas con marcador indeleble, con el nombre o código de la estación de muestreo, la fecha de recolección y prensadas debidamente.*	
Vegetación terrestre	*Para almacenar las muestras colectadas se utilizarán bolsas plásticas transparentes de 30 x 40 cm, en las cuales se depositará cada muestra con el registro de su respectivo código de colecta. Posteriormente, se procede a prensar el material vegetal, para esto se deberá contar con papel periódico de un tamaño aproximado de 112 x 31 cm (una hoja sencilla). Todas las muestras colectadas deberán ser prensadas apilando una muestra sobre otra hasta una altura de 30 cm aproximadamente. Una vez prensado, cada paquete será amarrado con una cuerda y almacenado en una bolsa plástica. Para asegurar el buen estado de las muestras se aplicará sobre ellas una solución previamente preparada de alcohol y agua (50:50) asegurando que todas las muestras queden impregnadas.*	*Se retira el aire de las bolsas que contienen las muestras y se sellan para su movilización. Todo el material colectado será llevado a herbarios definidos según la localidad del estudio, en los cuales se someterá las muestras a secado en horno y se llevará a cabo su identificación.*
Epífitas vasculares y no vasculares	*Para epífitas vasculares se utilizará el mismo método de preservación de la vegetación terrestre.* *Para el caso de epífitas no vasculares, cada muestra se guardará en bolsas de papel kraft rotuladas con un consecutivo, selladas con cinta de enmascarar dejando una cantidad moderada de aire en su interior.*	*Para la movilización de las muestras colectadas de epífitas vasculares y no vasculares se utilizará bolsas plásticas transparentes selladas. En estas bolsas se almacenará por separado las epífitas colectadas con la metodología de vegetación terrestre, ya que estas deberán ser almacenadas con alcohol. Las epífitas colectadas en bolsas de papel kraft se almacenarán de manera conjunta en una bolsa transparente aunque se mantendrá abierta durante el mayor tiempo posible, en un lugar seco y seguro para el secado al aire libre . De esta manera serán llevadas a un herbario definido según el sitio de desarrollo del estudio.*

3.5 Perfiles de los profesionales que intervendrán en los estudios

Esta Autoridad considera que los perfiles presentados por GEMINIS CONSULTORES S.A.S., procuran incluir profesionales que cuenten con un conocimiento adecuado de los diferentes grupos biológicos a caracterizar y de las técnicas y métodos de campo y laboratorio para llevar a cabo su estudio y recolección. No obstante se realizan algunas precisiones para los perfiles profesionales de los grupos biológicos:

3.5.1 Perfil profesional de Mamíferos

*En el formato de solicitud en la experiencia específica y observaciones del perfil, corresponde al perfil de herpetos. No obstante como en el anexo metodológico el perfil del profesional de mamíferos si corresponde a la descripción para este grupo biológico, esta Autoridad realiza el ajuste respectivo en la **Tabla 3**.*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

3.5.2 Perfil profesional de Peces

Para el perfil del profesional relacionado con el grupo biológico de peces, no se incluyó la experticia en la eutanasia, por lo tanto esta Autoridad incluye este requisito en la ***Tabla 3*** *y recomienda otorgar el permiso condicionado al cumplimiento de contar con experticia en la eutanasia.*

Así, los perfiles autorizados son:

Tabla 3*. Perfiles de los profesionales que intervendrán en los estudios*

Grupo Biológico	Formación académica	Experiencia específica
Aves	Biólogo o Ecólogo	Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de avifauna, diseño de muestreo, instalación y operación de redes de niebla para captura de aves, manipulación de individuos para la toma de dat os. Experiencia en técnicas de sacrificio, preservación, conservación, transporte de especímenes de aves y determinación taxonómica de ejemplares capturados y detectados de forma visual y auditiva.
Herpetos	Biólogo o Ecólogo	Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de herpetofauna, diseño de muestreo, manipulación de individuos para la toma de datos. Experiencia en técnicas de sacrificio, preservación, conservación, transporte de especímenes de anfibios y reptiles y determinación taxonómica de ejemplares capturados u observados
Mamíferos	Biólogo o Ecólogo	Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de mastofauna diseño de muestreo, manipulación de individuos para la toma de datos. Experiencia en técnicas de sacrificio, preservación, conservación, transporte de especímenes de mamíferos voladores y no voladores y determinación taxonómica de ejemplares capturados u observados
Artrópodos	Biólogo, Ingeniero agrónomo, Ingeniero forestal, Ingeniero agroforestal Ecólogo, Agrónomo	[Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de artropofauna, aplicación de técnicas de recolección, sacrificio, preservación, montaje y determinación taxonómica de insectos y otros artrópodos terrestres
Peces	Biólogo, Biólogo Marino, Ingeniero Acuícola	Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de ictiofauna, diseño de muestreo, aplicación de técnicas de pesca para la captura de individuos. Experiencia en métodos de eutanasia, preservación y fijación de especímenes y determinación taxonómica de especies de peces registradas mediante la captura.
Fitoplancton	Biólogo o Biólogo Marino	Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria y caracterización de fitoplancton, manejo y uso de, red de fitoplancton y botella

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	*Formación académica*	*Experiencia específica*
		muestreadora. Experiencia en técnicas de colecta y conservación de especímenes para la identificación en laboratorio
Zooplancton	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria y caracterización de zooplancton, manejo y uso de equipos como red de zooplancton. Experiencia en técnicas de colecta y conservación de especímenes para la identificación en laboratorio*
Bentos	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de fauna béntica, técnicas de colecta y preservación de especímenes para la identificación en laboratorio*
Perifiton	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria y caracterización de perifiton. Experiencia en técnicas de colecta y conservación de especímenes para la identificación en laboratorio*
Macrófitas	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de comunidades hidrobiológicas. Experiencia en métodos de colecta, preservación, etiquetado de muestras y determinación taxonómica de plantas acuáticas*
Vegetación terrestre	*Biólogo, Ingeniero Forestal, Ingeniero Agroforestal*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria para la realización de inventarios forestales, caracterización de coberturas vegetales, aprovechamiento forestal. Experiencia en manejo de métodos de recolección, preservación, movilización de muestras botánicas, y determinación taxonómica de especies.*
Epífitas vasculares y no vasculares	*Biólogo, Ingeniero forestal*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar de experiencia específica en caracterización florística de epífitas vasculares y no vasculares, manejo de métodos de recolección, preservación, conservación de muestras y determinación taxonómica de especies*

Una vez sea otorgado el permiso, los profesionales que finalmente sean contratados por GEMINIS CONSULTORES S.A.S. para ejecutar los estudios o proyectos, deberán obedecer al cumplimiento de los perfiles aquí presentados y autorizados por la ANLA.

(...)"

CONSIDERACIONES JURÍDICAS

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política consagran el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables a fin de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir los factores de deterioro ambiental.

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Que el artículo 51 del Decreto Ley 2811 de 1974, señala que el derecho de usar los recursos naturales renovables puede ser adquirido por ministerio de la ley, permiso, concesión y asociación.

Que los artículos 56 y siguientes del Decreto Ley 2811 de 1974, tratan del permiso para el estudio de recursos naturales.

Que de acuerdo con el artículo 12 de la Ley 165 de 1994, por la cual se aprueba el Convenio sobre Diversidad Biológica, los Estados Parte deben promover y fomentar la investigación que contribuya a la conservación y a la utilización sostenible de la diversidad biológica.

Que el artículo 2.2.2.9.2.1 del Decreto 1076 de 2015 *"por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"*, establece lo siguiente: *"Actividades de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica. Toda persona que pretenda adelantar estudios, en los que sea necesario realizar actividades de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica en el territorio nacional, con la finalidad de elaborar estudios ambientales necesarios para solicitar y/o modificar licencias ambientales o su equivalente, permisos, concesiones o autorizaciones deberá previamente solicitar a la autoridad ambiental competente la expedición del permiso que reglamenta el presente Decreto.*

El permiso de que trata el presente decreto amparará la recolecta de especímenes que se realicen durante su vigencia en el marco de la elaboración de uno o varios estudios ambientales."

Que así mismo, el parágrafo segundo de la citada norma prevé que la obtención del permiso de que trata el decreto constituye un trámite previo dentro del proceso de licenciamiento ambiental y no implica la autorización de acceso y aprovechamiento a recursos genéticos.

Que el artículo 2.2.2.9.2.2 del Decreto 1076 de 2015, define los Estudios Ambientales y el *Permiso de Estudios con fines de elaboración de Estudios Ambientales*, así: *"Estudios Ambientales: Son aquellos estudios que son exigidos por la normatividad ambiental, para la obtención o modificación de una licencia ambiental o su equivalente, permiso, concesión o autorización y cuya elaboración implica realizar cualquier actividad de recolecta de especímenes silvestres de la diversidad biológica.*

Permiso de Estudios con fines de elaboración de Estudios Ambientales: Es la autorización previa que otorga la autoridad ambiental competente para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales necesarios para solicitar y/o modificar licencias ambientales o su equivalente, permisos, concesiones o autorizaciones."

Que el artículo 2.2.2.9.2.4 del mencionado Decreto estableció los requisitos que deben aportarse para la solicitud del permiso de estudios para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales, en los siguientes términos:

1. Formato de solicitud de permiso de estudios con fines de elaboración de Estudios Ambientales debidamente diligenciado, en el que se indique la ubicación departamento(s) y/o municipio(s), donde se va a llevar a la recolecta de especímenes conformidad con lo señalado en el Artículo 3º (sic) del presente Decreto.

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

2. Documento que describa las metodologías establecidas para cada uno los grupos biológicos objeto de estudio.

3. Documento que describa el perfil que deberán tener los profesionales que intervendrán en los estudios.

4. Copia del documento de identificación del solicitante del permiso. Si se trata de persona jurídica la entidad verificará en línea el certificado de existencia y representación legal.

5. Copia del recibo consignación del valor de los servicios fijados para la evaluación de la solicitud.

Que de otra parte, en el Decreto 1076 de 2015 se regula lo relativo a las obligaciones que deben cumplir los titulares de los permisos, los requisitos y trámites que deben surtirse para las modificaciones y cesiones de los derechos y obligaciones que emanan de dichos permisos. En cuanto a la vigencia de los permisos, establece el artículo 2.2.2.9.2.7 ibidem, que éstos podrán tener una duración hasta de dos (2) años, término que *"podrá ser prorrogado cuando la inejecución de los estudios, dentro del lapso de su vigencia, obedezca a fuerza mayor"*.

Que igualmente, en cuanto a las medidas preventivas y sancionatorias, se dispone en el artículo 2.2.2.9.2.13 ibidem que *"en caso de incumplimiento de los términos, condiciones y obligaciones previstas en el permiso, darán lugar a las medidas preventivas y sancionatorias de que trata la Ley 1333 de 2009"*.

Que efectuadas las anteriores consideraciones y acogiendo la recomendación del concepto técnico 3417 del 9 de julio de 2015, esta Autoridad considera que es viable otorgar a la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., identificada con NIT 900.065.324-5, el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, a desarrollar en todo el territorio nacional, en los términos que se indican en la parte resolutiva del presente acto administrativo.

Sin embargo y de conformidad con el concepto técnico No. 3417 del 9 de julio de 2015, es pertinente precisar que se realizaron algunos ajustes en cuanto a las metodologías para la recolección de especímenes, muestras de la biodiversidad, bajo el numeral 3.3 (3.3.1., -aves-, 3.3.2., - herpetos-, 3.3.3., - mamíferos-. 3.3.4., – peces-, 3.3.4.1., - atarraya-, 3.3.4.2., -anzuelos en línea-, 3.3.5., fitoplancton, 3.3.5.1.,-red de fitoplancton-, 3.3.5.2.,-botella muestreadora – van dorn-, 3.3.6., zooplancton, 3.3.7, bentos y 3.3.8, macrófitas.), y en lo dispuesto para métodos para la preservación y movilización de especímenes y muestras de la biodiversidad, de acuerdo a lo indicado en el numeral 3.4 (3.4.1, - aves, 3.4.2., herpetos, 3.4.3., mamíferos, y 3.4.5., epifitas no vasculares-).

Finalmente, en cuanto a los perfiles de los profesionales que intervendrán en los estudios esta autoridad considera pertinente precisar que para el grupo de mamíferos se realizó un ajuste, teniendo en cuenta que se evidenció que la experiencia especifica y las observaciones del perfil, correspondían al grupo de herpetos. Igualmente se realizó ajuste al perfil profesional correspondiente al grupo de peces, toda vez que no se incluyó la experticia en la eutanasia, al respecto esta Autoridad condiciona el permiso de acuerdo a un mínimo de un año de experiencia para este procedimiento.

Que mediante Decreto Ley 3573 de 2011, se creó la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA-,encargada de que los proyectos, obras o actividades sujetos de licenciamiento, permiso o

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

trámite ambiental cumplan con la normativa ambiental de tal manera que contribuyan al desarrollo sostenible ambiental del País.

Que en el artículo 3° del Decreto Ley 3573 del 2011, se establecen dentro de las funciones de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales –ANLA, la de otorgar o negar las licencias, permisos y trámites ambientales de competencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de conformidad con la ley y los reglamentos.

Que en mérito de lo expuesto,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO.- Otorgar a la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., identificada con NIT 900.065.324-5, Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales en todo el territorio nacional, el cual será desarrollado de conformidad con las obligaciones generales y especificas a imponer en el presente acto administrativo. El permiso incluye la autorización para la movilización de los especímenes recolectados.

PARÁGRAFO: El término de vigencia del presente permiso es por un período de **dos (2) años,** contados a partir de su ejecutoria del presente acto administrativo sin perjuicio de ser prorrogado en los términos establecidos en el artículo 2.2.2.9.2.7 del Decreto 1076 de 2005.

ARTÍCULO SEGUNDO.- La sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., deberá ejecutar el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales durante la vigencia autorizada y bajo las siguientes especificaciones:

1. Se autoriza a la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., las metodologías, las muestras y cantidades de recolección de la diversidad biológica resumidas en la siguiente tabla:

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
Aves	Redes de Niebla (12 m de largo por 2,5 m de alto)	120 metros lineales de redes de niebla (10 redes) por cobertura vegetal	7 horas de muestreo al día (6:00 – 10:00, 15:30 – 18:30) por un periodo de cinco días.	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie
Herpetos	Búsqueda libre y captura	10 transectos de 100 m por cobertura vegetal	6 horas de recorrido (diurnas y nocturnas, asi: de 8:00 – 11:00 y de 18:00 - 22:00) durante 5 días por cobertura vegetal	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie
	Trampas de caída y barreras de desvío	4 barreras de 8 m cada una, compuestas por 5 trampas de 5 galones por cobertura vegetal	24 horas de muestreo durante 5 días por cobertura vegetal	Todos	
	Muestreo de parcelas o cuadrantes	10 parcelas cuadrangulares de 8 x 8 m por tipo de cobertura vegetal	6 horas de recorrido (diurnas y nocturnas) durante 5 días por tipo de cobertura vegetal	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
Mamíferos	Trampas Sherman	50 trampas por cobertura vegetal	5 días por cobertura vegetal	Todos	Máximo 6 individuos por morfoespecie
	Trampas Tomahawk	10 trampas por cobertura vegetal	5 días por cobertura vegetal	Todos	
	Redes de niebla	120 metros lineales de redes de niebla (10 redes de 12 m de largo por 2,5 m de alto) por cobertura vegetal	6 horas de muestreo (17:30 -23:30) por un periodo de 5 días	Todos	
Artrópodos	Trampas de caida (Pitfall) con atrayente	10 trampas por cobertura vegetal	10 horas de muestreo al día por un periodo de 5 días en cada cobertura vegetal	Todos	Todos los individuos capturados en 10 trampas por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Trampa Malaise	Una trampa por cobertura vegetal	10 horas de muestreo al día por un periodo de 5 días en cada cobertura vegetal	Todos	Todos los individuos capturados en 1 trampa por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Barrido con jama	10 pases con jama en un transecto de 128 m por cobertura vegetal	4 transectos por cobertura vegetal durante 5 días	Todos	Todos los individuos capturados en 40 pases en cuatro transectos de 128 m por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Colecta manual	Transectos de 128 m con 10 puntos de colecta	4 transectos por cobertura vegetal durante 5 días	Todos	Todos los individuos capturados en 40 puntos de colecta en 4 transectos de 128 m por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
	Zarandeo manual	Una parcela de 32 x 32 m (zarandeo de 4 árboles)	1 parcela durante 5 días por cobertura vegetal	Todos	Todos los individuos capturados por zarandeo de cuatro árboles por parcela de 32 X 32 m por cobertura vegetal / estudio ambiental realizado
Peces	Nasas- red de	Un arrastre con red de mano	1 hora de arrastre por	Todos	Todos

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
	mano (jama)		estación de muestreo y máximo de 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado		
	Atarraya (1,5 a 3 cm de ojo de malla)	Un lance de red	20 lances por estación de muestreo y máximo de 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
	Red de arrastre (12 m de largo por 2 m de alto y ojo de malla de 1 a 3 mm)	Un arrastre con red	1 hora de arrastre por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
	Anzuelos (línea) 2 reinales c/u con 8 anzuelos por línea de anzuelo	10 líneas de anzuelo por estación de muestreo	1 hora diaria por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
	Lanzamiento de anzuelos	1 lance de anzuelo	100 lanzamientos por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Todos
Fitoplancton	Red de fitoplancton (ojo de malla de 20 micrómetros), balde aforado	Máximo 50 litros filtrados con red por estación de muestreo	50 litros filtrados por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua	Todos	Máximo 500 litros filtrados por cuerpo de agua / estudio ambiental realizado
	Botella muestreadora (Van dorn	Máximo 1000 ml por estrato por estación	Máximo 5 litros por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 50 litros por cuerpo de agua / estudio ambiental realizado
Zooplancton	Red de zooplancton (ojo de malla de 80 micrómetros). Balde aforado	Máximo 50 litros filtrados por estación de muestreo	50 litros filtrados por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 500 litros filtrados por cuerpo de agua por estudio ambiental realizado
Bentos	Red Surber (30 X 30 cm, ojo de malla de 200 micrómetros)	Remoción de un área de muestreo de 900 cm² o 0.09 m²) por estación de muestreo	16 réplicas por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 160 muestras de 0.09 m² por cuerpo de agua por estudio ambiental realizado
Perifiton	Remoción por Cuadrante (9 cm²))	Remoción de cuadrante de 9 cm²	10 réplicas por estación de muestreo y máximo de 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 100 muestras de 9 cm² por cuerpo de agua muestreado

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especimenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Técnica de Muestreo	Unidad de Muestreo (Unidades)	Esfuerzo de muestreo	Recolección	
				Temporal	Definitiva
					por estudio ambiental realizado
Macrófitas	Colecta manual	10 cuadrantes de 50 x 50 cm / transecto de 10 X 1m por estación de muestreo	10 cuadrantes por estación de muestreo y máximo 10 estaciones por cuerpo de agua muestreado	Todos	Máximo 6 especimenes por morfoespecie
Vegetación terrestre	Gentry - Parcelas	Para especies de estrato fustal parcelas de 0,1 hectáreas (100 x 10 m o 50 x 20 m), para especies de estrato latizal parcelas de 10 x 10 m y para especies de estrato brinzal parcelas de 5 x 5 m	Según parámetros estadísticos establecidos en el Decreto 1791 de 1996 o el que lo modifique o sustituya con probabilidad del 95% y error de muestreo inferior al 15%.	Todos	Máximo 4 especimenes por morfoespecie
	Inventario Forestal	Árboles de estrato fustal (DAP igual o mayor a 10 cm)	100% del área de estudio	Todos	
	Parcelas Permanentes	Parcelas de 10.000 m² (1 ha), 2.500 m² (0,5 ha) o 1.000 m² (0,1 ha). Medición de todos los individuos con DAP mayor a 1 cm o 2,5 cm según los requerimientos del estudio.	1 hectárea por cada 200 hectáreas de cobertura vegetal	Todos	Máximo 4 muestras botánicas por morfoespecie
	Muestreo de Epifitas vasculares	Conteo del total de los individuos de epifitas vasculares en 6 forófitos por parcela de 100 x 4 m separados entre sí por una distancia mínima de 15 m	5 parcelas establecidas en cada cobertura representativa de la zona de estudio	Todos	Máximo 4 muestras botánicas por morfoespecie
	Muestreo de Epifitas no vasculares	Un cuadrante de 30 x 20 cm establecido sobre un acetato, el cual se evaluará en un máximo de 30 veces por cada forófito	6 forofitos ubicados en cada una de las 5 parcelas de 100 x 4 m a evaluar por cada cobertura representativa de la zona de estudio	Todos	Máximo 4 muestras de 25 cm² por morfoespecie (5 x 5 cm o menos)

2. Los métodos de preservación y movilización de especímenes de la biodiversidad, que se autorizan a la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., son los siguientes:

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
Aves	Sacrificio: los especimenes que en dado caso sean colectados, serán sacrificados realizando una comprensión torácica o compresión de sacos pulmonares. Este procedimiento consistirá en colocar los dedos corazón e índice en la parte dorsal (espalda) del animal y el dedo pulgar en la parte ventral hasta la región pulmonar en la cual se ejercerá presión para que el animal muera. Este procedimiento ha sido empleado por la "American Veterinary Medical Association's" (AVMA). En ningún caso el espécimen se sacrificara por envenenamiento, por golpes, sumergimiento en etanol, ahorcamiento, altas temperaturas, estrangulamiento, ahogamiento, congelamiento, inanición, uso de equipos no especializados, o cualquier procedimiento que cause un sufrimiento máximo al mismo. Preservación: la preparación de los ejemplares incluye la separación de la piel del cuerpo de tal forma que se desprenda sin romperse o soltar las plumas y se retirarán los	Posterior al sacrificio se prepararán y preservarán los ejemplares como pieles de estudio. Al respecto, cuando el ejemplar sea sacrificado en campo y no se realice inmediatamente la preparación de la piel, se movilizará hacia la ciudad de Bogotá envueltos en gasa, con naftalina al 10% y en bolsas plásticas sellables cada uno. Posteriormente se colocaran en neveras refrigeradas y se debe garantizar que no se descompongan o se congelen hasta su preparación en el laboratorio.. En el caso que la piel del ejemplar sea preparada en campo, se movilizará envuelto individualmente en cajas de cartón y etiquetadas.

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
	pedazos de musculo y hueso hasta llegar a donde se encuentra el cerebro el cual se retirará también. Luego se devolvera la piel para cubrirlo como en su posicion inicial. Posteriormente, se realizará el relleno y sutura de la piel y el arreglo del plumaje y aspecto general del ejemplar. Finalmente, el ejemplar se colocará en una caja o recipiente limpio con la espalda hacia abajo y se le amarrará una etiqueta con los datos referentes a: nombre de la especie (cuando sea posible), la localidad (altura y coordenadas), fecha, colector, tipo de hábitat, peso y colores de las partes suaves.	
Herpetos	Sacrificio: en los casos en los que sea necesaria la captura del animal y se registrará toda su información biológica. Para el sacrificio se tendrán en cuenta los procedimientos especificados por Palacio et al (2006) y McDiarmid (1994). Para Anfibios pequeños se realizará con anestésicos como Cloretona ((preparada con una cucharadita de cloretona en un galón de agua para sumergir el individuo) o Benzocaina (al 10% para usar como ungüento). Para Herpetos grades se aplicará inyección directa de Roxicaína al 4% (sin epinefrina para evitar derrames cerebrales o muertes dolorosas) en el corazón del animal; como metodología alternativa se aplicará inyección letal de Xilocaína en el corazón del individuo (Baena,2006) Fijación: para anfibios los ejemplares se colocarán en un recipiente de plástico con tapa hermética con fondo cubierto por toalla blanca lisa de papel absorbente, embebidas en formol con buffer al 10%. Cada ejemplar será posicionado dentro de una bandeja con los parámetros descritos por McDiarmis (1994). Para ejemplares de reptiles se colocarán en una caja plástica boca abajo en una caja plástica con toallas blancas lisas de papel absorbente empapadas con formol al 10%. Los ejemplares serán posicionados con los parámetros descritos por Ramírez y Bernal (2005) y Baena et al (2006) Preservación: para los ejemplares de anfibios y reptiles se sumergirán los ejemplares en soluciones de alcohol al 30% y 50% para retirar el fijador (Baena et al, 2006, 2002). Y se almacenarán en alcohol al 70%. Para larvas y huevos de anfibios se utilizarán formalina al 10% con o sin buffer	Los anfibios se depositarán en frascos de tapa rosca y se transportarán en contenedores plásticos. Larvas y huevos se transportarán en frascos con formalina al 10%. Para reptiles se depositaran en bolsas de plástico, contenedores de plástico o sacos de lona delgada por separado para cada ejemplar para ser transportados, de tal modo que contengan humedad suficiente para evitar que se deshidraten.
Mamíferos	Sacrificio: mediante comprensión toráxica (cardiopulmonar cardiaca) en la cual se colocara los dedos corazón e índice en la parte dorsal (espalda) del animal y el dedo pulgar en la parte ventral hasta la región pulmonar donde se hace presión para que el animal muera (AVMA, 2007). Así mismo se utilizara una inyección de anestésico local (Xilocaina o Lidocaina al 2%) aplicando 5 ml en el corazón del ejemplar (Muñoz et al 2011). Pieles: preparación y preservación de pieles de acuerdo a Setzer (1963) y Ramírez y Bernal (2005). La preparación de los ejemplares incluye la separación de la piel del cuerpo, relleno y sutura de la piel; finalmente el arreglo del ejemplar mediante ubicación y fijación ventral en una tabla. Liquido: fijación de los especimenes con formol al 10% (Setzer, 1993). Posteriormente se sumergirán en alcohol etílico al 70% como método de conservación.	Pieles: en casos en que la piel de los ejemplares no se prepare de manera inmediata en campo se movilizara hacia la ciudad de Bogotá en bolsas plásticas por ejemplar, envueltos en gasa con solución de formol al 10% las cuales serán dispuestas en neveras. En los casos en que la piel de los ejemplares sea preparada en campo (ejemplares en seco) se ubicaran en bolsas plásticas individuales estas a su vez y según el tamaño se ubicaran en cajas de cartón debidamente etiquetadas. Liquido: para ejemplares preservados en liquido desde campo se movilizaran en tarros plásticos debidamente etiquetados en formol al 10% y en laboratorio se continuara con el proceso de fijación.
Artrópodos	Sacrificio: el sacrificio y la fijación de la mayoría de los invertebrados, especialmente los de tamaños pequeños y cuerpos blandos, se realizará por sumersión en una solución Dietrich (50ml de etanol al 95%, 50ml de formol al 40%, 10 ml de ácido acético y 300 ml de agua destilada) para la preservación de todos los artrópodos en medio liquido.	Se utilizarán sobres de papel glasine, pergamino y frascos. Cada uno será etiquetado y almacenado en cajas plásticas o de icopor. Una vez transportados, los ejemplares capturados serán llevados a un laboratorio para su determinación taxonómica y el posterior montaje en liquido o en

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
	Dicha solución, ayuda a preservar el material biológico de manera más efectiva que el uso de etanol al 70%; esto se aplica principalmente la colecta manual, zarandeo, jameo, trampas de caída. Sin embargo, en algunos casos se recolectan invertebrados grandes que presentan estructuras delicadas tales como las escamas que permiten su identificación (pj. Lepidoptera) o que presentan coloración (pj. Coleópteros y Odonatos) se procederá al sacrificio en cámara letal o por inyección letal. Preservación líquido: la fijación y preservación de los artrópodos se realizará utilizando una solución Dietrich, el cual estará contenido en frascos plásticos (viales) debidamente etiquetados. Preservación en seco: los organismos sacrificados en cámara letal o mediante inyección letal tales como los Lepidópteros y los Odonata, serán colocados en sobres de papel Glasine o pergamino, debidamente etiquetados. En el caso de los Coleopteros y otros invertebrados grandes de cuerpos duros, pueden disponerse en frascos con papel absorbente y esferas de sílica gel. Una vez en el laboratorio, estos invertebrados se preservarán en seco montados en alfiler entomológico sobre láminas de icopor y debidamente rotulados.	seco para su introducción a una colección biológica.
Peces	Sacrificio: los ejemplares que en dado caso sean colectados, serán sacrificados en aceite de clavo de olor (euglenol). El producto se añadirá a los depósitos de agua en la cantidad adecuada (por ejemplo 10-30 mg/L). Preservación: para la fijación y preservación de los ejemplares colectados basado en el Manual: Standard Methods For the Examination of water and wastewater (2012), se fijarán en solución de formol al 10%. Para el caso de peces mayores a 10 cm de longitud total, se requerirá una inyección adicional del conservante en la cavidad visceral, de manera tal que permita fijar los tejidos de los órganos internos. Por su parte los ejemplares mayores a 25 cm se inyectaran en formol concentrado en la masa muscular dorsal. En el caso de peces tanto de tamaños pequeños como grandes, la fijación se dejará por 10 días tras los cuales el formol será reemplazado por alcohol etílico al 75% como liquido preservante, el cual deberá cubrir todo el cuerpo del ejemplar. En el proceso de fijación y preservación, los peces se colocaran en envases, recipientes o bolsas Ziploc de acuerdo con el tamaño del ejemplar.	Los ejemplares serán trasladados a un laboratorio acreditado en frascos de boca ancha hasta 1 litro con formol al 10% o en bolsas Ziploc perforadas con formol al 10% y almacenadas en canecas o neveras plásticas, procurando rellenar los espacios entre ejemplares con papel o tela para evitar que estos se golpeen entre sí.
Fitoplancton	En el área de muestreo después de colectadas las muestras, estas deberán estar etiquetadas de tal modo que se identifique un código de muestra, un código de procedencia (localización), fecha de recolección, fijador utilizado y persona o entidad a cargo de la recolección e identificación. Este tipo de muestras se preservaran en solución Transeau la cual estará compuesta por agua destilada, etanol al 90% y formol al 40% en proporción 6:3:1, añadida en volumen 1:1. También se podrá utilizar una solución de formol al 37% neutralizado con Borax tomando como referencia la técnica 10200B para colección y almacenamiento de muestras del Standard Methosds for the Examination of Water and Wastewater.	Para su transporte, las muestras se almacenarán en frascos color ámbar debidamente etiquetados y en nevera plástica para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envío de las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.
Zooplancton	En el área de muestreo después de colectadas las muestras, estas deberán estar etiquetadas de tal modo que se identifique un código de muestra, un código de procedencia (localización), fecha de recolección, fijador utilizado y persona o entidad a cargo de la recolección e identificación. Este tipo de muestras se preservaran en alcohol al 70%,	Para su transporte, las muestras se almacenarán en frascos color ámbar debidamente etiquetados y en nevera plástica para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envío de las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
	tomando en cuenta la técnica 10200 B para la colección y almacenamiento de muestras del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.	custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.
Bentos	Una vez finalizado el muestreo en cada estación, el material filtrado se colectará en bolsas plásticas sellables calibre grueso tipo Ziploc o frascos de plástico, a los cuales se les adicionará como fijador y preservante, una solución de Transeau, el cual se teñirá con colorante Rosa de Bengala, tomando en cuenta la técnica 10500 C del referido en Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012). Cada una de las muestras será rotulada con el nombre o código asignado a la estación de muestreo y la fecha de recolección, el punto de muestreo al cual pertenece la muestra (por ejemplo si corresponde el muestreo a la estación aguas arriba, aguas abajo o a la estación de referencia). El rotulo será protegido con cinta plástica y se deberá tener cuidado que el envase de recolección no presente orificios o daños que generen perdida o derrame del contenido.	Para su transporte, las muestras se almacenarán en bolsas plásticas herméticas, debidamente etiquetadas y en nevera plástica o de poliestireno para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envió de las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.
Perifiton	En el área de muestreo después de colectadas las muestras, estas deberán estar etiquetadas de tal modo que se identifique un código de muestra, un código de procedencia (localización), fecha de recolección, fijador utilizado y persona o entidad a cargo de la recolección e identificación. Este tipo de muestras se fijaran y preservaran en frascos de vidrio color ámbar, con solución Transeau conformada por agua destilada, alcohol al 90% y formol al 40% mezclados en proporción 6:3:1 a la cual se le agregaran 0,5 ml de lugol para facilitar su identificación en el laboratorio. También se podrá utilizar una solución de 5% neutral de formalina (adición de 40 ml de formalina neutra con 20 g de borato de sodio + 1litro 37% de Formaldehido), tomando como referencia la técnica 10200B para colección y almacenamiento de muestras del Standard Methosds for the Examination of Water and Wastewater 22nd Edition.	Para su transporte, las muestras se almacenaran en frascos color ámbar debidamente etiquetada y en nevera plástica para su movilización al laboratorio. Para realizar el transporte y envío de las muestras al laboratorio se realizará el diligenciamiento de los formatos de cadena de custodia, como medio de control y seguimiento del material enviado.
Macrófitas	La forma de colectar este grupo biológico es de tipo manual, tomando las partes subterráneas como raíces, rizomas o bulbos. Se realizará el muestreo de una cantidad representativa de ejemplares que cuenten con hojas u estructuras fértiles como flores o frutos maduros. Los ejemplares serán secados al aire y rociados con alcohol etílico al 70% como liquido preservante, extendidos sobre papel periódico, siguiendo la técnica 10400D para la colección y almacenamiento de muestras del Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2012). Cada ejemplar se prensara con cartón y se amarrará firmemente. Las muestras serán rotuladas con marcador indeleble, con el nombre o código de la estación de muestreo, la fecha de recolección y prensadas debidamente.	Las muestras de herborización se colocaran en papel periódico impregnado con alcohol, luego se prensaran y serán almacenadas en costales de nylon para su movilización.
Vegetación terrestre	Para almacenar las muestras colectadas se utilizarán bolsas plásticas transparentes de 30 x 40 cm, en las cuales se depositará cada muestra con el registro de su respectivo código de colecta. Posteriormente, se procede a prensar el material vegetal, para esto se deberá contar con papel periódico de un tamaño aproximado de 112 x 31 cm (una hoja sencilla). Todas las muestras colectadas deberán ser prensadas apilando una muestra sobre otra hasta una altura	Se retira el aire de las bolsas que contienen las muestras y se sellan para su movilización. Todo el material colectado será llevado a herbarios definidos según la localidad del estudio, en los cuales se someterá las muestras a secado en horno y se llevará a cabo su identificación.

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	Preservación	Movilización
	de 30 cm aproximadamente. Una vez prensado, cada paquete será amarrado con una cuerda y almacenado en una bolsa plástica. Para asegurar el buen estado de las muestras se aplicará sobre ellas una solución previamente preparada de alcohol y agua (50:50) asegurando que todas las muestras queden impregnadas.	
Epifitas vasculares y no vasculares	Para epifitas vasculares se utilizará el mismo método de preservación de la vegetación terrestre. Para el caso de epifitas no vasculares, cada muestra se guardará en bolsas de papel kraft rotuladas con un consecutivo, selladas con cinta de enmascarar dejando una cantidad moderada de aire en su interior.	Para la movilización de las muestras colectadas de epifitas vasculares y no vasculares se utilizará bolsas plásticas transparentes selladas. En estas bolsas se almacenará por separado las epifitas colectadas con la metodología de vegetación terrestre, ya que estas deberán ser almacenadas con alcohol. Las epifitas colectadas en bolsas de papel kraft se almacenarán de manera conjunta en una bolsa transparente aunque se mantendrá abierta durante el mayor tiempo posible, en un lugar seco y seguro para el secado al aire libre . De esta manera serán llevadas a un herbario definido según el sitio de desarrollo del estudio.

3. Los perfiles autorizados a la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., para los profesionales que llevarán a cabo las actividades de estudio y recolección, son los que se señalan a continuación:

Grupo Biológico	*Formación académica*	*Experiencia específica*
Aves	*Biólogo o Ecólogo*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de avifauna, diseño de muestreo, instalación y operación de redes de niebla para captura de aves, manipulación de individuos para la toma de dat os. Experiencia en técnicas de sacrificio, preservación, conservación, transporte de especímenes de aves y determinación taxonómica de ejemplares capturados y detectados de forma visual y auditiva.*
Herpetos	*Biólogo o Ecólogo*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de herpetofauna, diseño de muestreo, manipulación de individuos para la toma de datos. Experiencia en técnicas de sacrificio, preservación, conservación, transporte de especímenes de anfibios y reptiles y determinación taxonómica de ejemplares capturados u observados*
Mamíferos	*Biólogo o Ecólogo*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de mastofauna diseño de muestreo, manipulación de individuos para la toma de datos. Experiencia en técnicas de sacrificio, preservación, conservación, transporte de especímenes de mamíferos voladores y no voladores y determinación taxonómica de ejemplares capturados u observados*
Artrópodos	*Biólogo, Ingeniero agrónomo, Ingeniero forestal, Ingeniero agroforestal Ecólogo, Agrónomo*	*[Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de artropofauna, aplicación de técnicas de recolección, sacrificio, preservación, montaje y determinación taxonómica de insectos y otros*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Grupo Biológico	*Formación académica*	*Experiencia específica*
		artrópodos terrestres
Peces	*Biólogo, Biólogo Marino, Ingeniero Acuícola*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de ictiofauna, diseño de muestreo, aplicación de técnicas de pesca para la captura de individuos. Experiencia en métodos de eutanasia, preservación y fijación de especímenes y determinación taxonómica de especies de peces registradas mediante la captura.*
Fitoplancton	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria y caracterización de fitoplancton, manejo y uso de, red de fitoplancton y botella muestreadora. Experiencia en técnicas de colecta y conservación de especímenes para la identificación en laboratorio*
Zooplancton	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria y caracterización de zooplancton, manejo y uso de equipos como red de zooplancton. Experiencia en técnicas de colecta y conservación de especímenes para la identificación en laboratorio*
Bentos	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de fauna béntica, técnicas de colecta y preservación de especímenes para la identificación en laboratorio*
Perifiton	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria y caracterización de perifiton. Experiencia en técnicas de colecta y conservación de especímenes para la identificación en laboratorio*
Macrófitas	*Biólogo o Biólogo Marino*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en estudios de comunidades hidrobiológicas. Experiencia en métodos de colecta, preservación, etiquetado de muestras y determinación taxonómica de plantas acuáticas*
Vegetación terrestre	*Biólogo, Ingeniero Forestal, Ingeniero Agroforestal*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar experiencia específica en levantamiento de información primaria para la realización de inventarios forestales, caracterización de coberturas vegetales, aprovechamiento forestal. Experiencia en manejo de métodos de recolección, preservación, movilización de muestras botánicas, y determinación taxonómica de especies.*
Epífitas vasculares y no vasculares	*Biólogo, Ingeniero forestal*	*Mínimo 1 año de experiencia general. Debe certificar de experiencia específica en caracterización florística de epífitas vasculares y no vasculares, manejo de métodos de recolección, preservación, conservación de muestras y determinación taxonómica de especies*

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

PARÁGRAFO: Los muestreos deberán ser realizados por un profesional asignado a cada uno de los siguientes grupos biológicos: aves, mamíferos, herpetos, peces, macrófitas, y vegetación terrestre. Los demás grupos hidrobiológicos (fitoplancton, zooplancton, bentos y perifiton) podrán ser muestreados por el mismo profesional. Los profesionales que finalmente sean contratados por GEMINIS CONSULTORES S.A.S., para ejecutar los estudios o proyectos, deberán obedecer al cumplimiento de los perfiles aquí presentados y autorizados por la ANLA.

ARTÍCULO TERCERO.- La sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., deberá cumplir a cabalidad con las obligaciones generales de que trata el artículo 2.2.2.9.2.6 del Decreto 1076 de 2015, y con las siguientes obligaciones específicas:

1. Recolectar las muestras y/o especímenes de la biodiversidad en la identidad y cantidad que autorizadas.

2. Recolectar las muestras y/o especímenes de la biodiversidad bajo las metodologías para la recolección, preservación y movilización autorizadas.

3. Llevar a cabo las actividades de recolección por parte de profesionales que cumplan a cabalidad los perfiles autorizados

4. Informar en medio físico y magnético a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, con quince (15) días de antelación a su desplazamiento y de acuerdo con el "Formato de Inicio de Actividades de Recolección por Proyecto", la siguiente información:

   4.1. El área geográfica con coordenadas donde se realizará la recolección (archivo Excel con las coordenadas) y la fecha prevista para desarrollar las actividades autorizadas.

   4.2. Listado de los profesionales asignados al estudio los cuales deberán cumplir a cabalidad con los perfiles aprobados por esta autoridad y presentados en el numeral 3.5 del concepto técnico 3417 transcrito en el presente acto administrativo, se deberán anexar certificaciones laborales en medio magnético que demuestren la experiencia de los profesionales en las actividades de recolecta, incluyendo métodos de muestreo, captura, colecta y preservación de especímenes del grupo biológico al cual fue asignado, así como los documentos personales y profesionales (cedula de ciudadanía, acta o diploma de pregrado y tarjeta profesional). No será necesario anexar hoja de vida de los profesionales, toda vez que se debe solamente "indicar la experiencia en las actividades de recolecta, incluyendo métodos de muestreo, captura, colecta y preservación de especímenes", respaldadas básicamente por los soportes que alleguen.

   4.3. El número máximo de especímenes que serán objeto de recolección definitiva y de movilización por proyecto. Esta información debe guardar absoluta correspondencia con la cantidad de especímenes y/o muestras autorizadas en el permiso y por ningún motivo podrá exceder las cantidades aprobadas en dicho permiso.

5. La sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., al mes de finalizadas las actividades de recolección correspondientes a cada proyecto, habrá de presentar ante la ANLA un informe final de las actividades realizadas, en el "Formato para la Relación del Material Recolectado para Estudios Ambientales", el cual se deberá radicar en documento físico y medio magnético.

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Presentar junto con el informe final de las actividades realizadas, un archivo en formato compatible con el Modelo de Almacenamiento Geográfico (Geodatabase), de conformidad con lo señalado en la Resolución 0188 de 2013, donde se ubique el polígono del área de estudio y los puntos efectivos de muestreo discriminados por cada uno de los grupos biológicos.

6. La sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., deberá depositar los especímenes recolectados en una colección nacional registrada ante el Instituto de "Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt", además deberá presentar ante esta Autoridad las constancias respectivas del depósito, lo anterior de conformidad con lo dispuesto por la normatividad que regula la materia y en especial el numeral 5 del artículo 2.2.2.9.2.6 del Decreto 1076 de 2015. En caso de que las colecciones no estén interesadas en los especímenes, el titular del permiso deberá presentar documento que certifique esta situación e indicar el estado y ubicación (final) de las muestras recolectadas.

7. Reportar al Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia-SIB, la información asociada a los especímenes recolectados (capturados y/o extraídos temporal o definitivamente), incluyendo los animales que hayan muerto por causas fortuitas durante el muestreo. de acuerdo a lo establecido en el numeral 6º del artículo 2.2.2.9.2.6. del Decreto 1076 de 2015. Se deberá reportar como mínimo: la especie o el nivel taxonómico más bajo posible, localidad de recolecta (incluyendo altitud y coordenadas geográficas), fecha de recolecta, colector del espécimen (coordenadas) y cantidad de especímenes o muestras.

   Entregar a la ANLA la planilla de reporte en formato Excel que sea cargada en el sistema de conformidad con lo establecido en el "Formato para la Recolección del Material Recolectado" y la constancia de reporte emitida por el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia-SIB. Lo anterior de acuerdo a lo solicitado en el "*Formato para la Relación del Material Recolectado para Estudios Ambientales*".

8. La sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., será responsable de realizar los muestreos de forma adecuada en términos del número total de muestras, frecuencia de muestreo, sitios de muestreo, entre otros aspectos, de manera que no se afecten las especies o los ecosistemas, en razón de la sobrecolecta, impactos en lugares críticos para la reproducción, afectación de ciclos biológicos, dieta, entre otras, de acuerdo con las metodologías aprobadas.

9. En los casos en los que se requiera cumplir con la consulta previa con grupos étnicos, la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., será la única responsable de adelantarla conforme al trámite legal vigente. Lo anterior sin perjuicio de que esta Autoridad pueda remitir la información necesaria al Ministerio del Interior para que desde allí se vele por el cumplimiento de esta obligación.

10. Para acceder a los recursos genéticos y/o productos derivados con fines industriales, comerciales o de prospección biológica, de los especímenes recolectados en el marco del presente Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales, la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., deberá suscribir un contrato de acceso a recursos genéticos y/o productos derivados con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

11. La sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., no podrá comercializar los ejemplares, productos o subproductos recolectados mediante el presente Permiso.

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

12. En caso de requerirse exportación de especimenes o muestras, se deberá atender lo señalado en las disposiciones para la obtención de un permiso CITES y/o NO CITES

13. La información reportada por la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., deberá ser confiable y de la mejor calidad posible, esto sin perjuicio de la responsabilidad legal que asume el titular del permiso por la veracidad de la información presentada, y el buen manejo del permiso que se otorga.

ARTÍCULO CUARTO.- Informar a la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., que para demostrar la obtención y movilización legal de los especímenes recolectados ante los entes de control y vigilancia ambiental, los investigadores que realicen las actividades de recolección en cada estudio ambiental o proyecto, deberán portar en campo la copia del Permiso de Recolección para Estudios Ambientales junto con la comunicación sobre el inicio de actividades (incluyendo el "Formato Único Nacional - Inicio de Actividades de Recolección por Proyecto).

ARTÍCULO QUINTO.- La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA, con el objeto de realizar el seguimiento, control y verificación del cumplimiento de las obligaciones derivadas del presente permiso, podrá efectuar inspecciones periódicas a las actividades de recolección, en consecuencia la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., deberá realizar el pago por concepto de seguimiento y atender las visitas que en el marco del mismo se originen.

ARTÍCULO SEXTO.- Se advierte que el incumplimiento de los términos, condiciones y obligaciones previstas en este Permiso de Estudio para la recolección de especimenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales, dará lugar a la imposición de las medidas preventivas y sancionatorias de que trata la Ley 1333 de 2009 o la norma que la modifique o sustituya.

ARTÍCULO SÉPTIMO.- Cualquier cambio o adición a las metodologías establecidas, los grupos biológicos y/o los perfiles de los profesionales aprobados en este permiso, la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., deberá informarlo previamente y por escrito a esta Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, entregando debidamente diligenciado el "*Formato para Modificación de Permiso de Estudios con fines de elaboración de Estudios Ambientales*", para lo cual se surtirá el trámite señalado en el artículo 2.2.2.9.2.8 del Decreto 1076 de 2015.

ARTÍCULO OCTAVO.- Comunicar el contenido del presente acto administrativo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, al Ministerio del Interior, a Parques Nacionales Naturales de Colombia, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, al Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacifico John Von Neumann – IIAP; al Instituto Sinchi: Investigación Científica para el Desarrollo Sostenible de la Amazonia Colombiana; al Instituto de investigaciones marinas y costeras "José Benito Vives de Andréis - INVEMAR; a la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y Desarrollo Sostenible– ASOCARS; a la Corporación Autónoma del Alto Magdalena – CAM; a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR; a la Corporación Autónoma Regional del Risaralda – CARDER; a la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique – CARDIQUE; a la Corporación Autónoma Regional de Sucre – CARSUCRE; a la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS; a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y Oriente Amazónico – CDA; a la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB; a la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCO; a la Corporación Autónoma Regional de Antioquia- CORANTIOQUIA; a la Corporación Autónoma Regional de los Ríos Negro – Nare – CORNARE; a la Corporación Autónoma Regional del Magdalena – CORPAMAG; a la Corporación Autónoma Regional de Boyacá – CORPOBOYACÁ; a la Corporación Autónoma Regional de

"Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, y se toman otras determinaciones"

Caldas – CORPOCALDAS; a la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR; a la Corporación Autónoma Regional de la Guajira – CORPOGUAJIRA; a la Corporación Autónoma Regional del Guavio – CORPOGUAVIO; a la Corporación Autónoma de Chivor – CORPOCHIVOR, a la Corporación Autónoma Regional de Nariño – CORPONARIÑO; a la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR; a la Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA; a la Corporación Autónoma Regional del Atlántico – CRA; a la Corporación Autónoma Regional del Cuaca – CRC; a la Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar – CBS; a la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca – CVC; a la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge – CVS; a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés Providencia y Santa Catalina – CORALINA; a la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena – CORMAGDALENA; a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia – CORPOAMAZONIA; a la Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Mojana y el San Jorge – CORPOMOJANA; a la Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá – CORPOURABA; y a la Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia – CORPORINOQUIA, Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Macarena – CORMACARENA, Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Sierra Nevada de Santa Marta – CSN.

ARTÍCULO NOVENO.- Publicar el contenido del presente acto administrativo en la Gaceta de esta Entidad.

ARTÍCULO DÉCIMO.-Notificar el contenido del presente acto administrativo a la sociedad GEMINIS CONSULTORES S.A.S., a través de su representante legal y/o apoderado debidamente constituido, en la calle 24 No. 27 – 45, de Bogotá D.C., y al correo electrónico gerencia@geminisconsultores.com.

ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.- Contra este acto administrativo procede el recurso de reposición de conformidad con los artículos 74, 76 y 77 de la Ley 1437 de 2011.

COMUNÍQUESE, NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá, D.C., a los 20 AGO 2015

FERNANDO IREGUI MEJÍA
Director General de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA

Vº Bº: Claudia Victoria Gonzalez Hernandez - Subdirectora de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales - ANLA
Revisó: Juan Gabriel Villamarin M. – Abogado Contratista de la Subdirección de Instrumentos, Permisos y Trámites Ambientales - ANLA
Proyectó: Einar Andrés Álvarez Arias – Abogado Contratista SIPTA – ANLA
Fecha de elaboración: 27/07/2015
Concepto Técnico: 3417 del 9 de julio de 2015
Expediente: IDB0458-00

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

SINA

FORMULARIO ÚNICO NACIONAL DE SOLICITUD DE PERMISO DE VERTIMIENTOS
Base legal: Ley 99 de 1993, Decreto 1541 DE 1978, Decreto 1594 de 1984

DATOS DEL SOLICITANTE

1. Persona Natural ☐
   Persona Jurídica [X] Pública ☐ Privada [X]
2. Nombre o Razón Social: SOCIEDAD CONCESIONARIA VIAL UNION DEL SUR
   C.C. ☐ NIT [X] No. 900880846-3 de
   Dirección: Carrera 30 A No. 12 A-24 Barrio San Ignacio Ciudad: San Juan de Pasto
   Teléfono (s): 7364584 Fax: E-mail: asistentegerencia@uniondelsur.co
   Representante Legal: GERMAN DE LA TORRE LOZANO
   C.C. No. 79.326.611 de Bogotá
   Dirección: Carrera 30 A No. 12 A-24 Barrio San Ignacio Ciudad: San Juan de Pasto
   Teléfono (s): 7364584 Fax: E-mail: gestiondocumental@uniondelsur.co
3. Apoderado (si tiene): T.P.:
   C.C. No. de
   Dirección: Ciudad:
   Teléfono (s): Fax: E-mail:
4. Calidad en que actúa: Propietario ☐ Arrendatario ☐ Poseedor ☐ Otro ☐ Cual?

INFORMACIÓN GENERAL

1. Nombre del predio: Cadillal o la Victoria Área: 22500 Ha ☐ m^2 ■
22500
2. localización del predio: Sector Cebadal –Municipio de Tangua Urbano ☐ Rural ■
3. Departamento: Nariño Municipio: Tangua Vereda y/o Corregimiento: El Tambor
4. Sector: Cebadal Actividad que genera el vertimiento: Operación de campamentos
5. Cédula Catastral No. [0] [0] [0] [1] [0] [0] [0] [4] [0] [1] [7] [7] [0] [0] [0]
6. Nombre del propietario del predio: Francisco Libardo Muñoz Andrade
7.Costo del proyecto $ 474.529.727.000 Valor en letras CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS VEINTINUEVE MILLONES SETECINETOS VEINTISIETE MIL PESOS M/C

INFORMACIÓN TIPO DE VERTIMIENTO

1. Residual doméstico ■ Residual Industrial ☐ Municipal / ESP ☐
   Caudal (l/s): 0,21 Tiempo de descarga (h/día): 20 Frecuencia (día/mes): 30
2. Fuente de abastecimiento: Quebrada La Marquesa Cuenca: Rio Guaitara
3. Nombre fuente Receptora : Quebrada Magdalena Cuenca: Río Guaitara

Sistema de Tratamiento y estado final previsto para el vertimiento Trampa grasas, pozo séptico, filtro FAFA
Sistema de aforo:

5. Localización de punto(s) de descarga: Coordenadas franja*: X 966934,5958 Y 616232,1331 X 966941,9825 Y 616259,7543

6. Forma y caudal de la descarga (l/s) 0,21 Flujo continuo ☐ Intermitente ■

CARACTERIZACIÓN Y USOS DE LA FUENTE RECEPTORA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD
Sólidos suspendidos	7	mg/l
DBO5	2	mg/l
DQO	12	mg/l
Caudal	271,46	l/s

Nota: La autoridad ambiental establecerá parámetros de interés sanitario a monitorear dependiendo de la actividad Artículo 72 del Decreto1594 de 1984

CARACTERIZACIÓN VERTIMIENTO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD
Sólidos suspendidos	50	mg/l
DBO5	125	mg/l
DQO	150	mg/l
Caudal	0,13	l/s

Nota: La autoridad ambiental establecerá parámetros de interés sanitario a monitorear dependiendo de la actividad Artículo 72 del Decreto1594 de 1984

DOCUMENTACIÓN QUE DEBE ANEXAR A LA SOLICITUD

1. Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante
   Sociedades: Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses)
   Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.
2. Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
   Propietario del inmueble: Certificado de libertad y tradición (expedición no superior a 3 meses)
   Tenedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario.
   Poseedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal
3. Localización de la planta industrial, central eléctrica, explotación minera y características de la fuente que originará el vertimiento.
4. Clase, calidad y cantidad de desagües.
5. Descripción, memorias técnicas, diseño y planos del Sistema de tratamiento propuesto.
6. Reporte de caracterización de muestreo compuesto expedido por laboratorio acreditado o en proceso de acreditación, en el cual se caracterice el afluente y efluente del sistema de tratamiento indicando el tiempo de retención.

FIRMA DEL SOLICITANTE O APODERADO DEBIDAMENTE CONSTITUIDO

FECHA:

Libertad y Orden
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
República de Colombia

SINA

FORMULARIO ÚNICO NACIONAL DE SOLICITUD DE PERMISO DE VERTIMIENTOS
Base legal: Ley 99 de 1993, Decreto 1541 DE 1978, Decreto 1594 de 1984

DATOS DEL SOLICITANTE

1. Persona Natural ☐
   Persona Jurídica ☒ Pública ☐ Privada ☒
2. Nombre o Razón Social: SOCIEDAD CONCESIONARIA VIAL UNION DEL SUR
   C.C. ☐ NIT ☒ No. 900880846-3 de
   Dirección: Carrera 30 A No. 12 A-24 Barrio San Ignacio Ciudad: Pasto
   Teléfono (s): 7364584 Fax: E-mail: asistentegerencia@uniondelsur.co
   Representante Legal: GERMAN DE LA TORRE LOZANO
   C.C. No. 79.326.611 de Bogotá
   Dirección: Carrera 30 A No. 12 A-24 Barrio San Ignacio Ciudad: Pasto
   Teléfono (s): 7364584 Fax: E-mail: gestiondocumental@uniondelsur.co
3. Apoderado (si tiene): T.P.:
   C.C. No. de
   Dirección: Ciudad:
   Teléfono (s): Fax: E-mail:
4. Calidad en que actúa: Propietario ☐ Arrendatario ☐ Poseedor ☐ Otro ☐ Cual?

INFORMACIÓN GENERAL

1. Nombre del predio: Cadillal o La Victoria Área: 2,25 Ha ■ m^2 ☐
2. localización del predio: Sector Cebadal –Municipio de Tangua Urbano ☐ Rural ■
3. Departamento: Nariño Municipio: Tangua Vereda y/o Corregimiento: El Tambor
4. Sector: Cebadal Actividad que genera el vertimiento: Operación de planta de hormigón
5. Cédula Catastral No. 0 0 0 1 0 0 0 4 0 1 7 7 0 0 0
6. Nombre del propietario del predio: Francisco Libardo Muñoz Andrade
7. Costo del proyecto $ 474.529.727.000 Valor en letras CUATROCIENTOS SETENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS VEINTINUEVE MILLONES SETECINETOS VEINTISIETE MIL PESOS M/C

INFORMACIÓN TIPO DE VERTIMIENTO

4. Residual doméstico ☐ Residual Industrial ■ Municipal / ESP ☐
   Caudal (l/s): 0,60 Tiempo de descarga (h/día): 12 Frecuencia (día/mes): 30
5. Fuente de abastecimiento: Río Bobo Cuenca: Río Guaitara
6. Nombre fuente Receptora : Quebrada Magdalena Cuenca: Río Guaitara
7. Sistema de Tratamiento y estado final previsto para el vertimiento: Trampa grasas, desarenadores, piscina sedimentadora
   Sistema de aforo:
5. Localización de punto(s) de descarga: Coordenadas franja X 966934,5958 Y 616232,1331 X 966941,9825 Y 616259,7543

6. Forma y caudal de la descarga (l/s) 0,60 Flujo continuo ☐ Intermitente ■

CARACTERIZACIÓN Y USOS DE LA FUENTE RECEPTORA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD
Sólidos suspendidos	8	mg/l
DBO5	<2	mg/l
DQO	<10	mg/l
Caudal	347,73	l/s

Nota: La autoridad ambiental establecerá parámetros de interés sanitario a monitorear dependiendo de la actividad Artículo 72 del Decreto1594 de 1984

CARACTERIZACIÓN VERTIMIENTO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD
Sólidos suspendidos	100	mg/l
DBO5	-	mg/l
DQO	54	mg/l
Caudal	0,60	l/s

Nota: La autoridad ambiental establecerá parámetros de interés sanitario a monitorear dependiendo de la actividad Artículo 72 del Decreto1594 de 1984

DOCUMENTACIÓN QUE DEBE ANEXAR A LA SOLICITUD

7. Documentos que acrediten la personería jurídica del solicitante
   Sociedades: Certificado de existencia y representación legal (expedición no superior a 3 meses)
   Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal o del documento que haga sus veces, expedido con una antelación no superior a 3 meses.
8. Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.
   Propietario del inmueble: Certificado de libertad y tradición (expedición no superior a 3 meses)
   Tenedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal y autorización del propietario.
   Poseedor: Prueba adecuada que lo acredite como tal
9. Localización de la planta industrial, central eléctrica, explotación minera y características de la fuente que originará el vertimiento.
10. Clase, calidad y cantidad de desagües.
11. Descripción, memorias técnicas, diseño y planos del Sistema de tratamiento propuesto.
12. Reporte de caracterización de muestreo compuesto expedido por laboratorio acreditado o en proceso de acreditación, en el cual se caracterice el afluente y efluente del sistema de tratamiento indicando el tiempo de retención.

FIRMA DEL SOLICITANTE O APODERADO DEBIDAMENTE CONSTITUIDO

FECHA:

Informe Principal

MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO DEL CAMPAMENTO CEBADAL SOBRE LA QUEBRADA LA MAGDALENA DEL PROYECTO VIAL PASTO – RUMICHACA

Bogotá, Abril de 2017

TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES 6
1.1 Introducción 6
1.2 Objetivos 6
1.2.1 Objetivo general 6
1.2.2 Objetivos específicos 6
1.3 Alcance y metodología general del estudio 7
1.4 Marco Normativo 8
1.5 Localización general del proyecto 11
1.6 Descripción general del campamento 13
2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO 14
2.1 Localización 14
2.2 Descripción de los sistemas de tratamiento 15
2.2.1 Aguas residuales domésticas 15
2.2.2 Aguas residuales industriales 18
3 MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL VERTIMIENTO SOBRE LA Q. LA MAGDALENA 19
3.1 Características climáticas 19
3.2 Caracterización del vertimiento 28
3.2.1 Aguas residuales domésticas sin tratamiento 28
3.2.2 Aguas residuales domésticas con tratamiento 29
3.2.3 Aguas residuales industriales sin tratamiento 31
3.2.4 Aguas residuales industriales con tratamiento 32
3.3 Caracterización de la corriente receptora 33
3.3.1 Hidrología 33
3.3.2 Hidraúlica 35
3.3.3 Calidad de la corriente receptora 39
3.3.4 Índices de contaminación y calidad del agua 42
3.3.5 Usos y usuarios 48
3.3.6 Prueba de trazadores 51
3.4 Modelación del vertimiento (QUAL2kw) 54
3.4.1 Descripción del modelo 54
3.4.2 Calibración del modelo 59
3.4.3 Modelación predictiva 70
4 CONCLUSIONES 87
5 RECOMENDACIONES 88
6 BIBLIOGRAFÍA 89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Criterios de destinación del recurso hídrico – Decreto 1076 de 2015 9
Tabla 1-2. Valores límites máximos permisibles de los vertimientos– Resolución 0631 de 2015 10
Tabla 1-3 Coordenadas del polígono del campamento Cebadal 11
Tabla 1-4. Ubicación plantas de procesos 14
Tabla 2-1. Caudales de vertimiento 14
Tabla 2-2. Franja de vertimiento 15
Tabla 3-1. Estaciones meteorológicas utilizadas para caracterizar el Vertimiento 20
Tabla 3-2. Valores medios mensuales de brillo solar (horas) 21
Tabla 3-3. Valores medios mensuales de radiación solar (Wh/m²) 22
Tabla 3-4. Definición de octas para categorizar el estado del tiempo 23
Tabla 3-5. Valores medios mensuales de nubosidad (octas) 23
Tabla 3-6. Valores medios mensuales de temperatura (°C) 24
Tabla 3-7. Valores medios mensuales de humedad relativa (%) 25
Tabla 3-8. Valores medios mensuales dela temperatura de punto de rocío (°C) 26
Tabla 3-9. Valores medios mensuales de la velocidad del viento (m/s) 27
Tabla 3-10. Caudales de vertimiento 28
Tabla 3-11. Caracterización de aguas residuales domésticas sin tratamiento 29
Tabla 3-12. Caracterización de aguas residuales domésticas con tratamiento 30
Tabla 3-13. Calidad esperada del agua doméstica a verter vs normatividad vigente 30
Tabla 3-14. Caracterización de aguas residuales industriales sin tratamiento 31
Tabla 3-15. Caracterización de aguas residuales industriales con tratamiento 32
Tabla 3-16. Calidad esperada del agua industrial a verter vs normatividad vigente 33
Tabla 3-17. Caudales medios estimados - Q. La Magdalena - sitio del vertimiento proyectado 34
Tabla 3-18. Caudales máximos estimados - Q. La Magdalena - sitio de vertimiento proyectado 34
Tabla 3-19. Caudales máximos para un tiempo de retorno de 10 años 34
Tabla 3-20. Caudales mensuales ambientales para el sitio de vertimiento 35
Tabla 3-21. Secciones simuladas en HECRAS 36
Tabla 3-22. Localización de las estaciones de monitoreo de la quebrada La Magdalena 39
Tabla 3-23. Análisis fisicoquímico de calidad de agua de la quebrada La Magdalena 40
Tabla 3-24 Variables determinadas en muestras de agua Q. La Magdalena, sector Cebadal 42
Tabla 3-25 Rangos de valores para determinar ICA 44
Tabla 3-26. Índices de calidad de agua Q. La Magdalena – sector campamento Cebadal 44
Tabla 3-27 Rangos y significancias de los índices de contaminación (ICO) 47
Tabla 3-28. Valores de los índices de contaminación (ICO), estaciones sector Cebadal. 47
Tabla 3-29.Uso y usuarios en la quebrada La Magdalena 50
Tabla 3-30. Parámetros prueba de trazadores Quebrada La Magdalena – C. Cebadal. 54
Tabla 3-31. Rangos de variación de constantes cinéticas - autocalibración del modelo QUAL2Kw 62
Tabla 3-32. Constantes cinéticas obtenidas a partir de la calibración del tramo de estudio 69
Tabla 3-33. Escenarios modelados 70
Tabla 3-34. Resumen de parámetros hidroclimatológicos de entrada al modelo 70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Esquema general de la metodología a implementar para la modelación del vertimiento. 7
Figura 1-2 Localización general del Campamento Cebadal 13
Figura 2-1 Localización franja de vertimiento Campamento Cebadal 15
Figura 2-2. Diseño típico trampa grasas 16
Figura 2-3. Operación básica de tratamiento de un pozo séptico 17
Figura 2-4. Modelo FAFA 17
Figura 2-5. Funcionamiento de trampa de grasa 18
Figura 2-6.Tanque desarenador 19
Figura 3-1. Ubicación de las estaciones meteorológicas del área de estudio 20
Figura 3-2. Distribución temporal de brillo solar (horas) 21
Figura 3-3. Distribución temporal de radiación solar (Wh/m²) 22
Figura 3-4. Distribución temporal de nubosidad (octas) 24
Figura 3-5. Distribución temporal de la temperatura (°C) 25
Figura 3-6. Distribución temporal de la humedad relativa (%) 26
Figura 3-7. Distribución temporal de la temperatura de punto de rocío (°C) 27
Figura 3-8. Distribución temporal de la velocidad del viento (m/s) 28
Figura 3-9. Segmentos en la quebrada La Magdalena. 36
Figura 3-10 Localización puntos de monitoreo 40
Figura 3-11 Variaciones de los subíndices empleados para cálcular los ICAs 45
Figura 3-12. ICO en las estaciones muestreadas - QLa Magdalena, Cebadal 48
Figura 3-13 Formato de usos y usuarios 49
Figura 3-14 Localización captaciones identificadas en inventario de usos y usuarios 50
Figura 3-15. Diagrama de la metodología desarrollada en el estudio de trazadores 53
Figura 3-16. División de una corriente para ingreso al QUAL2Kw. 56
Figura 3-17. Segmentos en la quebrada La Magdalena. 58
Figura 3-18. Diagrama de flujo proceso de calibración del modelo 59
Figura 3-19. Modelo de la cinética y los procesos de transferencia de masa 61
Figura 3-20. Resultados de calibración de temperatura en la quebrada La Magdalena 66
Figura 3-21. Resultados de calibración de conductividad en la quebrada La Magdalena 66
Figura 3-22. Resultados de calibración de SSI en la quebrada La Magdalena 66
Figura 3-23. Resultados de calibración de detritus en la quebrada La Magdalena 66
Figura 3-24. Resultados de calibración de oxígeno disuelto en la quebrada La Magdalena 66
Figura 3-25. Resultados de calibración de nitrógeno orgánico en la quebrada La Magdalena 66
Figura 3-26. Resultados de calibración de la DBO carbonácea lenta en la quebrada La Magdalena 67
Figura 3-27. Resultados de calibración de la DBO carbonácea rápida en la quebrada La Magdalena 67
Figura 3-28. Resultados de calibración de nitrógeno amoniacal en la quebrada La Magdalena 67
Figura 3-29. Resultados de calibración de nitratos + nitritos en la quebrada La Magdalena 67
Figura 3-30. Resultados de calibración de nitrógeno total Kjeldahl en la quebrada La Magdalena 67
Figura 3-31. Resultados de calibración de fósforo total en la quebrada La Magdalena 67
Figura 3-32. Resultados de calibración de fósforo orgánico en la quebrada La Magdalena 68
Figura 3-33. Resultados de calibración de fósforo inorgánico en la quebrada La Magdalena 68
Figura 3-34. Resultados de calibración de alcalinidad en la quebrada La Magdalena 68
Figura 3-35. Resultados de calibración de pH en la quebrada La Magdalena 68
Figura 3-36. Resultados de calibración de coliformes fecales en la quebrada La Magdalena 68
Figura 3-37. Resultados de calibración de coliformes totales en la quebrada La Magdalena 68
Figura 3-38. Resultados de calibración de cloruros en la quebrada La Magdalena 69
Figura 3-39. Resultados de calibración de SAAM en la quebrada La Magdalena 69
Figura 3-40. Resultados de calibración de SST en la quebrada La Magdalena 69

Figura 3-41. Resultados de calibración de DQO en la quebrada La Magdalena 69
Figura 3-42. Resultados de temperatura vs distancia 72
Figura 3-43. Resultados de conductividad vs distancia 72
Figura 3-44. Resultados de pH vs distancia 73
Figura 3-45. Resultados de oxígeno disuelto vs distancia 73
Figura 3-46. Resultados de DBO_5 lenta vs distancia 74
Figura 3-47. Resultados de DQO vs distancia 75
Figura 3-48. Resultados de nitrogeno orgánico vs distancia 75
Figura 3-49. Resultados de nitrogeno anomiacal vs distancia 76
Figura 3-50. Resultados de nitrito + nitrato vs distancia 76
Figura 3-51. Resultados de NTK vs distancia 77
Figura 3-52. Resultados de fósforo orgánico vs distancia 77
Figura 3-53. Resultados de fósforo inorgánico vs distancia 78
Figura 3-54. Resultados de fósforo total vs distancia 78
Figura 3-55. Resultados de coliformes fecales vs distancia 79
Figura 3-56. Resultados de coliformes totales vs distancia 79
Figura 3-57. Resultados de alcalinidad vs distancia 80
Figura 3-58. Resultados de sólidos suspendidos totales vs distancia 81
Figura 3-59. Resultados de cloruros vs distancia 81
Figura 3-60. Resultados de SAAM vs distancia 82
Figura 3-61. Resultados de Sulfatos vs distancia 83
Figura 3-62. Resultados grasas y aceites vs Distancia 84
Figura 3-63. Resultados de Mercurio vs distancia 85
Figura 3-64. Resultados de Arsénico vs distancia 85
Figura 3-65. Resultados de Bario vs distancia 86
Figura 3-66. Resultados de Zinc vs distancia 86
Figura 3-67. Resultados de Cobre vs distancia 87

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1 Captación 1 51
Fotografía 3-2 Captación 2 51
Fotografía 3-3 Actividad Ganadera 51
Fotografía 3-4 Socialización en Empotangua 52
Fotografía 3-5 Socialización con habitantes de la vereda el Tambor 52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aspectos Normativos
Anexo 2. Datos IDEAM Clima
Anexo 3. Usos y usuarios
Anexo 4. Prueba de trazadores
Anexo 5. Hidrología e hidráulica
Anexo 6. Resultados de modelación QUAL2Kw
Anexo 7. Cadenas de custodia Laboratorio
Anexo 8. Resultados de monitoreos laboratorio
Anexo 9. Calibración de equipos laboratorio
Anexo 10. Resolución acreditación del laboratorio
Anexo 11. Cartografía geodatabase
Anexo 12. Formulario Único Nacional para solicitud de vertimiento (FUN)

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Este estudio presenta la modelación matemática de la calidad del agua para la quebrada La Magdalena, el cual está orientado hacia la evaluación de la capacidad de asimilación que tiene esta, frente a la descarga del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales tratadas, del campamento Cebadal, perteneciente al proyecto vial Pasto – Rumichaca de la Concesionaria Vial Unión del Sur; y las implicaciones sobre la calidad del agua del cuerpo receptor bajo diferentes condiciones de caudal.

El software implementado para la modelación de los determinantes de calidad de agua más relevantes corresponde a la versión 6.0 de QUAL2Kw (Stream Water Quality Model), desarrollado por Chapra, Pelletier y Tao (2008) y modificado por el Departamento de Ecología de Washington y la Universidad de Tufts. Este es un modelo unidimensional de calidad del agua en estado estable que incorpora la simulación de procesos físico-químicos y biológicos predominantes en ríos. Incluye un completo esquema meteorológico para el balance de calor en el cauce, y aportes puntuales y distribuidos para el balance de masa por posibles extracciones o ingresos al sistema.

Los resultados del modelo de calidad del agua fueron comparados con los criterios de destinación del recurso hídrico dados en el Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulo 3, Sección 9 del Decreto 1076 de 2015, y adicionalmente fue considerado lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, norma actual para vertimientos puntuales sobre cuerpos de agua superficial de ARD (Aguas residuales domésticas) y ARnD (agua residual no doméstica), donde se consideraron los artículos 8 y 13, en los cuales se establecen los parámetros a monitorear y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos de la planta de hormigón.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Realizar la modelación matemática del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales, producto de las actividades que se desarrollarán en el campamento Cebadal, sobre la quebrada La Magdalena, como requerimiento para la solicitud del permiso de vertimiento en esta corriente receptora.

1.2.2 Objetivos específicos

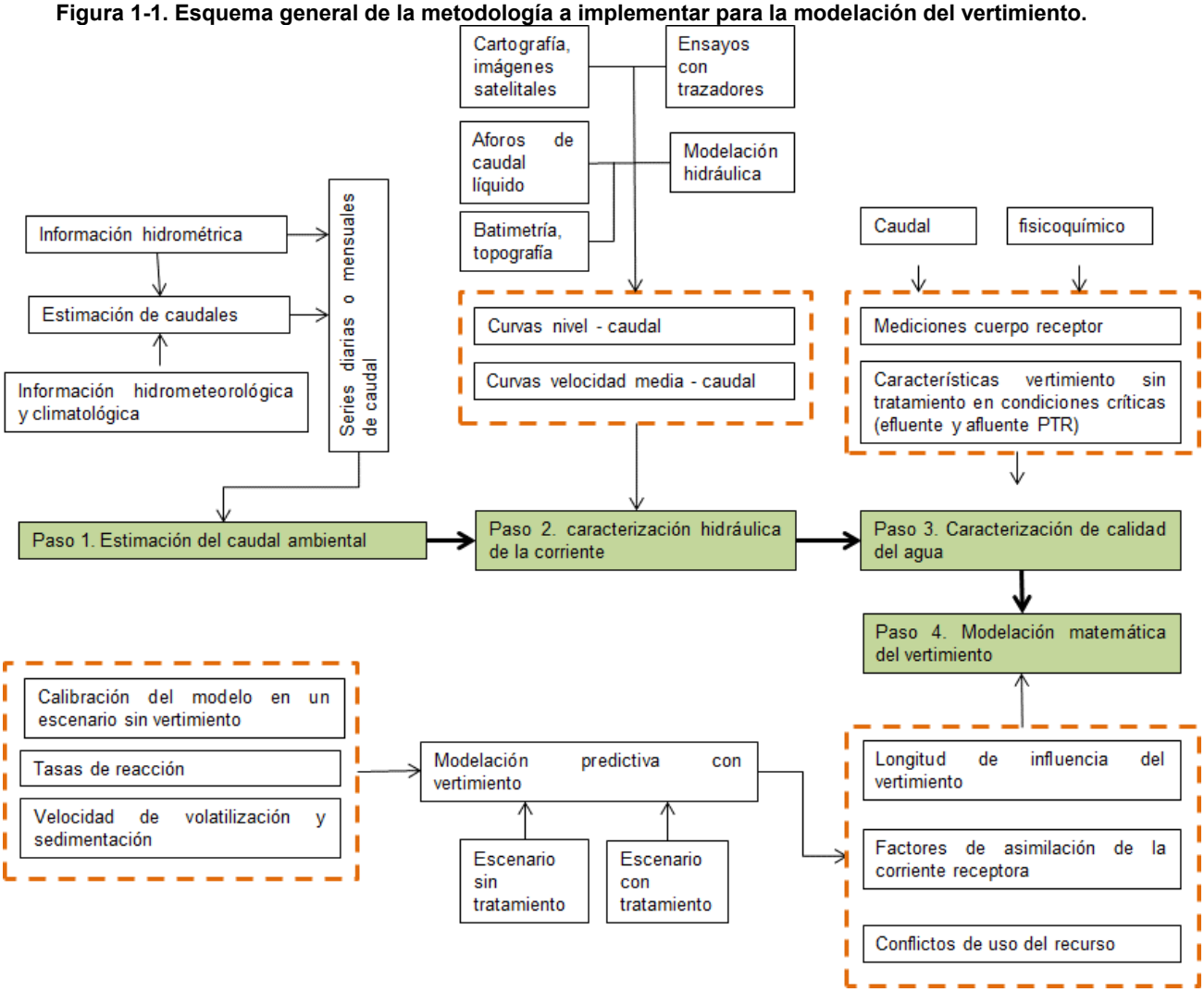
- Determinar la capacidad de asimilación de la quebrada La Magdalena, de acuerdo a sus características medioambientales y calidad fisicoquímica actual, sobre el vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales, provenientes del campamento Cebadal.
- Determinar la longitud de influencia del vertimiento que provendrá del campamento Cebadal realizado sobre la quebrada La Magdalena, la cual será desarrollada con aspectos hidrológicos, hidráulicos, calidad del agua y afluentes en época de estiaje.
- Identificar los posibles conflictos para usos y usuarios actuales sobre la quebrada La Magdalena, como corriente receptora del vertimiento proyectado doméstico e industrial del campamento Cebadal.

1.3 Alcance y metodología general del estudio

Como alcance, el presente estudio, pretende a partir de una modelación matemática conocer la influencia del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales sobre la quebrada La Magdalena, como resultado a la operación del campamento Cebadal y de esta forma identificar posibles conflictos con actuales usos y usuarios de la corriente.

La metodología que se implementó para la modelación matemática del vertimiento, se presenta de forma esquemática en la Figura 1-1.

Figura 1-1. Esquema general de la metodología a implementar para la modelación del vertimiento.



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- Paso 1. Estimación del caudal ambiental.

Se calcula el caudal ambiental de la quebrada La Magdalena a partir de datos hidrometeorológicos y climatológicos del área de estudio, para un periodo mínimo de 10 años, con series diarias o mensuales, según la disponibilidad de la información.

- Paso 2. Caracterización hidráulica de la corriente

Se determinan las características hidrodinámicas de la quebrada La magdalena, a partir del uso de la información disponible en el modelo de elevación digital ASTER GDEM v2 de resolución de 30 m y de libre distribución, desarrollado por la NASA en convenio con el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), el cual fue acoplado con las secciones levantadas dentro de los aforos desarrollados en cada una de las estaciones de monitoreo de la calidad del agua, a través de los modelos HEC-GeoRAS y Hec-RAS versión 5.0.

- Paso 3. Caracterización de calidad del agua.

Se realiza una descripción de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la quebrada La Magdalena, a partir de monitoreos realizados en campo, con el fin de conocer las características de la corriente sin el vertimiento y de esta forma establecer las condiciones a las que se debe llegar aguas abajo de la descarga.

Los parámetros monitoreados fueron: Acidez total, Alcalinidad total, Aluminio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cloruros, Cobre, Coliformes fecales, Coliformes totales, Color, Cromo, D.B.O, D.Q.O, Dureza cálcica, Dureza total, Fenoles, Fósforo inorgánico, Fósforo orgánico, Fosforo reactivo total, Fosforo total, Grasas y aceites, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Hidrocarburos totales, Hierro, Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, Ph, Temperatura, Mercurio, Níquel, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal – amonio, Nitrógeno orgánico, Nitrógeno total kjeldahl, Olor, Plata, Plomo, Selenio, Sólidos disueltos totales, Sólidos suspendidos orgánicos – detritus, Sólidos suspendidos totales, Sólidos suspendidos volátiles, Sulfatos, Sulfuros, SAAM, Turbiedad y Zinc.

- Paso 4. Modelación matemática del vertimiento

Se desarrolla la modelación predictiva del vertimiento en los escenarios con tratamiento y sin tratamiento, para así determinar la longitud de influencia del vertimiento, los factores de asimilación de la quebrada La Magdalena y los posibles conflictos por el uso del recurso.

1.4 Marco Normativo

A continuación, se relaciona la normatividad aplicable al proyecto, la cual se encontrará en el Anexo 1 Aspectos Normativos:

- **Decreto 1076 de 2015**. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Este decreto, en el Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulo 3, Sección 9 acoge de manera transitoria los criterios de destinación del recurso hídrico establecidos en su momento en el Decreto 1594 de 1984, los cuales se relacionan en la Tabla 1-1

Tabla 1-1. Criterios de destinación del recurso hídrico – Decreto 1076 de 2015

Referencia	Expresado como	Art. 2.2.3.3.9.3	Art. 2.2.3.3.9.4	Art. 2.2.3.3.9.5	Art. 2.2.3.3.9.6	Art. 2.2.3.3.9.7	Art. 2.2.3.3.9.8
		Consumo Humano y doméstico, se requiere potabilización mediante tratamiento convencional	Consumo humano y doméstico, se requiere potabilización mediante desinfección	Agrícola	Pecuario	Recreativo con contacto primario	Recreativo con contacto secundario
Aluminio	Al	-	-	5	5	-	-
Amoníaco	N	1	1	-	-	-	-
Arsénico	As	0,05	0,05	0,1	0,2	-	-
Bario	Ba	1	1	-	-	-	-
Berilio	Be	-	-	0,1	-	-	-
Boro	B	-	-	0,3 – 4,0	5	-	-
Cadmio	Cd	0,01	0,01	0,01	0,05	-	-
Cianuro	CN-	0,2	0,2	-	-	-	-
Cinc	Zn	15	15	2	25	-	-
Cloruros	Cl-	250	250	-	-	-	-
Cobalto	Co	-	-	0,05	-	-	-
Cobre	Cu	1	1	0,2	0,5	-	-
Color	Color real	75 unidades, escala Platino-Cobalto	20 unidades, escala Platino-Cobalto	-	-	-	-
Compuestos Fenólicos	Fenol	0,002	0,002	-	-	0,002	-
Cromo	Cr+6	0,05	0,05	0,1	1	-	-
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo	No detectable	No detectable	-	-	-	-
Flúor	F	-	-	1	-	-	-
Hierro	Fe	-	-	5	-	-	-
Litio	Li	-	-	2,5	-	-	-
Manganeso	Mn	-	-	0,2	-	-	-
Mercurio	Hg	0,002	0,002	-	0,01	-	-
Molibdeno	Mo	-	-	0,01	-	-	-
Níquel	Ni	-	-	0,2	-	-	-
Nitratos	N	10	10	-	-	-	-
Nitritos	N	1	1	-	10	-	-
Nitritos + Nitratos	N	-	-	-	100	-	-
Oxígeno disuelto		-	-	-	-	70% concentración de saturación	70% concentración de saturación
pH	Unidades	5,0 – 9,0 Unidades	6,5 – 8,5 unidades	4,5 – 9,0 unidades	-	-	5,0 – 9,0 unidades
Plata	Ag	0,05	0,05	-	-	-	-
Plomo	Pb	0,05	0,05	5	0,1	-	-
Selenio	Se	0,01	0,01	0,02	-	-	-
Sulfatos	S04=4	400	400	-	-	-	-

Referencia	Expresado como	Art. 2.2.3.3.9.3	Art. 2.2.3.3.9.4	Art. 2.2.3.3.9.5	Art. 2.2.3.3.9.6	Art. 2.2.3.3.9.7	Art. 2.2.3.3.9.8
		Consumo Humano y doméstico, se requiere potabilización mediante tratamiento convencional	Consumo humano y doméstico, se requiere potabilización mediante desinfección	Agrícola	Pecuario	Recreativo con contacto primario	Recreativo con contacto secundario
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0,5	0,5	-	-	0,5	0,5
Turbiedad	UJT	-	10 Unidades Jackson de Turbiedad, UJT	-	-	-	-
Vanadio	V	-	-	0,1	-	-	-
Contenido de sales	Peso total	-	-	3.000	-	-	-
Coliformes totales	NMP	20.000 microorganismos/100 ml	-	5.000 microorganismos/100 ml	-	1.000 microorganismos/100 ml	5.000 microorganismos/100 ml
Coliformes fecales	NMP	2.000 microorganismos/100 ml	1.000 microorganismos/100 ml	1.000 microorganismos/100 ml	-	200 microorganismos/100 ml	-

Todos los valores se encuentran expresados en mg/l a menos del color y los coliformes totales y fecales, cuyas unidades son relacionadas en la tabla
Fuente: MADS – Decreto 1076 de 2015

- **Resolución 631 de 2015**. Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. En su artículo 8 establece los parámetros físicoquímicos y sus valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas – ARD de las actividades industriales, comerciales o de servicios y en el artículo 13 establece los parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación y manufactura de bienes, entre ellos la fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso, tal y como se presenta en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2. Valores límites máximos permisibles de los vertimientos– Resolución 0631 de 2015

Parámetro	Unidades	Aguas Residuales Domésticas – ARD de las soluciones individuales de saneamiento (art. 8)	Fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso (art. 13)
Generales			
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	200	200
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L O_2	-	100
Sólidos Supendidos Totales	mg/L	100	100
Sólidos Sedimentables	mg/L	5	1
Grasas y Aceites	mg/L	20	20

Parámetro	Unidades	Aguas Residuales Domésticas – ARD de las soluciones individuales de saneamiento (art. 8)	Fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso (art. 13)
Fenoles	mg/L	-	0,20
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	-	Análisis y Reporte
Metales y Metaloides			
Cadmio (Cd)	mg/L	-	0,10
Cinc (Zn)	mg/L	-	3
Níquel (Ni)	mg/L	-	0,10
Plomo (Pb)	mg/L	-	0,10
Otros parámetros para Análisis y Reporte			
Acidez Total	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm	m^{-1}		Análisis y Reporte

Fuente: MADS - Resolución 0631 de 2015

1.5 Localización general del proyecto

El campamento Cebadal, lugar de interés para la presente modelación, se ubicará en el municipio de Tangua, vereda El Tambor, corregimiento Nuevo Horizonte, puntualmente en las coordenadas que se presentan en la Tabla 1-3 y hace parte del subsector 1 de la Unidad Funcional 5 (UF5-1) del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, parte norte (Ver Figura 1-2).

El Proyecto Vial “Rumichaca – Pasto” discurre en la zona centro-este y centro-sur del departamento de Nariño en forma aproximadamente paralela a la vía existente Rumichaca – Pasto, la cual forma parte de la Carretera Panamericana y de la ruta nacional 25.

La vía Rumichaca – Pasto tiene una longitud Origen – Destino aproximada de ochenta y tres punto treinta y cinco kilómetros (83.35 Km), donde, la parte norte, conformada por treinta y dos punto setenta y seis kilómetros (32.76 Km) discurren entre las localidades de Pedregal y Catambuco, en las cuales se ubicará el campamento Cebadal.

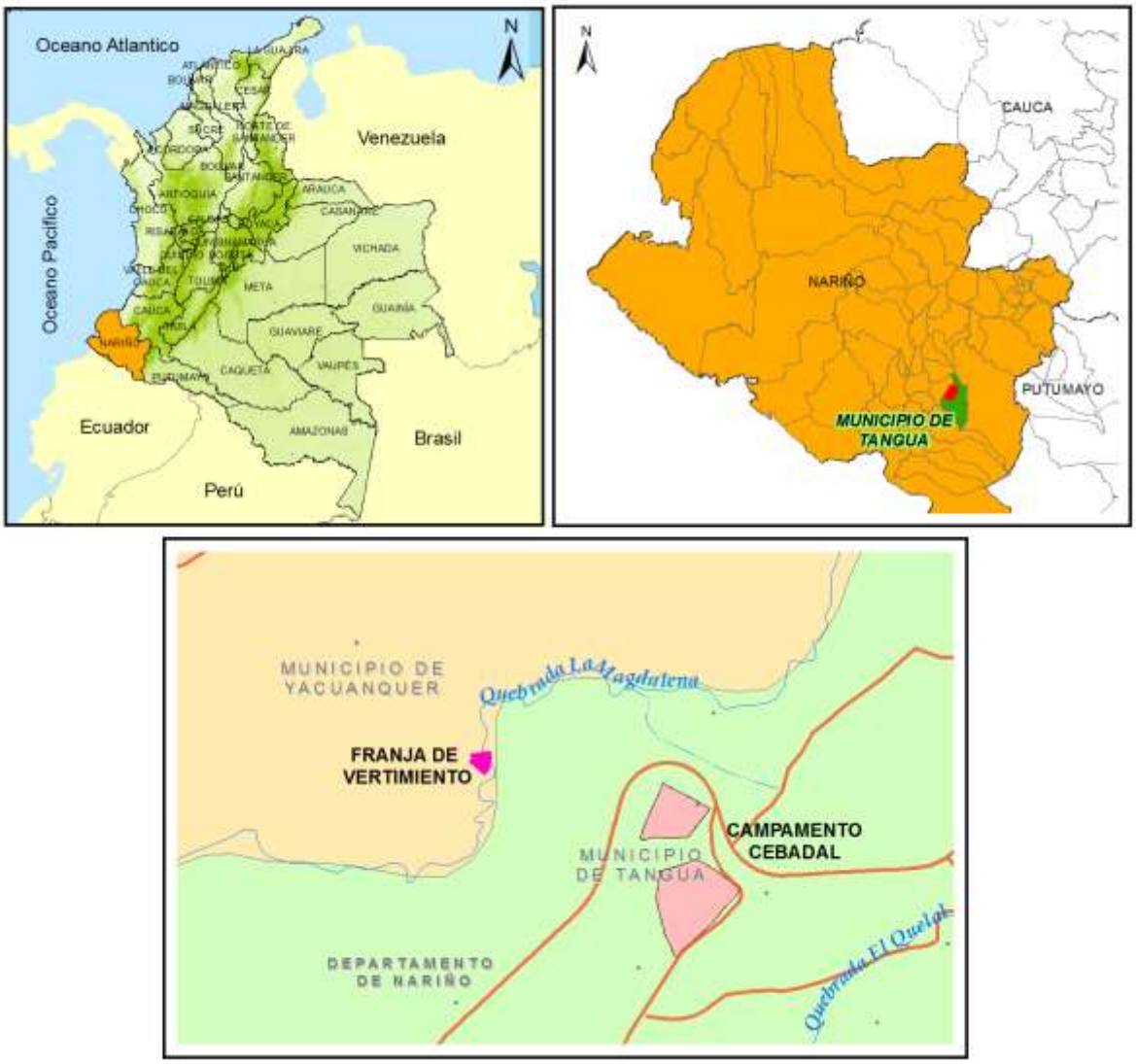
Tabla 1-3 Coordenadas del polígono del campamento Cebadal

Vértice	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Oeste		Coordenadas Geográficas WGS-84	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
1	967.246,40	616.207,46	77° 22' 18,457" W	1° 7' 31,369" N
2	967.325,93	616.165,42	77° 22' 15,884" W	1° 7' 30,001" N
3	967.289,08	616.116,94	77° 22' 17,076" W	1° 7' 28,422" N
4	967.231,07	616.116,13	77° 22' 18,952" W	1° 7' 28,396" N
5	967.215,68	616.112,30	77° 22' 19,450" W	1° 7' 28,271" N
6	967.215,08	616.133,22	77° 22' 19,470" W	1° 7' 28,952" N

Vértice	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Oeste		Coordenadas Geográficas WGS-84	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
7	967.226,48	616.160,78	77° 22' 19,101" W	1° 7' 29,849" N
8	967.241,47	616.059,59	77° 22' 18,616" W	1° 7' 26,555" N
9	967.302,59	616.080,13	77° 22' 16,639" W	1° 7' 27,224" N
10	967.339,77	616.058,24	77° 22' 15,436" W	1° 7' 26,511" N
11	967.376,79	616.031,64	77° 22' 14,239" W	1° 7' 25,645" N
12	967.357,62	616.006,15	77° 22' 14,859" W	1° 7' 24,815" N
13	967.335,76	615.980,15	77° 22' 15,566" W	1° 7' 23,969" N
14	967.296,19	615.941,75	77° 22' 16,846" W	1° 7' 22,719" N
15	967.267,79	615.917,43	77° 22' 17,764" W	1° 7' 21,927" N
16	967.249,75	615.955,38	77° 22' 18,348" W	1° 7' 23,162" N
17	967.238,21	616.002,19	77° 22' 18,721" W	1° 7' 24,686" N
18	967.235,68	616.018,83	77° 22' 18,803" W	1° 7' 25,228" N

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Figura 1-2 Localización general del Campamento Cebadal



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

1.6 Descripción general del campamento

El campamento Cebadal, contará con dos zonas principales la administrativa y la operativa, donde la primera estará compuesta por: dormitorios, oficinas, bodega, talleres, zona de mantenimiento de equipos, zona de almacenamiento temporal de residuos sólidos y líquidos y zonas de almacenamiento de combustibles.

En la zona operativa, se encontrarán la planta de concreto y trituradora, las cuales son de interés para la construcción de la doble calzada de la vía Rumichaca – Pasto en el tramo Pedregal – Catambuco, con el fin de brindar el material necesario para la ejecución del proyecto vial, su ubicación puntual se observa en la Tabla 1-4.

Tabla 1-4. Ubicación plantas de procesos

Planta de proceso	Coordenadas magna sirgas origen Bogotá Oeste	
	Este	Norte
Planta de hormigón	967.337,29	616.017,35
Trituradora	967.312,44	616.000,57

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

La planta de hormigón estará compuesta por las siguientes áreas:

- Línea de almacenamiento de agua y aditivos, con su respectivo generador y cabina de control.
- Línea de proceso compuesta por: tolvas, mezclador y planta.
- Zona de almacenamiento de material.

La trituradora:

- Zona de máquina trituradora.
- Zona de almacenamiento de material.

2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Durante el desarrollo de las obras del proyecto vial Rumichaca – Pasto, puntalmente en el campamento Cebadal, se estima la descarga de vertimientos de tipo industrial y doméstico en la Quebrada Magdalena, asociados con los procesos en la planta de hormigón, la trituradora e infraestructuras temporales (campamentos); por lo tanto, con el fin de garantizar la concentración de contaminantes dentro de los rangos establecidos por las entidades de control ambiental, se tiene previsto la instalación de un sistema de tratamiento, donde los diseños obedecen a las características de las aguas a tratar, las cuales varían en función de su origen.

Este sistema de tratamiento de aguas residuales, no es solo una medida de manejo ambiental por las posibles afectaciones que genere el Proyecto, si no que hoy en día se asume como una actividad del mismo. Debido a esto, la Concesionaria busca proponer alternativas a los sistemas de tratamiento que presenten una mayor eficiencia en la remoción de contaminantes, traduciéndose finalmente en mayor protección a los recursos naturales y menores volúmenes de vertimiento, tal y como se observa en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Caudales de vertimiento

Campamento	Tipo de agua	Consumo de agua (L/s)	Generación de agua residual
Cebadal	Agua residual doméstica	0,28	0,21
	Agua residual industrial	1,5	0,6

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En el numeral *3.2Caracterización del vertimiento* del presente documento se presenta la caracterización de los vertimientos esperados para el campamento Cebadal

2.1 Localización

La descarga del agua residual tratada producto de las actividades a desarrollar en el campamento Cebadal, se contempla realizar en la Quebrada Magdalena, puntualmente dentro de una franja de 30,06

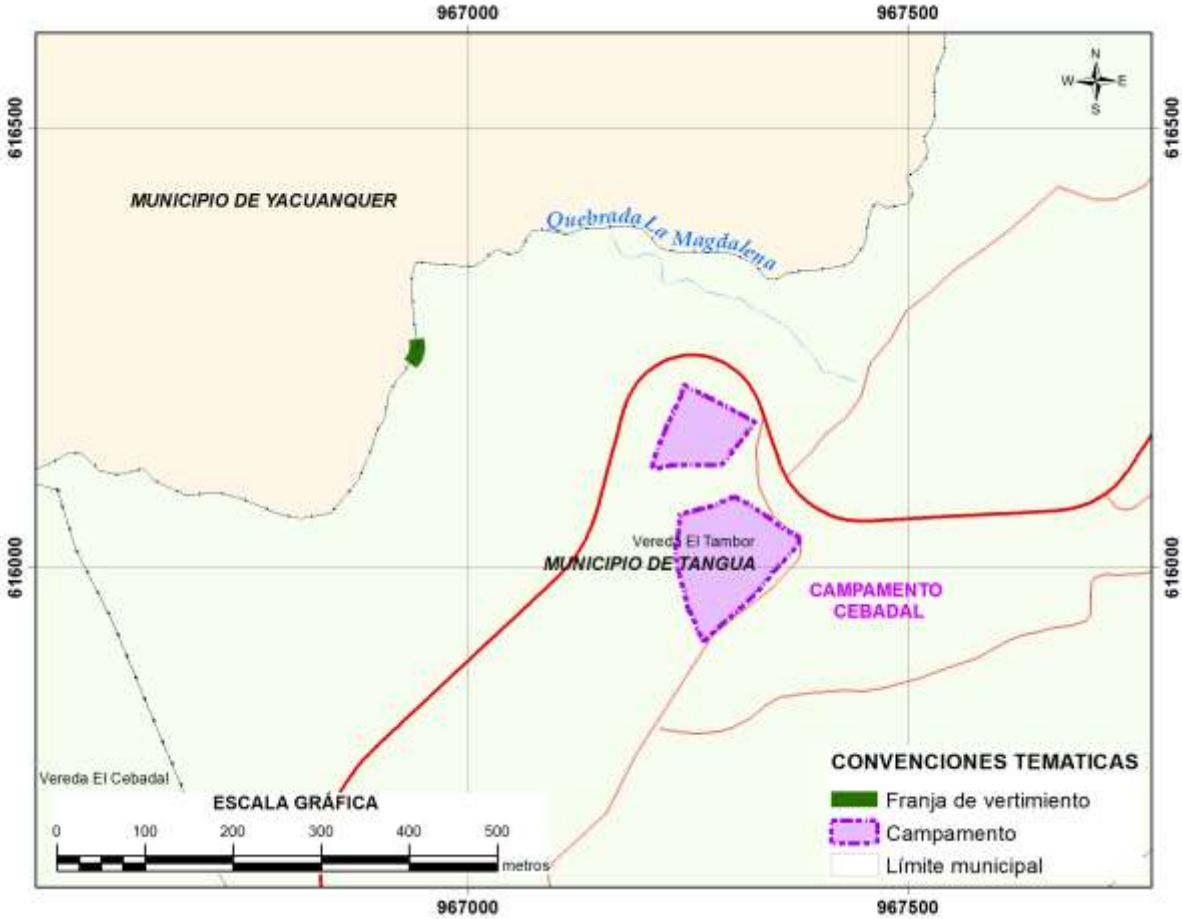
m, compuesta por las coordenadas indicadas en la Tabla 2-2 y presentadas en la Figura 2-1. Lo anterior debido a que el campamento aún no se encuentra construido.

Tabla 2-2. Franja de vertimiento

Campamento	Corriente receptora	Punto	Coordenadas magna sirgas origen Bogotá Oeste	
			Este	Norte
Cebadal	Quebrada Magdalena	Inicio	966.941,98	616.259,75
		Fin	966.934,60	616.232,13

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Figura 2-1 Localización franja de vertimiento Campamento Cebadal



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

2.2 Descripción de los sistemas de tratamiento

2.2.1 Aguas residuales domésticas

El manejo de las aguas residuales domésticas se divide en aguas negras y aguas grises, las primeras serán manejadas por medio de la instalación de unidades sanitarias portátiles por lo que el contratista dueño de éstas se encargará del manejo de las aguas residuales.

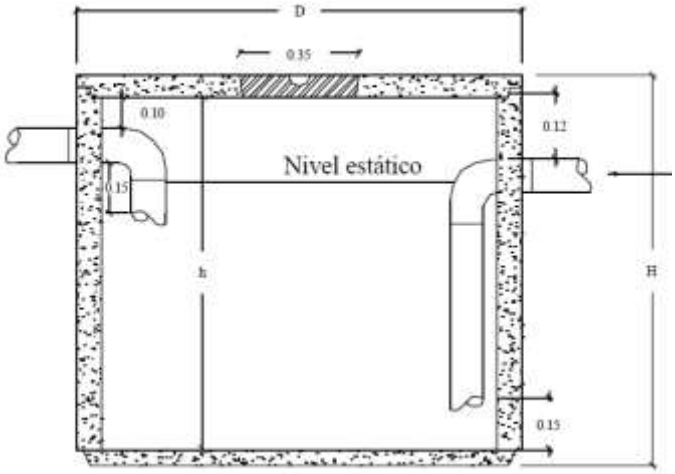
Frente a la generación de aguas grises en el campamento (duchas, lavamanos, lavaplatos, y lavarropas), se caracterizan por tener materiales en suspensión y grasas de origen vegetal, por lo tanto el índice de contaminación orgánica en estas aguas es menor que en aguas de tipo sanitario o negras.

A continuación, se detallan las unidades de tratamiento previstas, donde las aguas serán conducidas de manera independiente hasta una trampa de grasas cuyo efluente se unirá a un pozo séptico con una eficiencia de remoción del 80%.

- **Trampa de grasas**

Como primera medida se implementará una trampa de grasas (proceso físico) para la retención de grasas, será localizada a la salida del área habitacional del campamento con el fin de prevenir problemas de obstrucción, adherencia, malas olores, entre otros. La Figura 2-2, muestra el diseño tipo y operación de una trampa de grasas.

Figura 2-2. Diseño típico trampa grasas



Fuente: Fatuvisa, 2013.

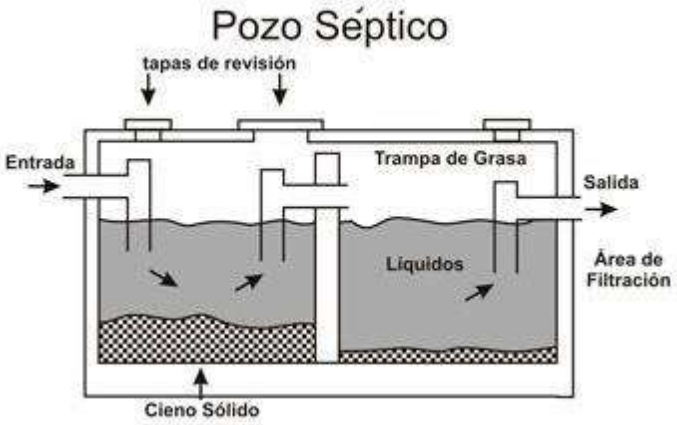
- **Pozo séptico**

La función del tanque séptico es recibir y descontaminar las aguas residuales que se generan producto de labores como cocinar, lavado con detergentes que contienen alta carga de grasas y de residuos biológicos. Cuando el agua contaminada entra al tanque los residuos sólidos van al fondo, en un proceso llamado sedimentación en donde se estabiliza la materia orgánica y lograr transfórmala en lodos con características inofensivas.

El tanque deber ser hermético, de larga duración y de una estructura estable ya que su contenido posee una concentración muy alta de materia orgánica y organismos patógenos que pueden ser causantes de

enfermedades e infecciones, sin embargo es necesario que cuenten con una tapa para poder realizar inspecciones y mantenimiento, adicional debe tener un tubo de escape como mecanismo de ventilación. (Figura 2-3).

Figura 2-3. Operación básica de tratamiento de un pozo séptico

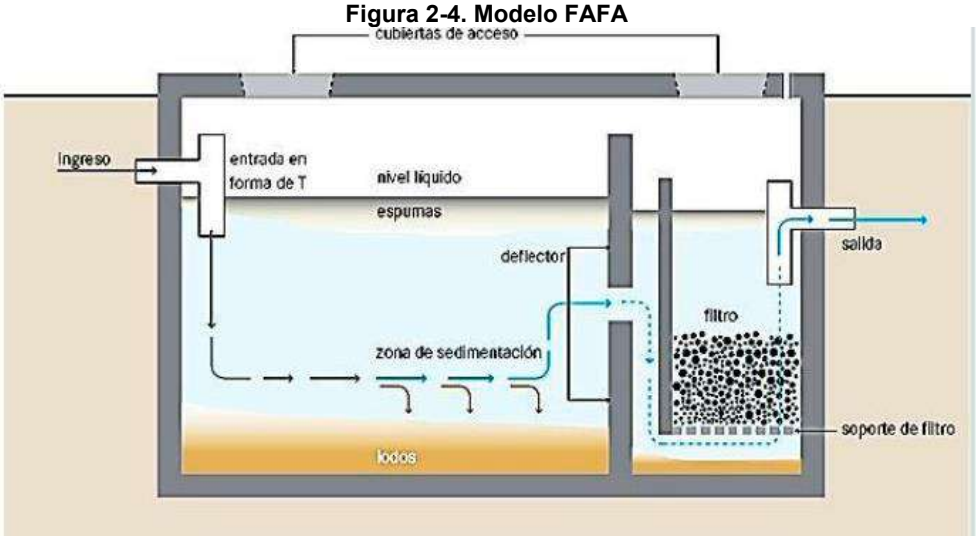


Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico, 2016

- **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente - FAFA**

Es un sistema complementario al pozo séptico, logra una reducción de un 50 a 70% de DBO, sobre la remoción lograda previamente. El sistema FAFA, como se observa en la Figura 2-4, consiste en un tanque o cámara cerrada, compuesta por un lecho de grava y gravilla en donde el afluente proveniente de los anteriores tratamientos pasa de manera ascendente a través de los intersticios y la película biológica que se forma sobre la superficie de este material granular realiza un trabajo de digestión y reducción anaerobia.

Figura 2-4. Modelo FAFA



Fuente: Alianza por el agua, 2016.

El sistema FAFA es un bioreactor anaerobio que posee un material de relleno inerte, sobre el material de relleno crece una población bacteriana que degrada la DBO soluble del afluente dando como resultado

un efluente clarificado con una menor carga orgánica. Es un sistema de fácil operación lo que hace que en el campamento se disminuya la probabilidad de que se presente una emergencia sanitaria.

Con esta última fase de tratamiento se espera un porcentaje de remoción total de 95% de carga contaminante, lo que hace que esta agua sea óptima para aprovechamiento en procesos industriales.

2.2.2 Aguas residuales industriales

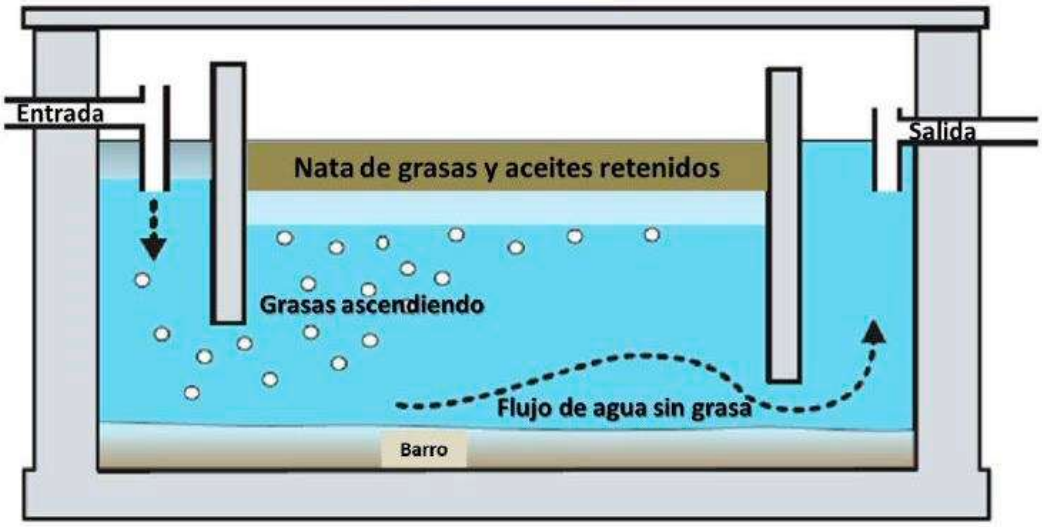
Como se ha mencionado, las aguas residuales industriales son producto de un proceso de transformación de materiales, por lo tanto, el sistema de tratamiento que se plantea para el campamento Cebadal se describe a continuación.

- **Trampa de grasas para aguas aceitosas**

Como primera medida de tratamiento para el agua industrial, se contará con una trampa de grasas para la retención de aceites y grasas provenientes de los diques para tanques, así como del lavado y mantenimiento de equipos en la planta de hormigón; con el fin de eliminar los elementos que generalmente se presentan en este tipo de aguas residuales, como aceites libres y emulsionados, fenoles, compuestos nitrogenados y sulfurados. Es de aclarar que la minimización de aceites y grasas depende del buen comportamiento del personal durante el desarrollo de sus labores, por lo que debe ser capacitado.

A continuación, se presenta un diagrama tipo, sobre el funcionamiento de la trampa de grasas. (Ver Figura 2-5)

Figura 2-5. Funcionamiento de trampa de grasa



Fuente: Universidad Nacional, 2016.

- **Desarenadores**

La unidad desarenadora es una estructura hidráulica que tiene por objeto separar del agua las arenas, partículas gruesas y sólidos sedimentables inferiores a 1mm y superiores a 0,2 mm, por lo tanto su uso impide que se produzcan depósitos en la línea de conducción evitando sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento.

Para el presente proyecto, se estableció un desarenador de flujo horizontal, como se observa en la Figura 2-6, a fin de aumentar el tiempo de retención, pues al lograr mayor tiempo de retención se obtiene mayor sedimentación de sólidos presentes. Una vez el agua pasa por esta unidad, es conducida a las piscinas sedimentadoras, que es la unidad de tratamiento físico final de las aguas industriales.

Figura 2-6.Tanque desarenador

Fuente: Hidritec, 2016.

- **Piscina sedimentadora**

El uso de una piscina sedimentadora tiene como finalidad la decantación de sólidos suspendidos presentes en aguas residuales previa eliminación de sólidos sedimentables. Esta debe contar con una cubierta de impermeabilización en geomembrana HDPE que permita la protección al suelo inhibiendo la filtración de líquidos y separando las partículas inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,5 mm por medio de gravedad, lo que permite una reducción de 15% DBO y un 50% de sólidos suspendidos.

La piscina estará ubicada aledaña al campamento donde el agua producto del tratamiento y altamente clarificada con un porcentaje del 80% de remoción se considera óptima para la recirculación en procesos industriales.

Los lodos generados producto del tratamiento de aguas residuales serán transportados en volquetas hasta las ZODME's autorizadas.

3 MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL VERTIMIENTO SOBRE LA Q. LA MAGDALENA

El objetivo de este numeral es evaluar el comportamiento que tendrán los vertimientos doméstico e industrial proyectados del campamento Cebadal sobre la Quebrada La Magdalena mediante la modelación matemática Qual2kw, teniendo en cuenta las características climáticas de la zona, las condiciones hidráulicas e hidrológicas de la quebrada, la calidad fisicoquímica y bacteriológica estimada de los vertimientos y la monitoreada en el cuerpo receptor.

3.1 Características climáticas

El análisis climático, se realizó sobre los parámetros meteorológicos requeridos para la modelación matemática del vertimiento proveniente del campamento Cebadal, a partir de la información disponible

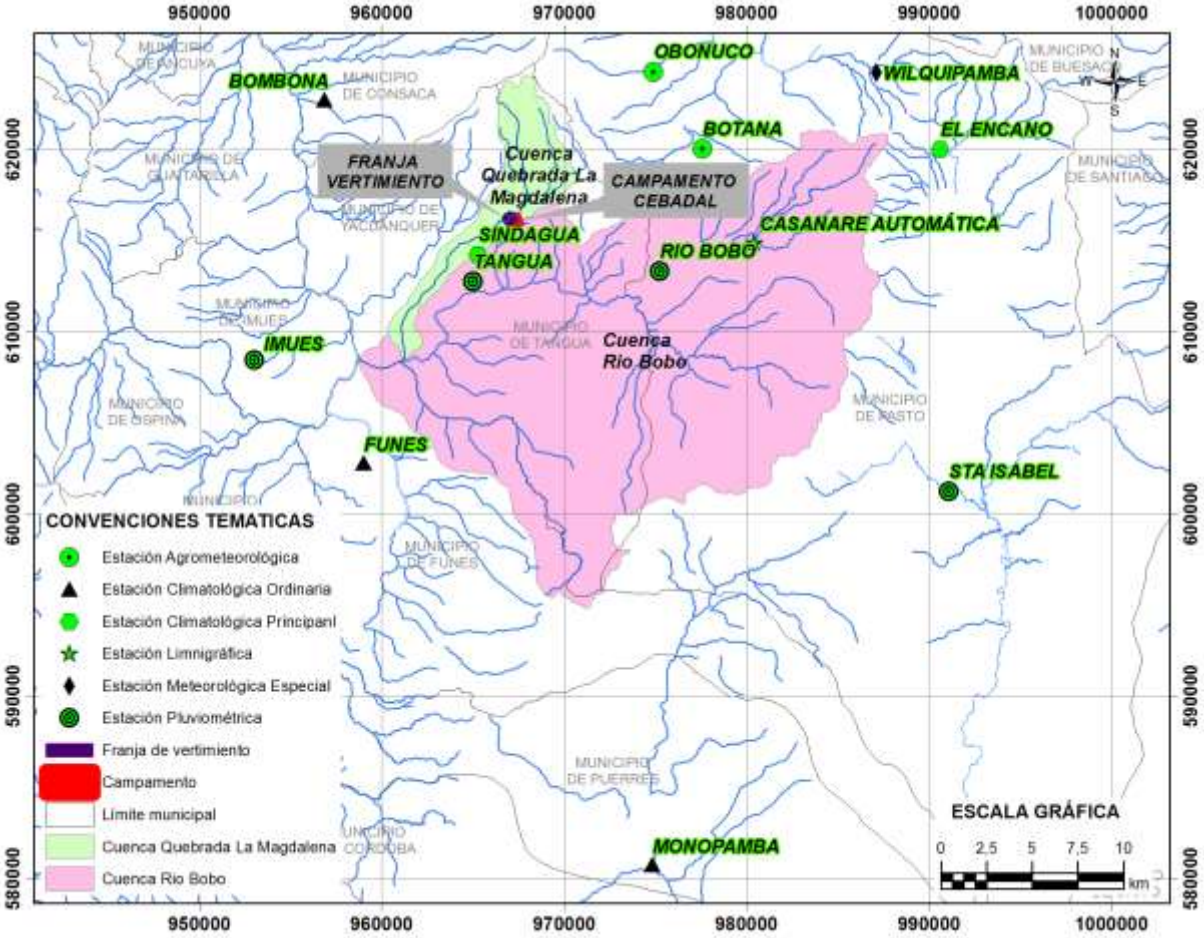
en las estaciones de monitoreo más cercanas al área de interés, para un periodo aproximado de 28 años, comprendido entre 1987 al 2015 (Anexo 2 Datos IDEAM Clima). Las estaciones meteorológicas utilizadas para caracterizar el área de estudio, se presentan en la Tabla 3-1 y su distribución espacial en la Figura 3-1.

Tabla 3-1. Estaciones meteorológicas utilizadas para caracterizar el Vertimiento

Código	Nombre estación	Municipio	Tipo	Elevación m.s.n.m.	Coordenadas magna sirgas origen Bogotá Oeste	
					Este	Norte
52055040	Botana	Pasto	AM	2820	977.596,783	620.034,667
52045010	Obonuco	Pasto	AM	2710	975.237,610	624.236,710
52055090	Sindagua	Tangua	CP	2800	965.331,117	614.175,231

AM: Estación Agrometeorológica, CP: Estación Climatológica Principal
Fuente: IDEAM 2017.

Figura 3-1. Ubicación de las estaciones meteorológicas del área de estudio



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

A continuación, se describen los datos climáticos requeridos para la modelación matemática del vertimiento en la Quebrada La Magdalena.

- **Brillo solar**

En la Tabla 3-2 y Figura 3-2, se presentan los registros de brillo solar reportados en las estaciones de Botana, Obonuco y Sindagua, para el área de influencia del proyecto.

Tabla 3-2. Valores medios mensuales de brillo solar (horas)

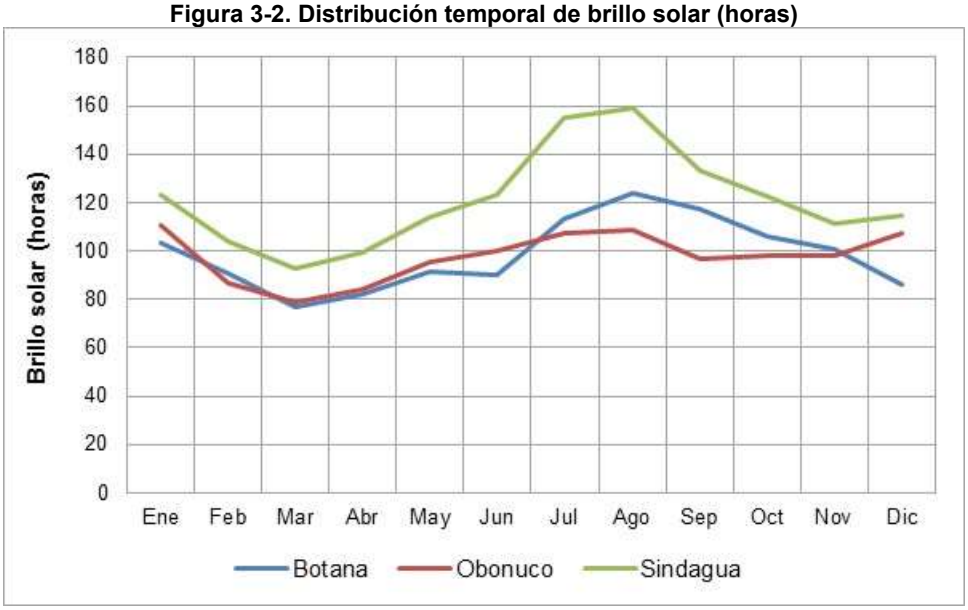
Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	103,3	90,6	76,8	82	91,5	90	113,2	124,2	117,4	106,3	100,8	85,9	1.182,1
Obonuco	110,7	86,6	78,7	83,8	95,5	100,3	107,2	108,4	97	98	98	107,1	1.171,3
Sindagua	123,2	103,8	92,7	99,1	113,9	123,1	154,8	158,8	132,9	122,4	111	114,5	1.450,2
Promedio estaciones	112,4	93,7	82,7	88,3	100,3	104,5	125,1	130,5	115,8	108,9	103,3	102,5	1.267,9

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

En la Figura 3-2, se observa que los mayores valores se presentan en los meses de julio y agosto, principalmente en la estación Sindagua y el menor valor en el mes de marzo, para todas las estaciones.

Igualmente, se presenta una situación particular en la estación Obonuco para el mes de septiembre, donde el reporte es de 97 horas de sol, comportamiento muy variable frente a la constante que se venía presentando.

Figura 3-2. Distribución temporal de brillo solar (horas)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Radiación solar**

Dado que las estaciones seleccionadas para este estudio ninguna cuenta con información de este parámetro, por lo tanto se empleó una ecuación empírica de reconocida validez, para la obtención de este parámetro partiendo de las horas de sol o Brillo Solar. La ecuación fue propuesta por Masson (1966) quién encontró una relación entre la radiación solar sobre una superficie horizontal (en langleys por día) y el número de horas de brillo solar por día (n).

$$H = 60 + (1406.2 * n^2 + 7426.6 * n)^{1/2}$$

Teniendo en cuenta que: 1 langley (ly) = 1 cal/cm² = 11,63 Wh/m²

A continuación, se presentan los valores medios mensuales de radiación solar obtenidos de la aplicación de la anterior ecuación. (Ver Tabla 3-3 y Figura 3-3).

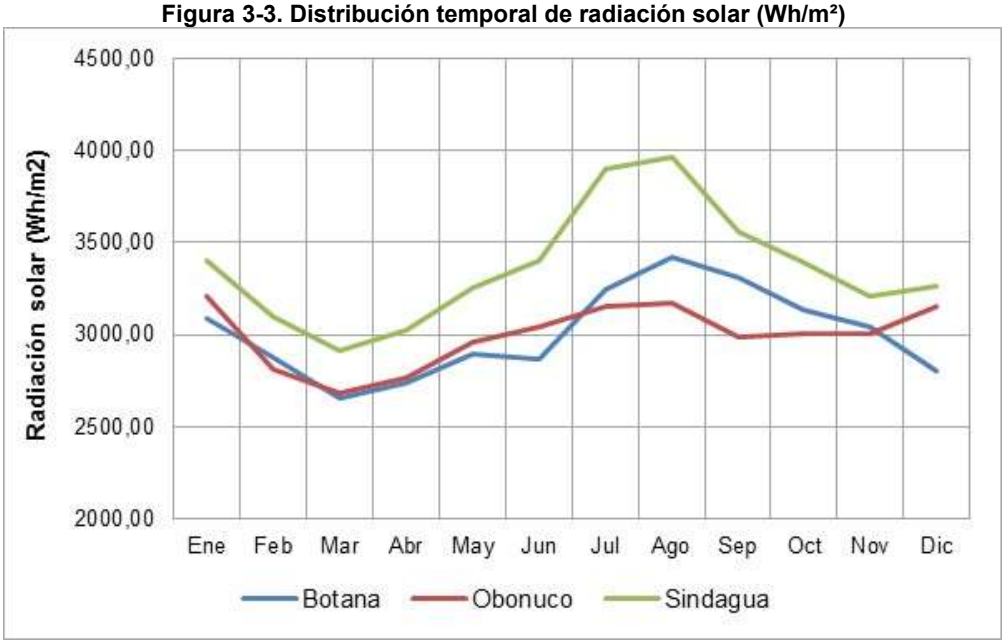
Tabla 3-3. Valores medios mensuales de radiación solar (Wh/m²)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	3.088,2	2.881,4	2.651,8	2.739	2.896,2	2.871,6	3.247	3.421,5	3.313,8	3.136,5	3.047,8	2.803,9	18.998
Obonuco	3.207,1	2.815,5	2.683,8	2.769	2.961,7	3.039,7	3.151	3.170,2	2.986,1	3.002,4	3.002,4	3.149,4	18.840
Sindagua	3.405,7	3.096,3	2.915,9	3.020,2	3.258,2	3.404,1	3.899	3.960,7	3.558,3	3.393,1	3.211,9	3.267,7	22.902
Promedio estaciones	3.233,6	2.931,1	2.750,5	2.842,8	3.038,7	3.105,1	3.432,3	3.517,5	3.286,1	3.177,3	3.087,3	3.073,6	20.247

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017

Como se observa en la Figura 3-3, el mes de agosto es en el que se dan los mayores picos de radiación solar en las tres estaciones, mientras que en el mes de marzo se presentan las menores radiaciones en la zona de estudio.

Figura 3-3. Distribución temporal de radiación solar (Wh/m²)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Nubosidad**

La nubosidad es la fracción del cielo que se encuentra cubierta por nubes. Es así que para realizar la medición de nubosidad el cielo está dividido en 8 partes u octas. La cantidad de octas del cielo que se

encuentren cubiertas determinan el nivel de nubosidad. En la Tabla 3-4 se presenta la metodología establecida por la Organización Meteorológica Mundial - OMM para interpretar la nubosidad[1].

Tabla 3-4. Definición de octas para categorizar el estado del tiempo

Octas	Definición	Categoría
0	Despejado	Sin nubes
1	1/8 de cielo cubierto o menos, pero no cero	Ligeramente nublado
2	2/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado
3	3/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado
4	4/8 de cielo cubierto	Parcialmente nuboso
5	5/8 de cielo cubierto	Mayormente nublado
6	6/8 de cielo cubierto	Mayormente nublado
7	7/8 de cielo cubierto o más, pero no 8/8	Mayormente nublado
8	8/8 de cielo completamente cubierto, sin claros	Cubierto

Fuente: Organización Metereológica Mundial – OMM, 1993

Para el análisis de la nubosidad se tuvo en cuenta los datos registrados por las tres estaciones, como se observa en la Tabla 3-5 y Figura 3-4.

Tabla 3-5. Valores medios mensuales de nubosidad (octas)

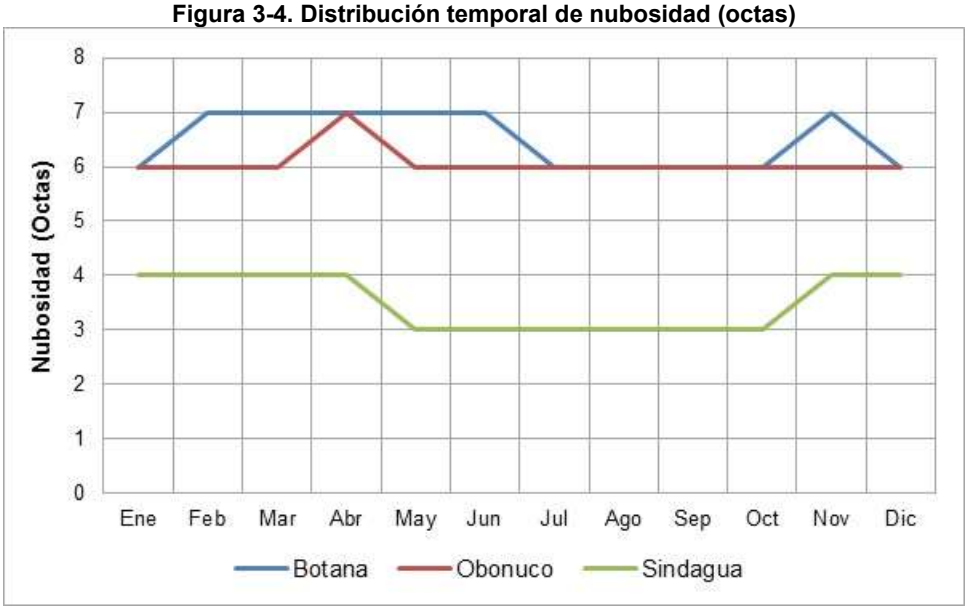
Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	6	6
Obonuco	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Sindagua	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3
Promedio estaciones	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5
Promedio octas %	62,5	75,0	75,0	75,0	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	75,0	62,5	62,5

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

En la Figura 3-4, se observa que los datos registrados en la estación Botana indican un cielo mayormente nublado a lo largo del año, pero los meses más intensos son desde febrero hasta junio y noviembre; mientras que en el sector donde se encuentra la estación Sindagua, el cielo se encuentra entre ligera a parcialmente nublado.

[1]Organización Meteorológica Mundial – OMM. 1993

Figura 3-4. Distribución temporal de nubosidad (octas)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Temperatura**

De acuerdo con la información de las estaciones meteorológicas localizadas en el área de estudio, el comportamiento de la temperatura se observa en la Tabla 3-6 y Figura 3-5.

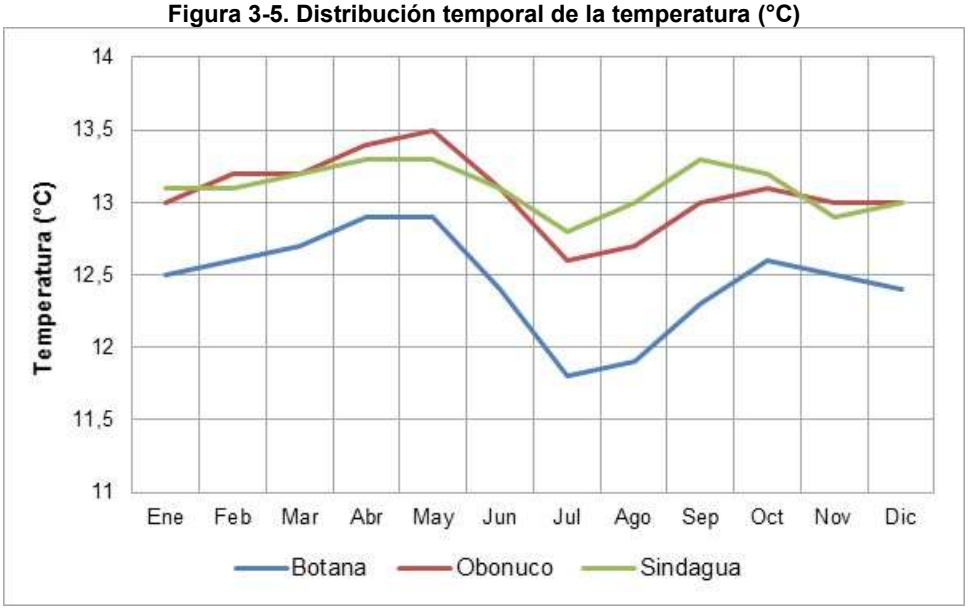
Tabla 3-6. Valores medios mensuales de temperatura (°C)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	12,5	12,6	12,7	12,9	12,9	12,4	11,8	11,9	12,3	12,6	12,5	12,4	12,4
Obonuco	13	13,2	13,2	13,4	13,5	13,1	12,6	12,7	13	13,1	13	13	13,1
Sindagua	13,1	13,1	13,2	13,3	13,3	13,1	12,8	13	13,3	13,2	12,9	13	13,1
Promedio estaciones	12,9	13	13	13,2	13,2	12,9	12,4	12,5	12,9	13	12,8	12,8	12,9

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

En la Figura 3-5, se observa que el mes con mayor temperatura es mayo pues alcanza un valor máximo de 13,50 °C y los meses un poco más fríos corresponden a julio y agosto, reportando temperaturas de 11,8°C y 11,9 °C, respectivamente; aunque el promedio anual varía entre 12,4°C y 13,1°C.

Figura 3-5. Distribución temporal de la temperatura (°C)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Humedad relativa**

Como se observa en la Tabla 3-7 y Figura 3-6, la humedad no tiene fuertes variaciones en sus valores medios en el área de influencia del proyecto.

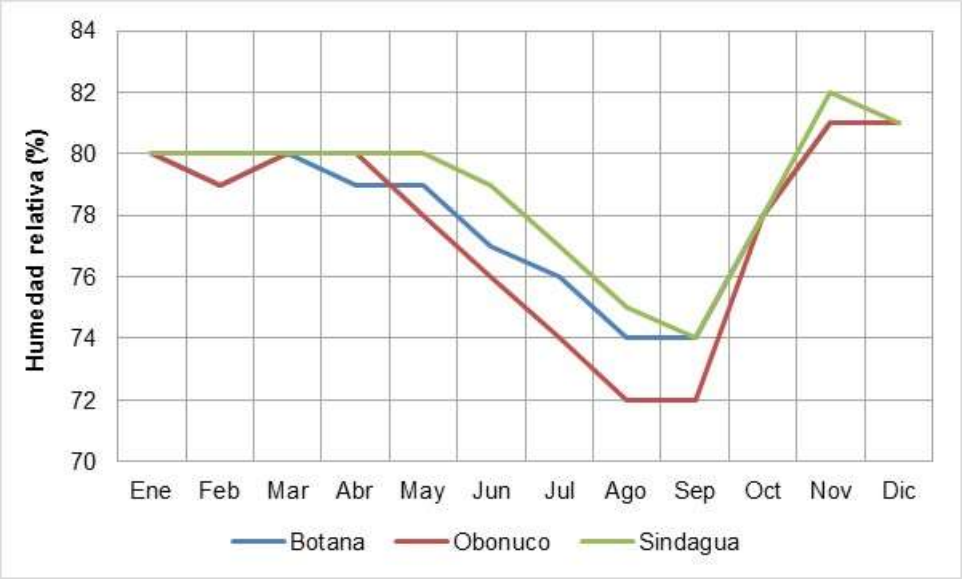
Tabla 3-7. Valores medios mensuales de humedad relativa (%)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	80	79	80	79	79	77	76	74	74	78	81	81	78
Obonuco	80	79	80	80	78	76	74	72	72	78	81	81	77
Sindagua	80	80	80	80	80	79	77	75	74	78	82	81	79
Promedio estaciones	80	79	80	80	79	77	76	74	73	78	81	81	78

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

Se establece una humedad relativa promedio anual entre 77 y 79% lo que significa que es una región húmeda. Gráficamente se puede afirmar que los valores medios mayores en los meses de lluvias altas son noviembre y diciembre con el 81 y 82%, en tanto que las menores se presentan en los meses relativamente secos o de bajas lluvias en los meses de agosto y septiembre con un valor de 72 y 74%.

Figura 3-6. Distribución temporal de la humedad relativa (%)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Punto de rocío**

Los reportes para punto de rocío de las estaciones se muestran en la Tabla 3-8 y Figura 3-7.

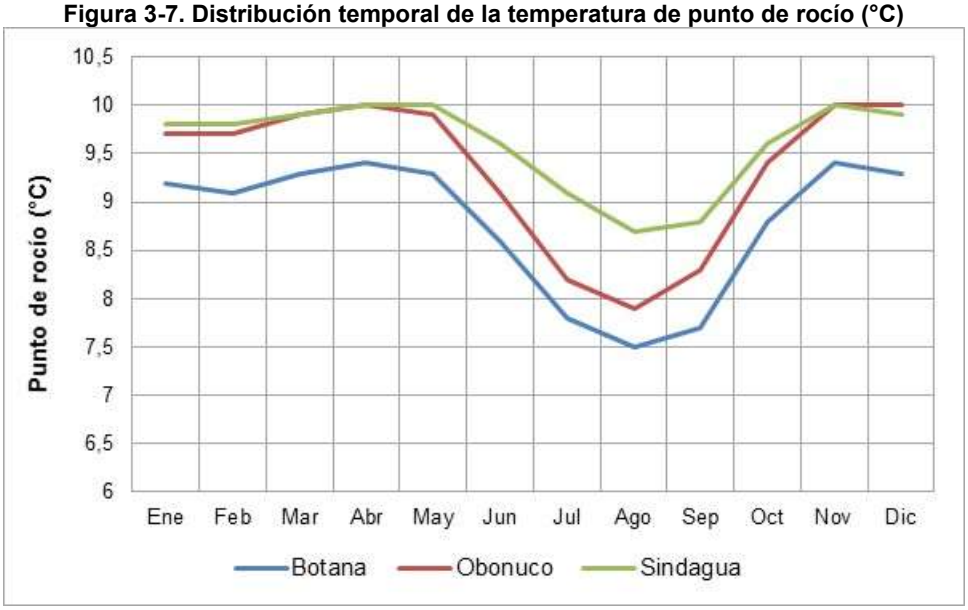
Tabla 3-8. Valores medios mensuales dela temperatura de punto de rocío (°C)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	9,2	9,1	9,3	9,4	9,3	8,6	7,8	7,5	7,7	8,8	9,4	9,3	8,8
Obonuco	9,7	9,7	9,9	10	9,9	9,1	8,2	7,9	8,3	9,4	10	10	9,3
Sindagua	9,8	9,8	9,9	10	10	9,6	9,1	8,7	8,8	9,6	10	9,9	9,6
Promedio	9,6	9,5	9,7	9,8	9,7	9,1	8,4	8,0	8,3	9,3	9,8	9,7	9,2

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

De la Figura 3-7, se puede establecer que la temperatura de punto de rocío, presenta un comportamiento constante en la zona de estudio, con valores promedios anuales de 8.8 y 9.6°C.

Figura 3-7. Distribución temporal de la temperatura de punto de rocío (°C)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Velocidad del viento**

De las estaciones climatológicas presentes en el área de estudio, solo la Obonuco presentó registro de este parámetro tal y como se observa en la Tabla 3-9 y Figura 3-8.

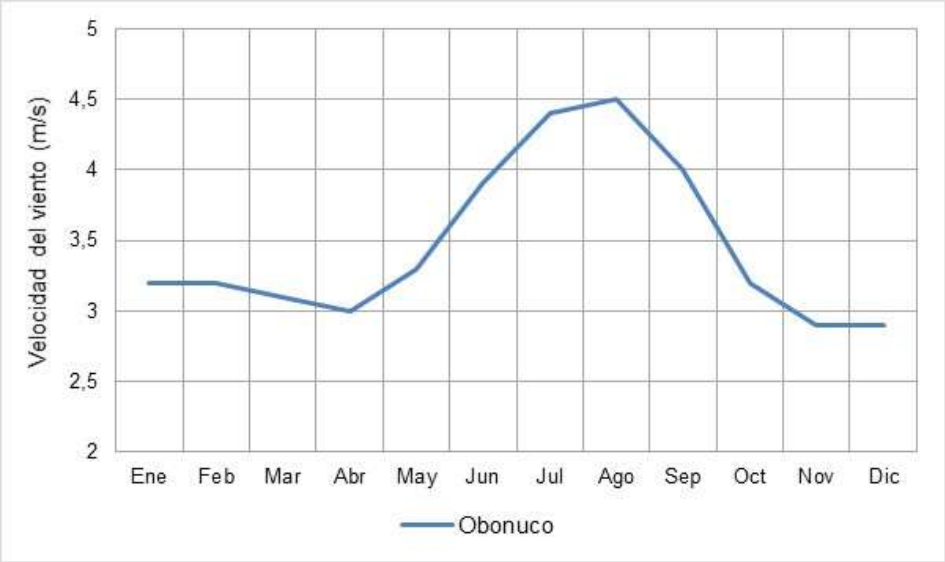
Tabla 3-9. Valores medios mensuales de la velocidad del viento (m/s)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Obonuco	3,2	3,2	3,1	3,0	3,3	3,9	4,4	4,5	4,0	3,2	2,9	2,9	3,5

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Según los datos de la Figura 3-8, se evidencia que a partir del mes de mayo se empieza a dar un incremento en la velocidad del viento la cual sigue en aumento hasta el mes de agosto que son los valores más altos; aquí se da nuevamente un descenso en la velocidad hasta el mes de noviembre; este comportamiento del viento se puede dar como respuesta a la predominancia de los vientos alisios del sur-sureste debido a la zona de confluencia intertropical (ZCIT) se encuentra desplazada hacia el norte del ecuador y por lo tanto registran sus mayores valores de velocidad.

Figura 3-8. Distribución temporal de la velocidad del viento (m/s)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.2 Caracterización del vertimiento

A continuación, se presenta la caracterización del vertimiento en los escenarios sin y con tratamiento, para las aguas residuales domésticas e industriales, que se generarán en el campamento Cebadal, de las cuales se espera verter los volúmenes definidos en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10. Caudales de vertimiento

Campamento	Tipo de agua	Consumo de agua (L/s)	Generación de agua residual (L/s)	Generación máxima de agua residual (L/s)
Cebadal	Agua residual doméstica	0,28	0,21	0,42
	Agua residual industrial	1,5	0,6	0,78

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

El caudal máximo de agua residual doméstica fue determinado, empleando el factor de mayoración de Flores (F) establecido en el numeral 3.3.5.1 del Título D del Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, versión 2016, con el cual se obtuvo que el caudal máximo de aguas residuales domésticas pueden llegar a ser el doble del promedio de las aguas residuales generadas.

Por su parte, para determinar el caudal máximo de aguas residuales industriales, se consideró que este correspondía al caudal medio afectado por un factor de seguridad del 30%.

3.2.1 Aguas residuales domésticas sin tratamiento

Para este escenario, se esperaría que la calidad del agua a verter presente las características, definidas en la Tabla 3-11, teniendo en cuenta que las condiciones allí presentadas son de aguas típicas residuales domésticas de acuerdo con (Romero Rojas, 2010), (Metcalf & Eddy/AECOM, 2014).

Tabla 3-11. Caracterización de aguas residuales domésticas sin tratamiento

Parámetro	Unidad	Valor
Color	UPC	187,5[1]
Cloruros	mg Cl/l	187,5[1]
DBO total	mg O_2/l	625[1]
DBO lenta	mg O_2/l	487,5[2]
DBO rápida	mg O_2/l	137,5[3]
DQO	mg O_2/l	750[1]
Dureza total	mg $CaCO_3$/l	62,5[1]
pH	Unidad	6 – 8[4]
Sólidos disueltos	mg/l	375 – 1.000[1]
Sólidos suspendidos	mg/l	125 – 250[1]
Sólidos inorgánicos	mg/l	70,72[6]
Sulfatos	mg SO_4/l	50 – 125[1]
Coliformes totales	NMP/100ml	1.125.000[1]
Coliformes fecales	NMP/100ml	100.000[1]
Grasas y aceites	mg/l	62,5 – 100[1]
Nitrógeno orgánico	mg/l	29[4]
Nitrógeno amoniacal	mg/l	40[4]
Nitrógeno total	mg/l	69[4]
Nitritos	mg/l	0[4]
Nitratos	mg/l	0[4]
Fosforo orgánico	mg/l	4.7[4]
fosforo inorgánico	mg/l	6,3[4]
Fosforo total	mg/l	11[4]
Ortofosfatos	mg/l	4,7[4]
SAAM	mg/l	12[5]
Alcalinidad	mg/l	100[5]
Conductividad	µS/cm	1.538,46[7]
Oxígeno disuelto	mg/l	4[4]
Detritus	mg/l	179,28[8]

[1]Valores tomados del EIA para el proyecto vial Doble Calzada Rumichaca-Pasto, tramo Pedregal – Catambuco, Contrato de Concesión Bajo el Esquema APP No. 15 de 2015 con un 25% de incremento previendo posibles fluctuaciones en las concentraciones reportadas en el afluente del sistema de tratamiento

[2]De acuerdo a (Ronzano & Dapena, 1995) la DBO rápidamente degradable representa el 22% de la DBO total en agua bruta

[3]Estimado por diferencia a partir de la DBO total y la DBO rápida

[4]Tomado de (Metcalf & Eddy/AECOM, 2014)

[5]Tomado de (Romero Rojas, 2010)

[6]Estimado a partir de los SST, tomando el 28% de acuerdo lo reportado por (Metcalf & Eddy/AECOM, 2014)

[7]De acuerdo con (Romero Rojas, 2010), los sólidos disueltos representan entre el 50 y el 80% de la conductividad

[8]Estimado por diferencia a partir de los SST y los sólidos suspendidos inorgánicos.

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.2.2 Aguas residuales domésticas con tratamiento

Frente a las concentraciones del agua reportada en la Tabla 3-11, se da inicio a un tratamiento fisicoquímico con remoción del 80%, del cual se espera que las aguas presenten las características definidas en la Tabla 3-12, para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, que para el caso es la Resolución 631 de 2015.

Tabla 3-12. Caracterización de aguas residuales domésticas con tratamiento

Parámetro	Unidad	Valor[1]
Color	UPC	---
Cloruros	mg Cl/l	37,5
DBO total	mg O_2/l	125
DBO lenta	mg/l	97,5[2]
DBO rápida	mg/l	27,5[3]
DQO	mg O_2/l	150
Dureza total	mg $CaCO_3$/l	12,5
pH	Unidad	6- 8
Sólidos disueltos	mg/l	200
Sólidos suspendidos	mg/l	50
Sólidos inorgánicos	mg/l	14,14
Sulfatos	mg SO_4/l	25
Coliformes totales	NMP/100ml	900.000
Coliformes fecales	NMP/100ml	80.000
Grasas y aceites	mg/l	20
Nitrógeno orgánico	mg/l	5,8
Nitrógeno amoniacal	mg/l	8
Nitrógeno total	mg/l	13,8
Nitritos	mg/l	0
Nitratos	mg/l	0
Fosforo orgánico	mg/l	0,94
fosforo inorgánico	mg/l	1,26
Fosforo total	mg/l	2,2
Ortofosfatos	mg/l	0,94
SAAM	mg/l	2,4
Alcalinidad	mg/l	20
Conductividad	µS/cm	307,69
Oxígeno disuelto	mg/l	0,8
Detritus	mg/l	35,85

[1]Valores estimados tomando como referente la eficiencia del sistema de tratamiento del 80%
[2]De acuerdo a (Ronzano & Dapena, 1995) la DBO rápidamente degradable representa el 33% de la DBO total en agua decantada
[3]Estimado por diferencia a partir de la DBO total y la DBO rápida

Fuente: Helios Consorcio Vial, 2008.

Para comprobar la efectividad del tratamiento de las aguas residuales domésticas, se realiza el comparativo con la Resolución 0631 de 2015, en su artículo 8, donde se definen los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas (ARD) de las soluciones individuales de saneamiento, tal y como se muestra en la Tabla 3-13.

Tabla 3-13. Calidad esperada del agua doméstica a verter vs normatividad vigente

Parámetro	Unidad	Aguas residuales domésticas	Resolución 0631 de 2015 Art. 8
Color	UPC	---	--
Cloruros	mg Cl/l	37,5	--
DBO total	mg O_2/l	125	--
DBO lenta	mg O_2/l	97,5	--

Parámetro	Unidad	Aguas residuales domésticas	Resolución 0631 de 2015 Art. 8
DBO rápida	mg O_2/l	27,5	--
DQO	mg O_2/l	150	200
Dureza total	mg $CaCO_3$/l	12,5	--
pH	Unidad	6- 8	6 a 9
Sólidos disueltos	mg/l	200	--
Sólidos suspendidos	mg/l	50	100
Sólidos inorgánicos	mg/l	14,14	
Sulfatos	mg SO_4/l	25	--
Coliformes totales	NMP/100ml	900.000	--
Coliformes fecales	NMP/100ml	80.000	--
Grasas y aceites	mg/l	20	20
Nitrógeno orgánico	mg/l	5,8	--
Nitrógeno amoniacal	mg/l	8	--
Nitrógeno total	mg/l	13,8	--
Nitritos	mg/l	0	--
Nitratos	mg/l	0	--
Fosforo orgánico	mg/l	0,94	--
fosforo inorgánico	mg/l	1,26	--
Fosforo total	mg/l	2,2	--
Ortofosfatos	mg/l	0,94	--
SAAM	mg/l	2,4	--
Alcalinidad	mg/l	20	--
Conductividad	µS/cm	307,69	--
Oxígeno disuelto	mg/l	0,8	--
Detritus	mg/l	35,85	--

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.2.3 Aguas residuales industriales sin tratamiento

Frente a la calidad de las aguas residuales industriales sin tratamiento, procedentes de una planta de hormigón, se espera que presenten las características que se muestran en la Tabla 3-14.

Tabla 3-14. Caracterización de aguas residuales industriales sin tratamiento

Parámetro	Unidades	Valor
Cloruros	mg Cl/l	73,5[1]
pH	Unidades	13,75[1]
Sólidos Totales	mg/l	623,75[1]
Sulfatos	mgSO_4/l	168,75[1]
Sólidos sedimentables	mg/l	415[1]
Conductividad	mg/l	9000[2]
Oxígeno disuelto	mg/l	5.3[2]
DQO	mg/l	270[1]
Turbidez	FTU	62,5[1]
Dureza	mg$CaCO_3$/L	5275[1]
Alcalinidad	mg$CaCO_3$/L	4236,25[1]
Arsénico	mg/l	0,63[1]
Bario	mg/l	1,25[1]
Cadmio	mg/l	0,01[1]
Zinc	mg/l	16,25[1]
Cobre	mg/l	1,25[1]

Parámetro	Unidades	Valor
Mercurio	mg/l	0,03[1]
Plomo	mg/l	0,06[1]
Selenio	mg/l	0,01[1]

[1]Valores tomados del EIA para el proyecto vial Doble Calzada Rumichaca-Pasto, tramo Pedregal – Catambuco, Contrato de Concesión Bajo el Esquema APP No. 15 de 2015 con un 25% de incremento previendo posibles fluctuaciones en las concentraciones reportadas en el afluente del sistema de tratamiento
[2]Tomado de (Cruz Henao, 2015)

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Estas aguas industriales, para el actual proyecto, no presentan nutrientes ni demanda química de oxígeno, dado que la presencia de materia orgánica en el agua que se utilizará para la planta de hormigón, no sería apta, ya que puede afectar la hidratación del cemento y de esta forma, disminuir la resistencia de los elementos fabricados. Por lo tanto, para el modelo Qual2KW, los parámetros de fósforo, nitrógeno y DQO, serán asignados con valores de cero.

Adicionalmente, para el modelo, los metales, se manejan como sustancias conservativas dado que son sustancias que no sufren cambios reactivos y que por lo tanto no se encuentran disueltas en el agua ni son susceptibles a volatilizarse, sino que están presentes como material particulado y por tanto pueden sedimentarse.

3.2.4 Aguas residuales industriales con tratamiento

Posterior al tratamiento fisicoquímico con remoción del 80%, de las aguas residuales industriales reportadas en la Tabla 3-14, se espera que la calidad del agua a verter presente las características definidas en la Tabla 3-15, para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, que para el caso es la Resolución 631 de 2015.

Tabla 3-15. Caracterización de aguas residuales industriales con tratamiento

Parámetro	Unidades	Valor [1]
Cloruros	mg Cl/l	14,7
pH	Unidades	9
Sólidos Totales	mg/l	100
Sulfatos	$mgSO_4/l$	33,75
Sólidos sedimentables	mg/l	83
Conductividad	mg/l	1.800
Oxígeno disuelto	mg/l	1,06
DQO	mg/l	54
Turbidez	FTU	12,5
Dureza	$mgCaCO_3/L$	1.055
Alcalinidad	$mgCaCO_3/L$	847,25
Arsénico	mg/l	0,126
Bario	mg/l	0,25
Cadmio	mg/l	0,002
Zinc	mg/l	3,25
Cobre	mg/l	0,25
Mercurio	mg/l	0,006
Plomo	mg/l	0,012
Selenio	mg/l	0,002

[1]Valores estimados tomando como referente la eficiencia del sistema de tratamiento del 80%

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Para comprobar la efectividad del tratamiento de las aguas residuales industriales, se realiza el comparativo con la Resolución 0631 de 2015, en su artículo 13, donde se definen los valores límites máximos permisibles en los vertimientos para la fabricación de artículos de hormigón, cemento yeso, tal y como se muestra en la Tabla 3-16.

Tabla 3-16. Calidad esperada del agua industrial a verter vs normatividad vigente

Parámetro	Unidades	Aguas residuales industriales	Resolución 0631 de 2015 Art. 13.
Cloruros	mg Cl/l	14,7	--
pH	Unidades	9	6 a 9
Sólidos Totales	mg/l	100	100
Sulfatos	mgSO4/l	33,75	--
Sólidos sedimentables	mg/l	1	1.00
Conductividad	mg/l	1.800	
Oxígeno disuelto	mg/l	1,06	
DQO	mg/l	54	200
DBO	mg/l O_2	--	100
Grasas y aceites	mg/l	--	20
Fenoles	mg/l	--	0,20
SAAM	mg/l	--	Análisis y reporte
Turbidez	FTU	12,5	--
Dureza	mgCaCO3/L	1.055	Análisis y reporte
Alcalinidad	mgCaCO3/L	847,25	Análisis y reporte
Arsénico	mg/l	0,126	--
Bario	mg/l	0,25	--
Cadmio	mg/l	0,002	0,10
Zinc	mg/l	3	3,0
Cobre	mg/l	0,25	--
Mercurio	mg/l	0,006	--
Plomo	mg/l	0,012	0,10
Selenio	mg/l	0,002	--

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3 Caracterización de la corriente receptora

En el presente numeral se describen las características, hidrológicas, hidráulicas, fisicoquímicas y bacteriológicas de la fuente receptora Quebrada La Magdalena; así como los usos y usuarios, índices de contaminación y calidad del agua y resultados de la prueba de trazadores. Lo anterior, es insumo para realizar la modelación que se presenta en el numeral 3.4 Modelación del vertimiento (QUAL2kw).

3.3.1 Hidrología

Considerando que sobre la quebrada La Magdalena, corriente sobre la cual se prevé la descarga de aguas residuales domésticas e industriales del campamento Cebadal, no existen estaciones hidrométricas que den cuenta de manera directa sobre el régimen hidrológico de la misma, se optó por implementar un modelo lluvia-escorrentía, el cual fue calibrado y validado a partir de la información de la estación limnigráfica Casanare Automática (52057090), la cual se localiza sobre el río Bobo, al cual tributa la quebrada La Magdalena; empleando la información climatológica proveniente de las estaciones cercanas a la cuenca de dicho río. Adicionalmente, con el fin de determinar las condiciones de consistencia y homogeneidad de la serie de caudales proveniente de la estación Casanare Automática

(52057090), se optó por desarrollar una curva de doble masa entre los registros de dicha estación con los datos de precipitación de la estación Río Bobo (62050060).

En el Anexo 5. Hidrología e hidráulica, se presenta los detalles de los cálculos realizados para la caracterización hidrológica de la corriente receptora Quebrada La Magdalena, así como la determinación de los caudales insumos para los escenarios de modelación. A continuación se presentan los resultados.

3.3.1.1 Caudales medios

Como se observa en la Tabla 3-17, se presenta un régimen hidrológico de tipo monomodal, en el cual los menores caudales se presentan entre los meses de agosto y septiembre y los mayores registros se presentan entre los meses de abril y mayo, con variaciones entre 0,51 m^3/s y 1,76 m^3/s, siendo 0,72 m^3/s el caudal medio multianual.

Tabla 3-17. Caudales medios estimados - Q. La Magdalena - sitio del vertimiento proyectado

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MED	1,39	1,29	1,38	1,38	1,34	1,17	0,83	0,65	0,66	0,82	1,15	1,30	1,11
MÁX	3,09	3,18	3,28	2,76	3,22	2,70	1,65	1,08	1,46	1,76	2,31	3,72	3,72
MIN	0,56	0,54	0,56	0,60	0,59	0,56	0,53	0,52	0,52	0,54	0,60	0,54	0,52

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.1.2 Caudales máximos

Al igual que para los caudales medios se observa el mismo régimen hidrológico monomodal (

Tabla 3-18), presentándose en promedio los mayores caudales hacia los meses de marzo, mes en el cual los caudales pueden llegar hasta 3,28 m^3/s, aunque ocasionalmente durante el mes de diciembre pueden presentarse caudales mayores de hasta 3,72 m^3/s, aunque con una menor frecuencia.

Tabla 3-18. Caudales máximos estimados - Q. La Magdalena - sitio de vertimiento proyectado

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MED	1,39	1,29	1,38	1,38	1,34	1,17	0,83	0,65	0,66	0,82	1,15	1,30	1,11
MÁX	3,09	3,18	3,28	2,76	3,22	2,70	1,65	1,08	1,46	1,76	2,31	3,72	3,72
MIN	0,56	0,54	0,56	0,60	0,59	0,56	0,53	0,52	0,52	0,54	0,60	0,54	0,52

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Las series de excedencias máximas anuales fueron analizadas a través de diferentes funciones de distribución de frecuencias, empleando el programa AFINS 2.0, desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia, el cual utiliza el método de estimación de máxima verosimilitud para el ajuste de las funciones, estimando inicialmente los parámetros por el método de los momentos. En la Tabla 3-19 se presentan los resultados obtenidos para un periodo de retorno de diez (10 años).

Tabla 3-19. Caudales máximos para un tiempo de retorno de 10 años

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Caudal	2,52	2,48	2,64	2,38	2,25	1,99	1,22	1,02	0,821	1,08	1,78	2,26
Distribución	Log Gumbel	TCEV	GEV	Log Gumbel	Log Gumbel	GEV	GEV	GEV	GEV	Gumel	GEV	GEV

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.3.1.3 Caudal ambiental

Con el objeto de determinar el caudal ambiental asociado a la quebrada La Magdalena, se realizó la estimación de los índices hidrológicos 7Q10 y Q95 por cada uno de los meses del año, obteniendo la primera propuesta de caudales mensuales ambientales, discriminada por mes, donde el caudal ambiental será el valor máximo entre el 7Q10 y el Q95% para el correspondiente mes. En la Tabla 3-20 se presentan los valores obtenidos para la quebrada La Magdalena a la altura de localización del vertimiento proyectado del campamento Cebadal.

Tabla 3-20. Caudales mensuales ambientales para el sitio de vertimiento

Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7Q10	0,53	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,52	0,52	0,52	0,52	0,53	0,52
Q95%	0,54	0,57	0,95	0,58	1,01	0,71	0,72	0,52	0,53	0,69	0,69	0,57
Q.Ambiental	0,54	0,57	0,95	0,58	1,01	0,71	0,72	0,52	0,53	0,69	0,69	0,57

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Para efectos del desarrollo del presente estudio, fue considerado el caudal ambiental estimado para el mes de agosto, en el cual se exhiben los menores caudales con 0,52 m^3/s.

3.3.2 Hidraúlica

Para el modelo QuaL2KW, se requieren las relaciones entre velocidad vs caudal y niveles vs caudal, para lo cual se emplea el modelo matemático HEC-RAS 4.1.0., desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, donde se incluye un módulo denominado “Water Surface Profiles”, el cual calcula los perfiles superficiales para diferentes condiciones de flujo bien sea permanente, no permanente y gradualmente variado, tanto en canales naturales como artificiales. Este procedimiento está basado en solucionar la ecuación unidimensional de energía con pérdidas por fricción evaluadas por medio de la ecuación de Manning. Para efectos del presente estudio se consideraron condiciones de flujo permanente y uniforme.

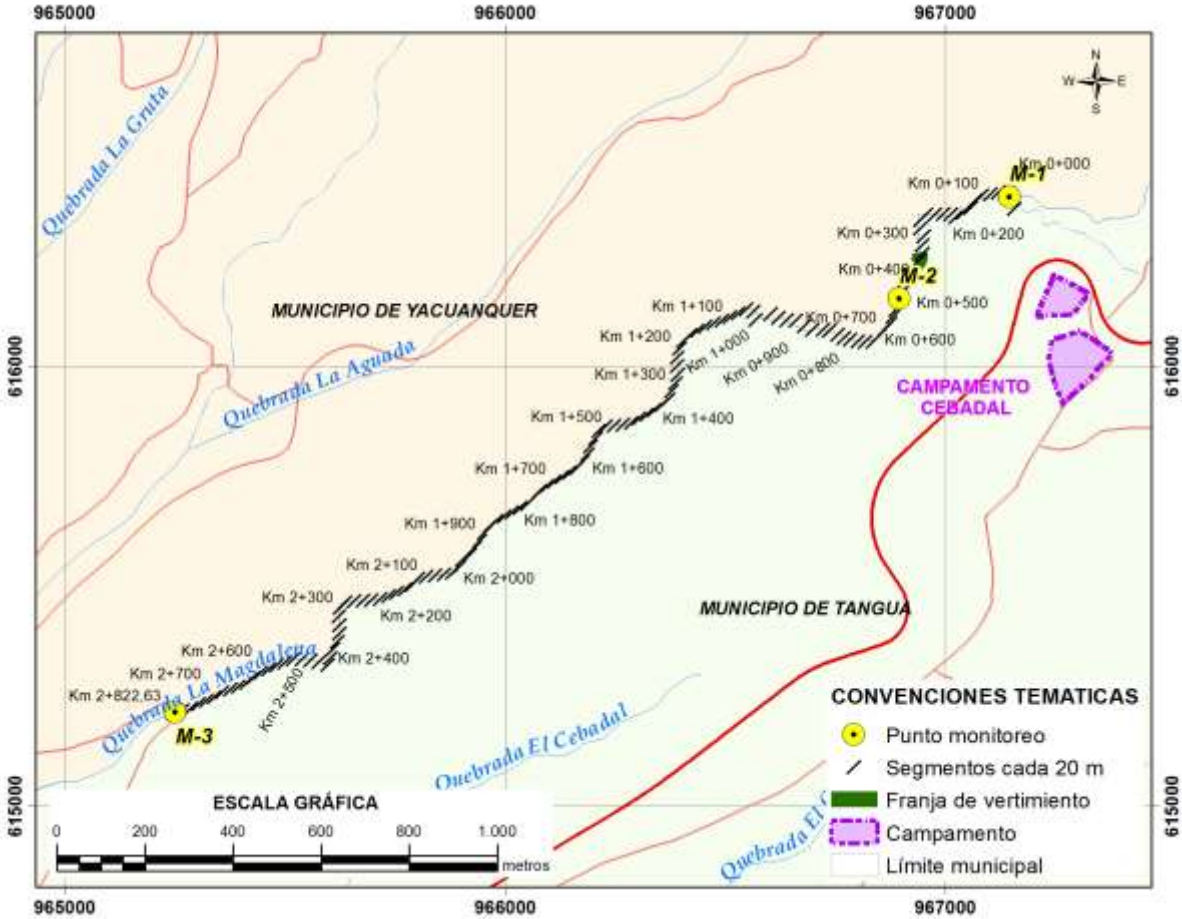
Los parámetros básicos de entrada del programa HEC-RAS son la geometría del cauce (secciones transversales), distancia de separación entre las secciones transversales seleccionadas, los coeficientes de rugosidad de Manning tanto para el cauce principal como para las planicies de inundación izquierda y derecha y las condiciones de niveles aguas abajo y/o arriba, dependiendo del régimen del flujo, que para este caso fue modelado en flujo mixto (combinación de flujo subcrítico y supercrítico), teniendo en cuenta que la quebrada presenta esta condición de zonas rápidas y lentas.

En el programa HEC-RAS, para la quebrada La Magdalena, se realizaron segmentos cada 20 m, con el fin de contar con un mayor número de registros hidráulicos del cuerpo de agua, donde también se incluyeron secciones mediante la herramienta de interpolación, incluida dentro del mencionado software.

En la Figura 3-9, se observa parte de los segmentos sobre la quebrada La Magdalena, dado que no fue posible representarlos cada 20m, según como se realizó acorde a lo ejecutado en el programa Hec-Ras, por densidad de la información.

En el Anexo 5. Hidrología e hidráulica se presentan los cálculos que sustentan los resultados presentados en la Tabla 3-21, donde se indican los coeficientes y exponentes de velocidad vs caudal y elevación vs caudal.

Figura 3-9. Segmentos en la quebrada La Magdalena.



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Tabla 3-21. Secciones simuladas en HECRAS

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
0	0,70	0,50	0,83	0,31	1.170	0,62	0,53	0,82	0,31
10	0,69	0,50	0,83	0,31	1.180	0,62	0,53	0,82	0,31
20	0,68	0,51	0,83	0,31	1.190	0,62	0,53	0,82	0,31
30	0,67	0,51	0,83	0,32	1.200	0,62	0,53	0,82	0,31
40	0,65	0,51	0,83	0,32	1.210	0,62	0,53	0,82	0,31
50	0,64	0,51	0,83	0,32	1.220	0,62	0,53	0,82	0,31
60	0,63	0,51	0,83	0,32	1.230	0,63	0,53	0,82	0,31
70	0,62	0,51	0,83	0,33	1.240	0,63	0,53	0,82	0,31
80	0,62	0,50	0,83	0,32	1.250	0,62	0,53	0,82	0,31

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
90	0,61	0,50	0,83	0,33	1.260	0,62	0,53	0,82	0,31
100	0,60	0,51	0,83	0,32	1.270	0,62	0,53	0,82	0,31
110	0,60	0,50	0,82	0,33	1.280	0,62	0,53	0,82	0,32
120	0,57	0,51	0,84	0,32	1.290	0,63	0,53	0,82	0,31
130	0,58	0,52	0,78	0,29	1.300	0,63	0,53	0,82	0,31
140	0,59	0,51	0,78	0,30	1.310	0,62	0,53	0,82	0,31
150	0,59	0,51	0,79	0,30	1.320	0,62	0,53	0,82	0,31
160	0,59	0,51	0,79	0,30	1.330	0,62	0,53	0,82	0,31
170	0,59	0,51	0,79	0,30	1.340	0,62	0,53	0,82	0,31
180	0,58	0,52	0,79	0,30	1.350	0,63	0,53	0,82	0,31
190	0,58	0,52	0,79	0,30	1.360	0,63	0,53	0,82	0,31
200	0,58	0,52	0,79	0,30	1.370	0,63	0,53	0,82	0,31
210	0,59	0,51	0,79	0,30	1.380	0,62	0,54	0,82	0,31
220	0,59	0,51	0,79	0,30	1.390	0,62	0,53	0,82	0,31
230	0,59	0,51	0,79	0,30	1.400	0,63	0,54	0,82	0,31
240	0,59	0,51	0,80	0,30	1.410	0,63	0,53	0,82	0,31
250	0,58	0,52	0,80	0,31	1.420	0,63	0,53	0,82	0,31
260	0,58	0,52	0,53	0,38	1.430	0,63	0,53	0,82	0,31
270	0,58	0,52	0,80	0,31	1.440	0,62	0,54	0,82	0,31
280	0,59	0,51	0,80	0,31	1.450	0,63	0,54	0,82	0,31
290	0,59	0,51	0,80	0,31	1.460	0,63	0,53	0,82	0,31
300	0,59	0,51	0,80	0,31	1.470	0,63	0,53	0,82	0,31
310	0,60	0,51	0,80	0,31	1.480	0,63	0,53	0,82	0,31
320	0,58	0,52	0,80	0,31	1.490	0,63	0,53	0,82	0,31
330	0,59	0,51	0,80	0,31	1.500	0,64	0,53	0,82	0,31
340	0,59	0,51	0,80	0,31	1.510	0,63	0,54	0,82	0,31
350	0,59	0,51	0,80	0,31	1.520	0,63	0,53	0,83	0,31
360	0,59	0,51	0,80	0,32	1.530	0,63	0,53	0,52	0,31
370	0,60	0,51	0,80	0,32	1.540	0,63	0,53	0,83	0,31
380	0,59	0,52	0,80	0,32	1.550	0,64	0,53	0,82	0,31
390	0,59	0,51	0,80	0,32	1.560	0,64	0,53	0,83	0,31
400	0,59	0,51	0,80	0,32	1.570	0,64	0,52	0,82	0,31
410	0,59	0,51	0,80	0,32	1.580	0,63	0,53	0,83	0,31
420	0,59	0,52	0,80	0,32	1.590	0,64	0,53	0,82	0,31
430	0,60	0,51	0,80	0,32	1.600	0,64	0,53	0,83	0,31
440	0,60	0,51	0,80	0,32	1.610	0,64	0,53	0,83	0,31
450	0,59	0,52	0,80	0,32	1.620	0,64	0,53	0,83	0,31
460	0,59	0,52	0,81	0,32	1.630	0,64	0,53	0,82	0,31
470	0,59	0,52	0,81	0,32	1.640	0,63	0,53	0,83	0,31
480	0,59	0,52	0,81	0,32	1.650	0,64	0,53	0,82	0,31
490	0,60	0,51	0,81	0,32	1.660	0,64	0,53	0,83	0,31
500	0,60	0,51	0,81	0,32	1.670	0,64	0,53	0,82	0,31
510	0,60	0,52	0,81	0,32	1.680	0,64	0,53	0,83	0,31
520	0,59	0,52	0,81	0,32	1.690	0,64	0,53	0,82	0,31

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
530	0,59	0,52	0,81	0,32	1.700	0,64	0,53	0,83	0,31
540	0,60	0,52	0,81	0,32	1.710	0,64	0,53	0,82	0,31
550	0,60	0,52	0,81	0,32	1.720	0,64	0,53	0,83	0,31
560	0,60	0,52	0,81	0,32	1.730	0,64	0,53	0,83	0,31
570	0,60	0,52	0,81	0,32	1.740	0,64	0,53	0,83	0,31
580	0,59	0,53	0,81	0,32	1.750	0,64	0,53	0,83	0,30
590	0,60	0,52	0,81	0,32	1.760	0,65	0,53	0,83	0,31
600	0,60	0,52	0,81	0,32	1.770	0,65	0,53	0,82	0,31
610	0,60	0,52	0,81	0,32	1.780	0,64	0,53	0,83	0,31
620	0,60	0,52	0,81	0,32	1.790	0,64	0,54	0,83	0,30
630	0,60	0,52	0,81	0,32	1.800	0,64	0,53	0,83	0,31
640	0,60	0,52	0,81	0,32	1.810	0,65	0,53	0,82	0,31
650	0,60	0,52	0,81	0,32	1.820	0,65	0,53	0,83	0,30
660	0,60	0,52	0,81	0,32	1.830	0,65	0,53	0,83	0,30
670	0,60	0,52	0,81	0,32	1.840	0,64	0,54	0,83	0,31
680	0,60	0,52	0,81	0,32	1.850	0,64	0,53	0,83	0,30
690	0,60	0,52	0,81	0,32	1.860	0,65	0,53	0,83	0,31
700	0,60	0,52	0,81	0,32	1.870	0,65	0,53	0,82	0,31
710	0,61	0,52	0,81	0,32	1.880	0,65	0,53	0,83	0,31
720	0,60	0,53	0,81	0,32	1.890	0,65	0,53	0,82	0,31
730	0,60	0,52	0,81	0,32	1.900	0,65	0,53	0,83	0,30
740	0,60	0,52	0,82	0,32	1.910	0,65	0,53	0,82	0,31
750	0,60	0,52	0,81	0,32	1.920	0,65	0,53	0,83	0,30
760	0,61	0,52	0,81	0,32	1.930	0,65	0,53	0,83	0,30
770	0,61	0,52	0,81	0,32	1.940	0,65	0,53	0,83	0,30
780	0,60	0,53	0,81	0,32	1.950	0,65	0,53	0,83	0,30
790	0,60	0,52	0,82	0,32	1.960	0,66	0,53	0,83	0,30
800	0,60	0,52	0,82	0,32	1.970	0,66	0,53	0,83	0,30
810	0,61	0,53	0,81	0,32	1.980	0,65	0,53	0,82	0,31
820	0,61	0,52	0,82	0,32	1.990	0,65	0,53	0,83	0,30
830	0,61	0,52	0,81	0,32	2.000	0,65	0,53	0,83	0,30
840	0,61	0,52	0,82	0,32	2.010	0,65	0,53	0,83	0,30
850	0,61	0,53	0,82	0,32	2.020	0,66	0,53	0,83	0,30
860	0,61	0,53	0,82	0,32	2.030	0,66	0,52	0,83	0,30
870	0,61	0,53	0,82	0,32	2.040	0,65	0,53	0,83	0,30
880	0,61	0,52	0,82	0,32	2.050	0,65	0,53	0,83	0,30
890	0,61	0,52	0,82	0,32	2.060	0,65	0,53	0,83	0,30
900	0,62	0,52	0,82	0,32	2.070	0,66	0,53	0,82	0,31
910	0,62	0,52	0,82	0,32	2.080	0,66	0,52	0,83	0,30
920	0,61	0,53	0,82	0,32	2.090	0,66	0,52	0,83	0,30
930	0,61	0,53	0,82	0,32	2.100	0,66	0,53	0,83	0,30
940	0,61	0,52	0,82	0,32	2.110	0,65	0,53	0,83	0,30
950	0,61	0,53	0,82	0,32	2.120	0,66	0,53	0,83	0,30
960	0,62	0,52	0,82	0,32	2.130	0,66	0,53	0,83	0,30

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
970	0,62	0,52	0,82	0,32	2.140	0,66	0,53	0,83	0,30
980	0,61	0,53	0,82	0,32	2.150	0,66	0,53	0,83	0,30
990	0,61	0,53	0,82	0,32	2.160	0,66	0,53	0,83	0,30
1000	0,61	0,53	0,82	0,32	2.170	0,67	0,53	0,83	0,30
1010	0,61	0,53	0,82	0,31	2.180	0,66	0,53	0,83	0,30
1020	0,62	0,52	0,82	0,32	2.190	0,66	0,53	0,83	0,30
1030	0,62	0,52	0,82	0,31	2.200	0,66	0,53	0,83	0,30
1040	0,62	0,52	0,82	0,32	2.210	0,66	0,53	0,83	0,30
1050	0,61	0,53	0,82	0,31	2.220	0,67	0,53	0,83	0,30
1060	0,61	0,53	0,82	0,32	2.230	0,67	0,52	0,82	0,31
1070	0,62	0,53	0,82	0,31	2.240	0,66	0,53	0,83	0,30
1080	0,62	0,53	0,82	0,32	2.250	0,66	0,53	0,82	0,31
1090	0,62	0,53	0,82	0,32	2.260	0,67	0,53	0,83	0,30
1100	0,62	0,53	0,82	0,32	2.270	0,67	0,52	0,82	0,31
1110	0,61	0,36	0,82	0,32	2.280	0,67	0,53	0,83	0,30
1120	0,62	0,53	0,82	0,32	2.290	0,68	0,52	0,82	0,30
1130	0,62	0,53	0,82	0,31	2.300	0,67	0,53	0,83	0,30
1140	0,62	0,53	0,82	0,31	2.310	0,68	0,52	0,80	0,33
1150	0,62	0,53	0,82	0,31	2.320	0,64	0,52	0,88	0,31
1160	0,62	0,53	0,82	0,31	.				

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.3 Calidad de la corriente receptora

Para efectos de la calibración del modelo, fueron empleados los resultados de los monitoreos fisicoquímicos y bacteriológicos, realizados sobre la quebrada La Magdalena, en el mes de febrero de 2017, por parte del laboratorio Analquim Ltda., acreditado por el IDEAM bajo la Resolución 1215 del 14 de junio de 2016 (Anexo 10. Resolución acreditación del laboratorio).

Estos monitores se llevaron a cabo en el sector El Tambor, mediante el diligenciamiento de las respectivas cadenas de custodia tal y como se puede apreciar en el Anexo 7. Cadenas de custodia laboratorio, previo mantenimiento de los equipos a utilizar (Anexo 9. Calibración de equipos laboratorio); con el fin de conocer las condiciones en las que se encuentra actualmente la corriente receptora del vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales de interés para el proyecto (Anexo 8. Resultados de monitoreos laboratorio). En la Tabla 3-22 y Tabla 3-23, se detallan la ubicación de los puntos monitoreados y los resultados obtenidos respectivamente, y en la Figura 3-10 se presenta la ubicación de los mismos.

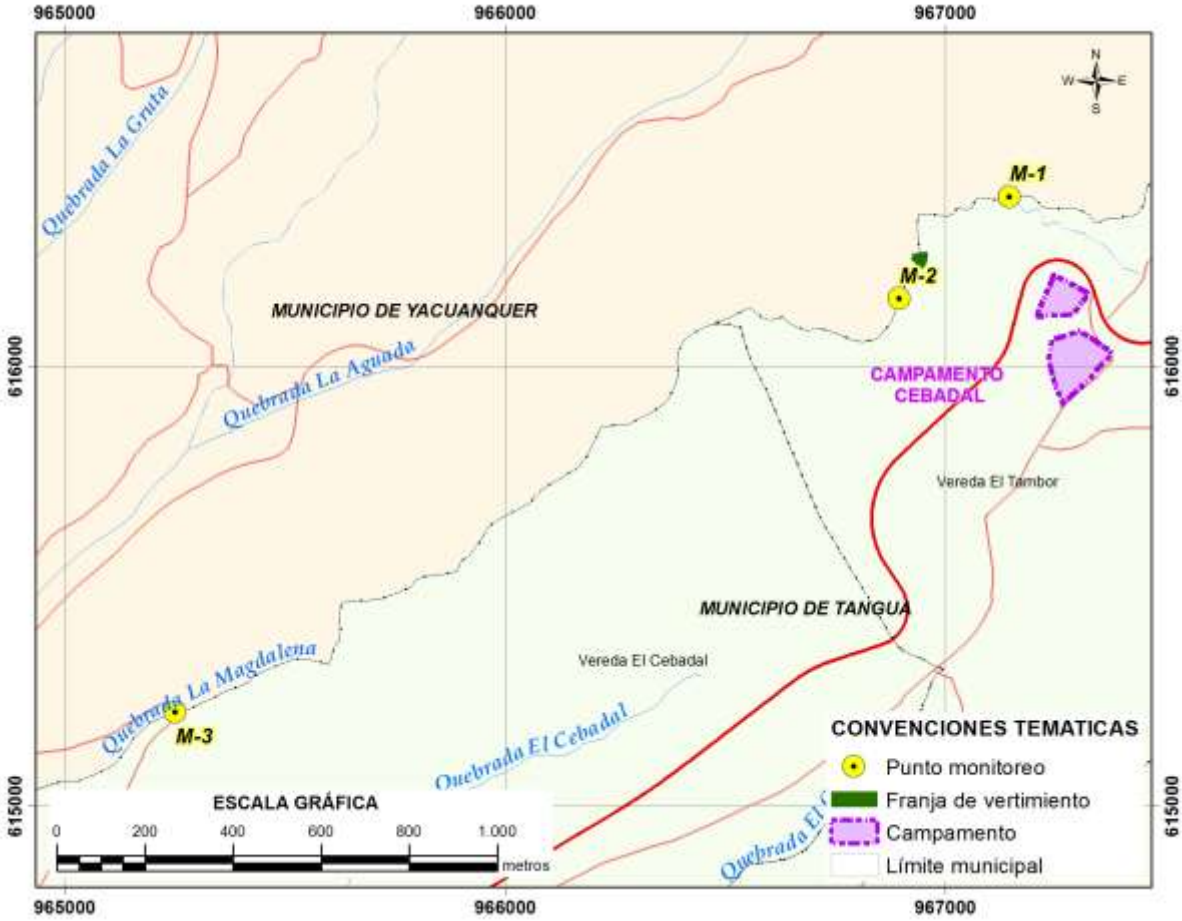
Tabla 3-22. Localización de las estaciones de monitoreo de la quebrada La Magdalena

ID	Descripción	Coordenadas magna-sirgas origen Bogotá Oeste	
		Este	Norte
M1	Q. La Magdalena sector El Tambor A. Arriba	967.145,84	616.385,75
M2	Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo	966.898,45	616.157,53

ID	Descripción	Coordenadas magna-sirgas origen Bogotá Oeste	
		Este	Norte
M3	Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo	965.246,39	615.212,49

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Figura 3-10 Localización puntos de monitoreo



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Tabla 3-23. Análisis fisicoquímico de calidad de agua de la quebrada La Magdalena

No.	Parámetro	Unidad	M1 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Arriba	M2 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo	M3 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo
1	Acidez total	mg/L CaCO3	4	6	6
2	Alcalinidad total	mg/L CaCO3	34	35	40
3	Aluminio	mg/L Al	<0,05	<0,05	<0,05
4	Arsénico	mg/L As	<0,005	<0,005	<0,005
5	Bario	mg/L Ba	<0,141	<0,141	<0,141

No.	Parámetro	Unidad	M1 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Arriba	M2 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo	M3 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo
6	BTEX				
6-1	Benceno	mg/L	<0,460	<0,460	<0,460
6-2	Tolueno	mg/L	<0,410	<0,410	<0,410
6-3	Etilbenceno	mg/L	<0,400	<0,400	<0,400
6-4	P-xileno + m-xileno	mg/L	<0,520	<0,520	<0,520
6-5	O-xileno	mg/L	<0,390	<0,390	<0,390
7	Cadmio	mg/L Cd	<0,0048	<0,0048	<0,0048
8	Cloruros	mg/L Cl-	10.5	5.5	4.5
9	Cobre	mg/L Cu	<0,05	<0,05	<0,05
10	Coliformes fecales	NMP/100 mL	150	82	68
11	Coliformes totales	NMP/100 mL	36,1X10E2	25,9X10E2	19X10E2
12	Color real - 436 nm	m-1	0.903	0.911	1.04
13	Color real - 525 nm	m-1	0.277	0.262	0.378
14	Color real - 620 nm	m-1	0.1	0.097	0.164
15	Cromo	mg/L Cr	<0,05	<0,05	<0,05
16	D.B.O	mg/L O2	2	<2	<2
17	D.B.O carbonacea lenta	mg/L	2	<2	<2
18	D.Q.O	mg/L O2	12	<10	<10
19	Dureza cálcica	mg/L CaCO3	25	23	29
20	Dureza total	mg/L CaCO3	33	38	46
21	Fenoles	mg/L POH	<0,003	<0,003	<0,003
22	Fósforo inorgánico	mg/L P	0.04	0.04	0.05
23	Fósforo orgánico	mg/L P	<0,1	<0,1	<0,1
24	Fosforo reactivo total	mg/L P	0.04	0.04	0.05
25	Fosforo total	mg/L P	<0,1	<0,1	<0,1
26	Grasas y aceites	mg/L	<1,2	<1,2	<1,2
27	Hidrocarburos aromáticos policíclicos				
27-1	Naftaleno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-2	Acenaftileno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-3	Acenafteno	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025
27-4	Fluoreno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-5	Fenantreno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-6	Antraceno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-7	Fluoranteno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-8	Pireno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-9	Benzo (a) antraceno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-10	Criseno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-11	Benzo (b) fluoranteno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-12	Benzo (k) fluoranteno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-13	Benzo (a) pireno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-14	Dibenzo (a,h) antraceno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026

No.	Parámetro	Unidad	M1 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Arriba	M2 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo	M3 Q. La Magdalena sector El Tambor A. Abajo
27-15	Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-16	Benzo (g,h,i) perileno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
28	Hidrocarburos totales	mg/L	<1,2	<1,2	<1,2
29	Hierro	mg/L Fe	0.9	0.82	0.57
30	Caudal	L/s	271.456	258.782	266.902
31	Conductividad eléctrica	µS/cm a 25°C	57	59	71
32	Oxígeno disuelto	mg/L O2	6.9	6.9	7.3
33	pH	Unidades	7.77	7.76	7.79
34	Temperatura	°C	11.1	11.9	13.4
35	Mercurio	mg/L Hg	<0,002	<0,002	<0,002
36	Níquel	mg/L Ni	<0,05	<0,05	<0,05
37	Nitratos	mg/L N	0.4	0.5	0.6
38	Nitritos	mg/L N	<0,007	0.012	0.026
39	Nitrogeno amoniacal - amonio	mg/L N	0.11	0.05	0.05
40	Nitrógeno orgánico	mg/L N	<3,3	<3,3	<3,3
41	Nitrógeno total kjeldahl	mg/L N	<3,3	<3,3	<3,3
42	Olor		aceptable	aceptable	aceptable
43	Plata	mg/L Ag	<0,05	<0,05	<0,05
44	Plomo	mg/L Pb	<0,02	<0,02	<0,02
45	Selenio	mg/L Se	<0,005	<0,005	<0,005
46	Sólidos disueltos totales	mg/L	60	60	68
47	Sólidos suspendidos orgánicos - detritus	mg/L	6	4	<5
48	Sólidos suspendidos totales	mg/L	7	6	<5
49	Sólidos suspendidos volátiles	mg/L	6	4	<5
50	Sulfatos	mg/L SO4	<5,0	<5,0	<5,0
51	Sulfuros	mg/L S	<1,2	<1,2	<1,2
53	Tensoactivos aniónicos - SAAM	mg/L SAAM	<0,07	<0,07	0.11
54	Turbiedad	UNT	8.1	5.3	4.6
55	Zinc	mg/L Zn	<0,02	<0,02	<0,02

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.4 Índices de contaminación y calidad del agua

Para la determinación de la calidad del agua e índices de contaminación en la Q. La Magdalena, sector del vertimiento proyectado del campamento Cebadal, se tomaron muestras en tres sitios o estaciones de muestreo, tal como se presentó en el numeral *3.3.3 Calidad de la corriente receptora.*

Se hicieron mediciones *in situ* y se tomaron muestras de agua para la determinación en laboratorio de parámetros adicionales; la determinación del porcentaje de saturación del Oxígeno disuelto tuvo

correcciones por altitud. En la Tabla 3-24 se presentan los resultados de laboratorio y las mediciones in situ, tenidos en cuenta para el cálculo de ICA e ICOs para las tres estaciones en el sector Cebadal.

Tabla 3-24 Variables determinadas en muestras de agua Q. La Magdalena, sector Cebadal

Variable	Unidades	M1 Cebadal	M2 Cebadal	M3 Cebadal
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$	34	35	40
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	150	82	68
Coliformes Totales	NMP/100 mL	36,1X10E2	25,9X10E2	19X10E2
		36.100	25.900	19.000
D.B.O	mg/L O_2	2	<2	<2
D.Q.O	mg/L O_2	12	<10	<10
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	33	38	46
Fosforo Total	mg/L P	<0,1	<0,1	<0,1
In Situ Conductividad Eléctrica	µS/cm a 25°C	57	59	71
In Situ Oxígeno Disuelto	mg/L O_2	6,9	6,9	7,3
Procentaje de Saturación O2D	%	44,2	45,3	50,7
Temperatura	°C	11,1	11,9	13,4
Nitritos	mg/L N	<0,007	0,012	0,026
Nitrógeno Amoniacal - Amonio	mg/L N	0,11	0,05	0,05
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	7	6	<5

Fuente: Datos de Analquim, febrero de 2017

Con base en los valores obtenidos de dichas variables físico-químicas se calculó el índice de calidad de agua (ICA) y los Índices de Contaminación (ICOs), propuestos inicialmente por Ramírez *et al*. (1997) y adoptados en muchos estudios por Ramírez & Viña (998), los cuales son cuatro: Índice de contaminación por mineralización (ICOMI), Índice de contaminación orgánica (ICOMO), Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) y el índice de contaminación trófico (ICOTRO), para los cuales se emplean los parámetros correspondientes.

A continuación se describen cada uno de los índices y se presentan sus resultados

3.3.4.1 Índice de calidad de agua

El índice de calidad del agua o Water Quality Index, fue desarrollado por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos en la decada de los 70's (Fernandez *et al*. s.f), es reconocido como el índice NSF, que incluye varios parámetros determinados en las muestras de agua. Se utilizan entre 5 y 9 parámetros, que pueden incluir algunos de los ya utilizados en el calculo de los ICOs, tales como DBO_5, % saturación de OD , Fósforo total y sólidos suspendidos totales, entre otros más.

Consiste en la suma de los valores de índices individuales (subíndices), por parámetro, multiplicados cada uno de ellos por un peso dado a dicho parámetro (ponderación, importancia dada inicialmente por panel de expertos, pero luego ajustada de acuerdo a la evaluación de multiples estudios) (Behar *et al*. 1997, IDEAM s.f).

Para el cálculo de estos índices se utilizó el programa ICATEST V 1.0®, desarrollado por el Grupo de Investigación en Recursos Naturales y con el apoyo del Grupo de Investigación en Ciencias Computacionales, como una herramienta para la valoración de la calidad del agua. Este software ha sido

reconocido por entidades gubernamentales como IDEAM, CORPONOR y empresas como ECOPETROL Regional Norte y EMPOPAMPLONA E.SA.S.P., entre otras (Fernández *et al*. sf).

Según ICATES v1.0 y sus autores (Fernández et al. s.f), el valor de este indicador oscila entre 0 y 100, rango en el cual se han distinguido cinco categorías, con denominación que pueden variar según autores, pero que corresponden a iguales rangos de valores.

En la Tabla 3-25, se muestran los rangos de valores y categorías según ICATEST v1.0:

Tabla 3-25 Rangos de valores para determinar ICA

Escala de Color		
Excelente	91 - 100	
Buena	71 - 90	
Media	51 - 70	
Mala	26 - 50	
Muy Mala	0 - 25	

Fuente: ICATEST v1.0

En la Tabla 3-26 se presentan los resultados del ICA NFS para las tres (3) estaciones de muestreo sobre la quebrada La Magdalena, en el sector donde se proyecta realizar el vertimiento del campamento Cebadal:

Tabla 3-26. Índices de calidad de agua Q. La Magdalena – sector campamento Cebadal

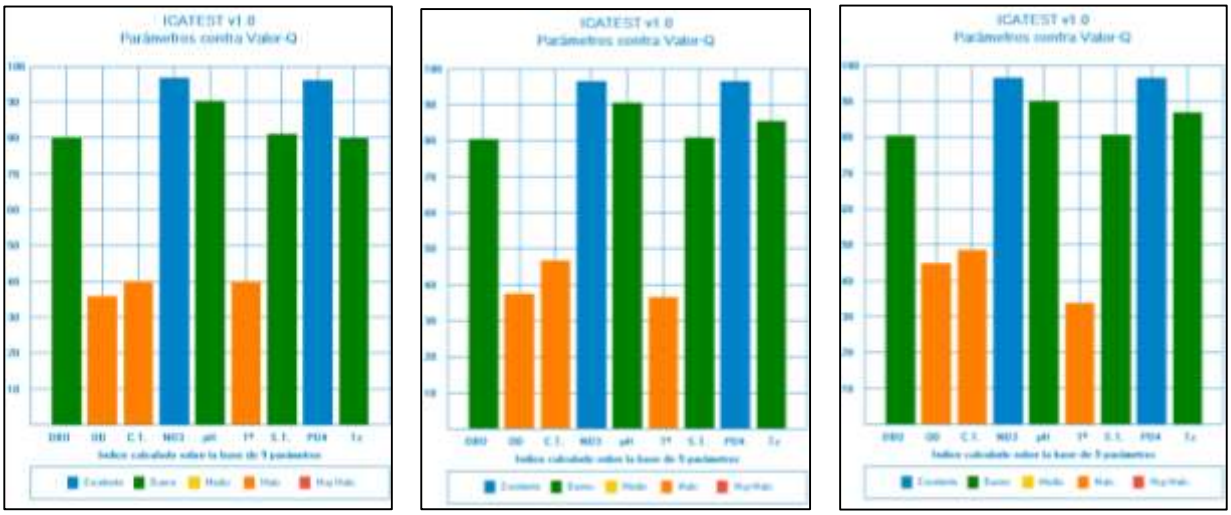
Índice de calidad del agua	Estaciones de muestreo Cebadal		
ICA	M1 Cebadal	M2 Cebadal	M3 Cebadal
Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (INSF)*	66,54	67,99	69,30

Fuente: ICATEST v1.0 Fernandez et al. (s.f)

De acuerdo con los resultados obtenidos por el programa, los índices en las tres estaciones en la quebrada La Magdalena, en su tramo del sector Cebadal, muestran una calidad media del agua. Al revisar en detalle los resultados de parámetros (Figura 3-11), se evidencia que en cuanto a la presencia de los nutrientes fundamentales (Fósforo y Nitrógeno), la calidad del agua es excelente (bajas concentraciones); desde el punto de vista de los parámetros pH, turbidez, sólidos totales y la Demanda biológica de Oxígeno (DBO_5), la calidad del agua es buena; por otra parte el la presencia de coliformes fecales indica aguas de mala calidad, que se refleja en las bajas concentraciones de saturación de Oxígeno disuelto en dichas aguas, cuyo subíndice indica mala calidad del agua. El valor de temperatura (único *in situ*), aunque se fórmula, no es indicador acorde con el proceso natural, pues las aguas son de ambientes fríos, que en principio deben favorecer la absorción y saturación de Oxígeno en las aguas.

Figura 3-11 Variaciones de los subíndices empleados para cálcular los ICAs

Estaciones Sector Cebadal



M1 Cebadal **M2 Cebadal** **M3 Cebadal**

Fuente: ICATEST v1.0 Fernandez et al. (s.f)

3.3.4.2 Índices de contaminación

Los índices de contaminación (ICO), permiten la valoración y evaluación de sistemas lóticos y lénticos, cuantificando el grado de contaminación de los sistemas hídricos con relación a la condición general de las aguas y no a contaminantes específicos.

Adicionalmente, estos índices ICO, conjugan las propiedades fundamentales de las aguas al emplear las variables de mayor utilidad en cualquier estudio limnológico o ambiental, aunque algunas de ellas no se encuentren cobijadas por la legislación ambiental actual.

Los índices y su formulación para su cálculo son:

- **Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI)**

Este índice refleja el comportamiento de los sólidos disueltos por medio de la conductividad y la dureza a través de los cationes de calcio y magnesio y la alcalinidad por medio de los aniones carbonatos y bicarbonatos.

Se calcula mediante la utilización de la siguiente relación matemática:

ICOMI=1/3 (I Conductividad + I Dureza + I Alcalinidad)

Donde:

I Conductividad = 10 Log I Conductividad
I Dureza = 10 Log I Dureza
I Alcalinidad = -0.25 + 0.005 Alcalinidad mg/L

Si:

- Conductividades mayores a 270 µS/cm, tiene un índice de conductividad = 1

- Durezas mayores a 110 mg/L tienen I Dureza = 1
- Durezas menores a 30 mg/L tienen I Dureza = 0
- Alcalinidades mayores a 250 mg/L tienen I alcalinidad = 1
- Alcalinidades menores a 50 mg/L tienen I alcalinidad = 0

➢ **Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO)**

Conjuga diversos parámetros entre los que se encuentran: nitrógeno amoniacal, nitritos, fósforo, oxígeno, demandas de oxígeno (DBO5, DQO) y coliformes totales y fecales y porcentaje de oxígeno disuelto. La determinación de los dos primeros refleja las fuentes de contaminación de materia orgánica y el porcentaje de saturación de oxígeno la respuesta o capacidad ambiental del ecosistema frente al estrés.

La relación matemática es la siguiente:

ICOMO = 1/3 (I DBO + I Coliformes totales + I Oxígeno %)

Donde:

- I DBO, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

I DBO = -0.05 + 0.70 Log 10 DBO (mg/L)

Si:

DBO mayores a 30 mg/L tienen I DBO = 1
DBO menores a 2 mg/L tienen I DBO = 0

- I Coliformes totales, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

I Col, Tol = -1.44 + 0.56 Log 10 Col. Tol. (NMP/100 mL)

Si:

Coliformes totales mayores a 20.000 NMP/100 mL tienen I Col. Tol. = 1
Coliformes totales menores a 500 NMP/100 mL tienen I Col. Tol. = 0

- I Oxígeno %, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

I Oxígeno % = 1- 0.01 oxígeno %

Si:

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen I oxígeno % = 0

➢ **Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS)**

Se calcula a través de la concentración de la variable sólidos suspendidos, mediante la siguiente relación:

ICOSUS = -0.02 + 0.003 SS mg/L

Donde:

- SS mayores a 340 mg/L tienen ICOSUS = 1
- SS menores a 10 mg/L tienen ICOSUS = 0

➢ Índice de Contaminación Trófico (ICOTRO***)***

Se fundamenta en la concentración del fósforo total, la cual define por sí mismo una categoría discreta, se determinan así cuatro categorías:

- Fósforo total < 0,01 mg/L — Oligotrófia
- Fósforo total entre 0,01 y 0,02 mg/L — Mesotrófia
- Fósforo total entre 0,02 y 1,00 mg/L — Eutrofia
- Fósforo total > 1,00 mg/L — Hipereutrofia

Según Ramírez & Viña (1998), aunque se puede construir cada índice con muchas variables o parámetros, por simplicidad y economía se deben acoger solo unas pocas. Los mismos autores recalcan que el uso de estos cuatro índices es más útil que el cálculo de un solo índice de calidad de agua (ICA), el cual agrupa muchas variables pero no deja ver información particular de gran indicación de las condiciones del agua, en tanto que los cuatro ICOs expresan características físico-químicas distintas de la condición de las aguas.

Los índices de contaminación (ICOs), reflejan nula o baja contaminación cuando son próximos a cero (0) y alta contaminación cuando se aproximan a uno (1). En la Tabla 3-27, se observan los rangos recomendados para la evaluación de los ICOs.

Tabla 3-27 Rangos y significancias de los índices de contaminación (ICO)

Valor ICO	Contaminación	Color
0-0,2	Ninguna	
>0,2 – 0,4	Baja	
>0,4 – 0,6	Media	
>0,6 – 0,8	Alta	
>0,8 – 1,0	*Muy alta*	

Fuente: Ramírez et al., (1999)

Con base en lo anterior y en los resultados de las mediciones *in situ* y los valores de las variables determinados en laboratorio, se calcularon los índices de contaminación (ICOs) para estas tres estaciones (Tabla 3-28). A continuación se describen los resultados:

Tabla 3-28. Valores de los índices de contaminación (ICO), estaciones sector Cebadal.

Estaciones	Índices de contaminación (ICOs), Sector Cebadal (Nariño)			
	Mineralización	Materia orgánica	Sólidos suspendidos	Trófico
	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
M1 Cebadal	0,04258	0,5728	0,00000	EUTROFIA
M2 Cebadal	0,04565	0,5158	0,00000	EUTROFIA
M3 Cebadal	0,06102	0,4830	0,00000	EUTROFIA

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En la Tabla 3-28 y Figura 3-12 se observa que las tres estaciones presentan ICOMI muy bajos, menores a 0,61 y muy similares, que indican que no hay contaminación por altas concentraciones de minerales

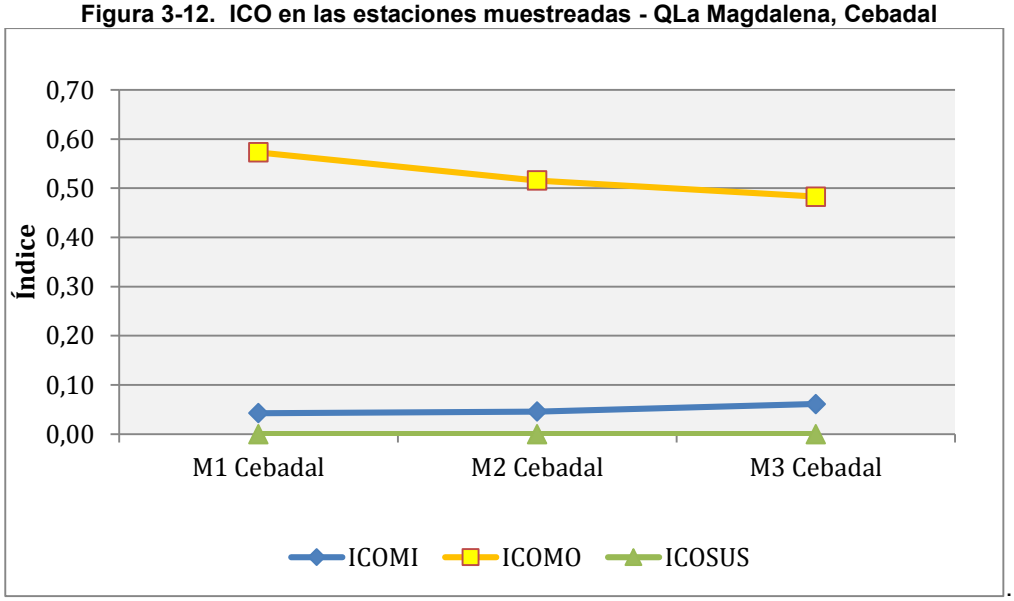
En cuanto a los ICOMO, por concentraciones de materia orgánica y presencia de coliformes totales, están dentro del rango de contaminación media (0,48 a 0,57). Los valores decrecen levemente de la estación M1 Cebadal hacia la estación M3 Cebadal.

Por otro lado, los valores muy bajos en las concentraciones de sólidos suspendidos en las tres estaciones (<10 mg/L), propias de aguas de buena calidad, corresponden a ICOSUS iguales a cero lo cual indica que no hay contaminación asociada a dichos sólidos y coincide con las bajas concentraciones de DQO, el oxígeno demandado para oxidar agentes inorgánicos.

En las tres estaciones se registraron concentraciones de fósforo total menores 0,1 mg/L, valores bajos en la categoría Eutrofia (la escala de los ICOTRO), aunque por el límite de detección del método de análisis en laboratorio hay posibilidad de menores valores y otras categorías indicadoras de buena calidad, es decir poca materia orgánica. Se toma entonces la categoría Eutrofia, que indicaría presencia de materia orgánica (i.e., bacterias coliformes), favorecida por buenas concentraciones de nutrientes como nitritos y nitrógeno amoniacal, además del mismo fósforo, demandando oxígeno y reduciendo su saturación.

Si bien los ICAs pueden englobar procesos en una categoría general, en esta evaluación, los resultados recalcan los resultados obtenidos en los ICOs. Las tres estaciones son muy similares y legeramente mejor en calidad en las estación M3 (menor concentración de coliformes totales y fecales).

Figura 3-12. ICO en las estaciones muestreadas - QLa Magdalena, Cebadal



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.5 Usos y usuarios

Con el fin de obtener información correspondiente a los usos y usuarios de la Quebrada La Magdalena en el sector donde se entregarán las aguas tratadas domésticas e industriales provenientes del campamento de Cebadal, el 3 de febrero, se realizó un recorrido 1 km aguas arriba de la franja de vertimiento y aproximadamente 1 km aguas abajo de la misma. El formato que se utilizó para la encuesta es el que se presenta en la Figura 3-13.

Figura 3-13 Formato de usos y usuarios

CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR	MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA QUEBRADA LA MAGDALENA	CONSORCIO SH			
INVENTARIO DE USOS Y USUARIOS			FORMATO N°		
FECHA		HORA	MUNICIPIO		
VEREDA		NOMBRE DEL PREDIO			
NOMBRE DEL PROPIETARIO			TELEFONO		
DILIGENCIADO POR		No. HABITANTES	1. FIJOS		
			2. FLOTANTES		
COORDENADAS PREDIO	ESTE		NORTE		
FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA					
TIPO DE FUENTE CAPTACIÓN		USO DEL AGUA	COORDENADAS		
			ESTE	NORTE	
CUERPO AGUA SUPERFICIAL					
NACEDERO					
POZO					
ALJIBE					
ACUEDUCTO					
VERTIMIENTO					
TIPO	X	Fuente receptora	Coordenadas		
			ESTE	NORTE	
Doméstico (baños)					
Doméstico (cocina_lavadero)					
Agrícola					
Pecuario					
Industrial					
Otro ¿Cuál?					
Tratamiento del vertimiento	SI NO				
USO Y/O ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIA (Esquema)					
OBSERVACIONES					
NOMBRE DE LA PERSONA ENCUESTADA					

Fuente: Elaborado por el autor, febrero de 2016

Aguas arriba de la franja propuesta de vertimiento para el campamento Cebadal, se encuentran dos captaciones de agua (Figura 3-14), en la Tabla 3-29 se relacionan las coordenadas de cada una y en la Fotografía 3-1 y Fotografía 3-2 se observan su condición actual. Según información brindada por la comunidad, las captaciones son para distritos de riego que abastecen cultivos de mora principalmente.

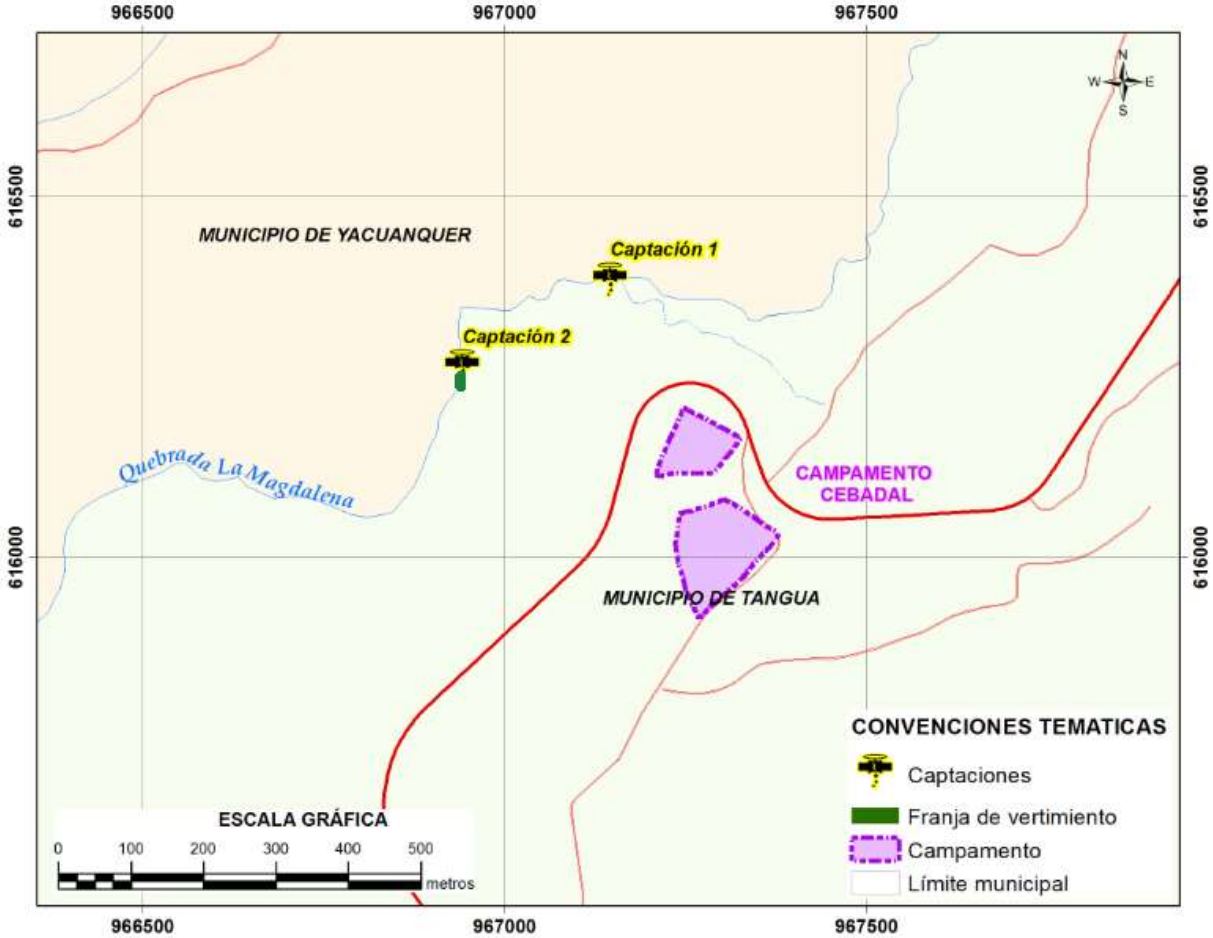
De igual manera, durante el inventario se evidenciaron en las rondas aledañas al cuerpo de agua, actividades ganaderas (Fotografía 3-3). En el Anexo 3. Usos y usuarios se presenta el formato diligenciado para cada captación.

Tabla 3-29.Uso y usuarios en la quebrada La Magdalena

Captaciones	Coordenadas magna sirgas origen Bogotá Oeste	
	Este	Norte
Captación 1	967.145,84	616.385,75
Captación 2	966.941,51	616.264,96

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Figura 3-14 Localización captaciones identificadas en inventario de usos y usuarios



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Fotografía 3-1 Captación 1

Fuente: Tomadas por el autor, febrero de 2017

Fotografía 3-2 Captación 2

Fotografía 3-3 Actividad Ganadera

Fuente: Tomadas por el autor, febrero de 2017

3.3.6 Prueba de trazadores

Previo a realizar la prueba de trazadores en la Quebrada La Magdalena, el 01 de Febrero de 2017 en las oficinas de Empotangua, en presencia de representantes del acueducto de Tangua y de un representante del sector ambiente de la alcaldía del municipio (Fotografía 3-4); así como en la vivienda de un habitante de la vereda el Tambor (Fotografía 3-5), donde estuvieron presentes dos (2) personas de la comunidad, se llevó a cabo una socialización que tenía como alcance informar las actividades que se desarrollarían en el marco de modelación matemática para la evaluación ambiental del vertimiento del campamento Cebadal sobre la Quebrada La Magdalena; entre las que se encontraban: prueba de trazadores en la quebrada, inventario de usos y usuarios y monitoreos sobre dicho cuerpo de agua. En términos generales lo que se comentó durante la socialización fue lo siguiente:

Se realizará en la quebrada la Magdalena una prueba de trazadores, con el fin de determinar el coeficiente de dispersión del cuerpo de agua, básicamente la prueba consiste en inyectar una sustancia o trazador denominado Rodamina WT de color rojo y verificar su comportamiento en el cuerpo de agua. El color de la rodamina permite identificar de manera visual en qué momento se homogeniza la sustancia en toda la masa de agua. Una vez inyectada la rodamina, aproximadamente unos 10 m aguas abajo se ubica una estación de monitoreo con el fin de observar y medir el comportamiento del trazador.

Adicional a la prueba de trazadores, se realizarán unos monitoreos de calidad de agua y aforo de caudales (3 puntos sobre la quebrada la Magdalena), con el fin de determinar la calidad del cuerpo de agua antes y después de los vertimientos. También se realizará inventario de usos y usuarios a los habitantes que se localicen en áreas aledañas a la zona de estudio, esta actividad consiste en realizar una encuesta a aquellas viviendas que se localizan en áreas cercanas al cuerpo de agua e identificar si hacen captaciones y/o vertimientos, y en caso de hacer uso del recurso que tipo es (doméstico, industrial, pecuario, etc).

En cuanto a la prueba de trazadores, se aclaró que la Rodamina WT es una sustancia que no es tóxica, no genera problemas a la fauna ni flora acuática, es biodegradable y es avalada a nivel internacional para realizar este tipo de pruebas.

Fotografía 3-4 Socialización en Empotangua

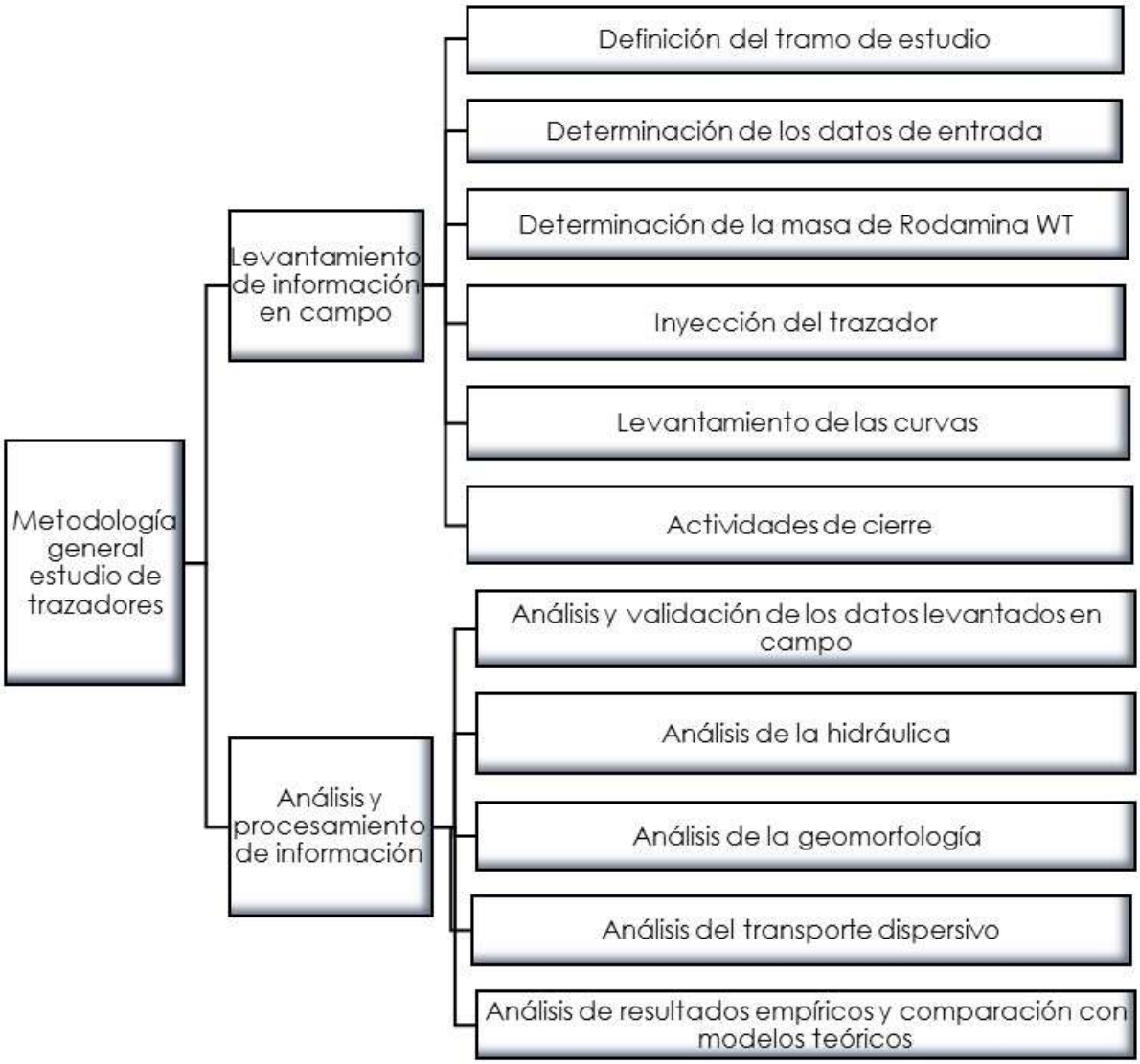
Fotografía 3-5 Socialización con habitantes de la vereda el Tambor

Fuente: Tomadas por el autor, febrero de 2017

Una vez socializadas las actividades a realizar, el 3 de febrero de 2017, se llevó a cabo la prueba de trazadores en la Quebrada la Magdalena. La Figura 3-15 muestra de manera general, la metodología para la realización del estudio de trazadores en la Quebrada La Magdalena; las dos etapas principales del estudio corresponden a la ejecución de la labor de campo, mediante la cual se levantó información primaria de tiempos de viaje y características hidráulicas de los cauces, mientras que la segunda etapa es el posterior análisis y procesamiento de la información, en donde se efectuaron cinco procedimientos: un análisis y validación de los datos levantados en campo de tal forma que se determinó el dato definitivo de tiempo de viaje y de la velocidad asociada al mismo, un análisis de la hidráulica que está constituido por la determinación de velocidades, caudales y el cálculo del radio hidráulico; un análisis de la geomorfología, paso en el cual se estimó la pendiente, la rugosidad de Manning por el método de Cowan y se calculó el coeficiente de Chezy-Manning; un análisis de transporte dispersivo en el cual se calculó el coeficiente longitudinal de dispersión, el coeficiente transversal de difusión, el ancho de la pluma y la

longitud de mezcla (esta información se validó mediante el uso de la fórmulas hidráulicas de Elder y Fisher); finalmente se realizó un análisis de resultados empíricos y se compararon los mismos con modelos teóricos para confirmar la validez y confiabilidad de los valores obtenidos.

Figura 3-15. Diagrama de la metodología desarrollada en el estudio de trazadores



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En el Anexo 4. Prueba de trazadores se presenta la metodología, teoría y memorias de cálculo del método de trazadores en la Quebrada La Magdalena a la altura del punto en el cual se planea construir el campamento Cebadal de utilidad para el desarrollo del proyecto de construcción de la vía doble calzada entre Pasto y el Puente Internacional Rumichaca, en el departamento de Nariño. La Tabla 3-30 muestra el resumen de los parámetros hidráulicos, geomorfológicos y de transporte dispersivo, obtenidos mediante la prueba de trazadores. Para este caso tanto en el punto aguas arriba como en los

dos puntos aguas abajo, se realiza la validación de los resultados obtenidos mediante el uso de las fórmulas hidráulicas clásicas.

Para efectos de la modelación se tomarán los resultados del coeficiente de dispersión que varía entre 0,15 y 0,28 m^2/s; para análisis del comportamiento del vertimiento en el cuerpo de agua, se tiene en cuenta la longitud de mezcla.

Tabla 3-30. Parámetros prueba de trazadores Quebrada La Magdalena – C. Cebadal.

Parámetros Prueba De Trazadores				
Tipo De Parámetro	**Parámetro**	**Q. La Magdalena Aguas Arriba**	**Q. La Magdalena Aguas abajo (1)**	**Q. La Magdalena Aguas abajo (2)**
HIDRÁULICO	Caudal (Q) (m^3/s)	0,39	0,36	0,39
	Ancho (W) (m)	4,3	3	2,8
	Profundidad (h) (m)	0,17	0,23	0,35
	Velocidad (U) (m/s)	0,53	0,52	0,4
GEOMORFOLÓGICO	Rugosidad según Manning (n) ($s/m^{(1/3)}$)	0,071	0,056	0,056
	Pendiente (S) (m/m)	0,017	0,0072	0,0027
	Radio hidráulico (Rh) (m)	0,157	0,20	0,28
TRANSPORTE DISPERSIVO	Función de estado φ(t)	0,51	0,53	0,81
	Tiempo de viaje (Tv) (s)	18,87	25	25
	Coeficiente Longitudinal de Dispersión - E (m^2/s)	0,15	0,20	0,28
	Coeficiente Transversal de Difusión - Ey (m^2/s)	0,015	0,02	0,029
	Ancho de la pluma - WL (m)	1,68	2,25	2,67
	Longitud de Mezcla (m)	65,47	23,13	11,00
	Tiempo para llegar a LM (s)	123,54	44,48	27,51

Fuente: Elaborado por el autor, Marzo de 2017.

3.4 Modelación del vertimiento (QUAL2kw)

El modelo Qual2Kw es un programa que permite simular el flujo y calidad del agua de corrientes superficiales. Es capaz de simular los procesos físico-químicos que tienen lugar en un drenaje sometido a un determinado vertido. Modelo de evolución de la DBO, nutrientes y partículas en suspensión en la descarga a una quebrada incluyendo la posibilidad de anoxia e interacción con el sedimento. Este modelo ha sido desarrollado por la Environmental Protection Agency (EPA) en colaboración con el profesor Steven Chapra et. al. El modelo fue desarrollado como una aplicación de Visual Basic (VBA), cuya interfase gráfica fue trabajada en Excel, por lo que es de fácil utilización.

3.4.1 Descripción del modelo

3.4.1.1 Fundamentos del modelo.

El QUAL2Kw (Pelletier et al., 2008) Versión 6.0 es un modelo unidimensional, de estado estable que considera flujo a pistón, desarrollado por Steve Chapra, Hua Tao y Greg Pelletier y avalado por la US.EPA (Environmental Protection Agency, US), es de libre distribución y uso. El modelo Qual2Kw integra como mecanismos de cálculo:

- **Balance de flujo**: Establece un balance de flujo para cada elemento. Un elemento corresponde a cada subdivisión del cuerpo de agua a analizar dentro del modelo.
- **Características hidráulicas**: El modelo calcula el calado y la velocidad de la quebrada a partir de correlaciones hidráulicas (relaciones Leopold Maddox) o en su defecto la fórmula de Manning.

- **Modelo de temperatura**: El balance térmico tiene en cuenta la transferencia de calor entre elementos adyacentes, vertidos, detracciones, la atmósfera y los sedimentos.
- **Reacciones bioquímicas simuladas**: Las ecuaciones químicas relacionadas para representar las principales reacciones bioquímicas que tienen lugar en el modelo corresponden a: oxidación, hidrólisis, nitrificación, desnitrificación, fotosíntesis y respiración del fitoplancton y biomasa algar, entre otras.

El modelo toma en cuenta los siguientes criterios:

Canal bien mezclado vertical y lateralmente.

- Hidráulica de estado estacionaria (flujo permanente, no uniforme).
- Balance de calor y temperatura simulado en función de la meteorología en una escala de tiempo diurno.
- Todas las variables de calidad de agua son simuladas en una escala de tiempo diurno.
- El calor y la entrada de masas, cargas puntuales y no puntuales y abstracciones son simuladas.

Los parámetros modelados directamente por el modelo Qual2Kw son: temperatura, caudal, DBO carbonácea de oxidación lenta y DBO carbonácea de oxidación rápida, conductividad, pH, alcalinidad, nitrógeno amoniacal, nitratos, nitrógeno orgánico, fosforo orgánico, fosforo inorgánico, sólidos suspendidos inorgánicos, detritus, oxígeno disuelto, y patógenos, e integra una variable adicional, que puede ser modelada siguiendo una cinética de reacción de primer orden.

El modelo QUAL2Kw modela los sólidos suspendidos totales a partir de otros constituyentes tales como los sólidos suspendidos inorgánicos y los detritus, además que considera la opción de incluir procesos de diagénesis de los sedimentos, los cuales no son considerados dentro de la presente modelación.

La remoción de patógenos es determinada en función de la temperatura, luz y sedimentación.

La extinción de la luz es calculada en función de la biomasa algar, detritus y sólidos orgánicos.

Por su parte la simulación del pH es afectada por la alcalinidad y carbono inorgánico total.

A diferencia del QUAL2K, el QUAL2Kw integra un algoritmo genético de calibración automática (Pikaia), con el fin de determinar los valores óptimos para las tasas de reacción de parámetros, maximizando la bondad de ajuste del modelo en comparación con los datos medidos.

3.4.1.2 Esquema general de balance de masas.

El balance de masa permite identificar principalmente la concentración de una sustancia al ingresar a una corriente receptora, teniendo en cuenta los criterios de caudal de la corriente, la concentración de la sustancia de interés presente en la corriente, la concentración de la sustancia de interés con la que ingresa el caudal residual y la cantidad de agua descargada. La expresión utilizada se describe a continuación:

$$(Q_r+Q_v)\cdot C_m=Q_r\cdot C_r+Q_v\cdot C_v$$

Dónde:

Qr: Caudal aguas arriba del vertimiento (caudal con probabilidad de excedencia del 95%).

Qv: Caudal del vertimiento.

Cr: Concentración del parámetro de interés aguas arriba del vertimiento.

Cv: Concentración del parámetro de interés en el vertimiento.

Cm: Concentración del parámetro de interés aguas abajo del vertimiento.

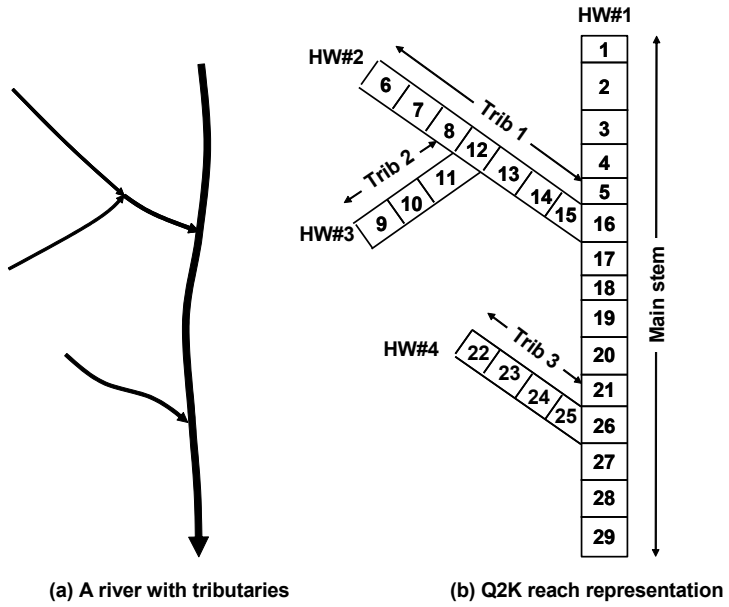
3.4.1.3 Base estructural del modelo

En el modelo Qual2Kw, las corrientes son representadas en una serie de tramos, numerados en orden ascendente a partir de la cabecera del tronco principal de la quebrada (Figura 3-16), y para cada uno son definidas características hidráulicas (pendiente, elevación, etc.). Los resultados proporcionados por el software también son calculados para cada segmento.

El tramo modelado (2,8 Km), está comprendido por un punto ubicado 100 m aguas arriba del vertimiento del campamento Cebadal, del cual se dispone de información fisicoquímica dentro de los monitoreos realizados y presentados en este estudio y otro punto ubicado a 2.7 km aguas abajo del mismo, en el cual se incluyen las diferentes entradas y salidas identificadas en la quebrada La Magdalena.

En vista de que la longitud de mezcla estimada para el vertimiento del campamento Cebadal, fue de 11 m, se considera que el tramo modelado (7,5 km) satisface la hipótesis de comportamiento unidimensional de los contaminantes asumida por el QUAL2Kw.

Figura 3-16. División de una corriente para ingreso al QUAL2Kw.



Fuente: Manual del usuario de Qual2kw

3.4.1.4 Estructura de la corriente para modelación

Dado que el modelo QUAL2Kw resuelve por métodos de elementos finitos, diversos sistemas de ecuaciones diferenciales parciales asociadas a la cinética de reacción de cada contaminante, éste requiere de la segmentación del tramo a modelar en pequeños tramos en cada uno de los cuales es realizado el respectivo balance de masas.

Como lineamientos generales para determinar la longitud de cada segmento y por estabilidad numérica del modelo, el cual QUAL2Kw parte de dos criterios matemáticos, uno de los cuales es el criterio de Peclet.

El número de Peclet es un número adimensional que relaciona la velocidad de advección del flujo y la velocidad de difusión, representada ésta última por el cociente entre el coeficiente de dispersión longitudinal y la longitud característica del tramo analizado. Es así como el número de Peclet puede ser estimado a partir de la siguiente ecuación:

$Pe=(Vi\ \Delta xi)/(2\ Dx)$

Donde,

- Pe: Número de Peclet, estimado para el elemento i
- Vi: Velocidad de flujo en el elemento i (m/s)
- Δxi: Longitud del elemento i (m)
- Dx: Dispersión estimada en el elemento i (m^2/s)

Según Chapra S, 1997 el número de Peclet debe ser menor o igual a 10, debido a que la modelación está influenciada por el transporte advectivo y difusivo. Además que el modelo supone una mezcla completa en la sección transversal del elemento, lo cual permite la aproximación del modelo a un reactor de flujo mixto.

En este orden de ideas, la longitud máxima del segmento Δxi máxima que garantiza estabilidad en los resultados, está dada por:

$$\Delta xi \leq (Pe\ Dx)/(Vi/2)$$

Es así como a partir del coeficiente de dispersión longitudinal estimado para la quebrada La Magdalena (0.282 m^2⁄s) a través de la prueba de trazadores y la velocidad del flujo estimada a partir de la misma (0.24 m/s), se determinó que la longitud máxima con la que debe contar cada segmento era de 23.5 m

$$\Delta xi \leq (10 \times 0.282\ m^2/s)/(0.24\ m/s/2)$$

$$\Delta xi \leq 23.5m$$

A partir de lo anterior se seleccionó un valor de longitud del elemento de 20 m, valor que cumple con el criterio de Peclet, al ser menor de 23,5 m.

El otro criterio matemático, es el número de Courant, el cual es el cociente entre el intervalo de tiempo y el tiempo de residencia en un volumen finito.

$$C=\Delta t/(\Delta x/u)$$

Dónde:

C: número de Courant

Δt: Intervalo de tiempo (s)

Δxi: Longitud del elemento i (m)

U: Velocidad de flujo en el elemento i (m/s)

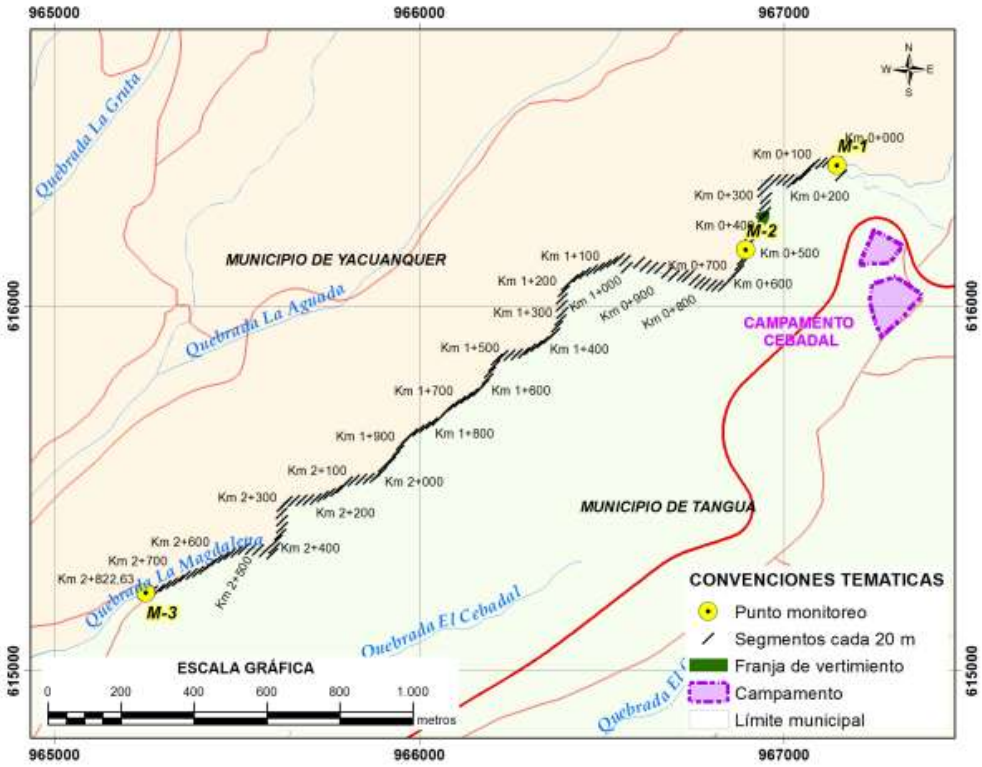
La estabilidad numérica de un sistema se obtiene cuando el número de Courant es menor a 1.

El QUAL2Kw incorpora por defecto diferentes posibles valores para el intervalo de tiempo (Δt), por lo cual una vez es determinada la longitud de cada segmento de la corriente a modelar, debe seleccionarse un valor del intervalo de tiempo tal, que permita dar cumplimiento al criterio de Courant para la estabilidad numérica del modelo.

Es así como en el caso de la quebrada La Magdalena, empleando segmentos de 20 m, se determinó un intervalo de tiempo (calculation step) de 0,33 minutos.

En la Figura 3-17 se ilustra la segmentación realizada del tramo de estudio.

Figura 3-17. Segmentos en la quebrada La Magdalena.

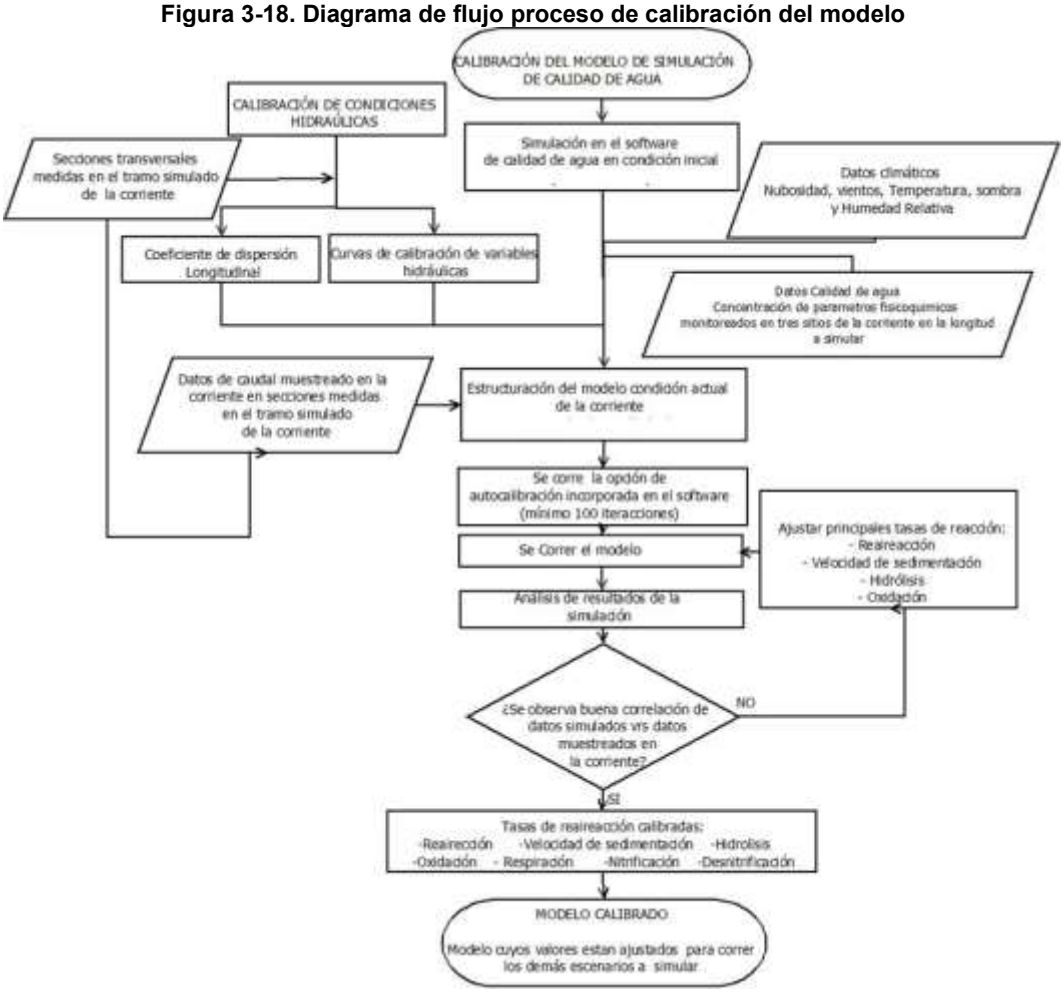


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.4.2 Calibración del modelo

Se dice que un modelo esta calibrado en la medida que los resultados obtenidos en el proceso de simulación se ajusten a las condiciones reales del sistema simulado, partiendo de esta premisa el proceso de calibración del modelo Qual2Kw para la realización de la simulación de la capacidad de asimilación de vertimiento del campamento Cebadal en la quebrada La Magdalena, se indica en la Figura 3-18, en la cual se identifican los pasos seguidos para la mencionada calibración.

Figura 3-18. Diagrama de flujo proceso de calibración del modelo



Fuente:Elaborado por el autor, marzo de 2017

Es así como se identifican seis etapas principales: 1) Calibración de las características hidráulicas de la corriente 2) Estructuración del modelo para la condición actual de la corriente, ésta se realiza con ingreso de variables hidráulicas calibradas, caudal medido en la corriente, parámetros de calidad de agua monitoreados en la corriente y condiciones climáticas características del área de estudio. 3) Se corre el módulo de auto calibración en el software, 4) Se corre el modelo ya auto calibrado. 5) se realiza el análisis de resultado, en éste se identifica la correlación entre datos simulados versus datos de calidad de agua del monitoreo en campo y 6) Si se requiere se ajustan las tasas de reacción hasta obtener la aproximación más cercana de resultados simulados versus resultados del monitoreo. Cada una de estas etapas se describe con mayor detalle a continuación.

- **Etapa 1: Calibración de las características hidráulicas**

Tal y como fue presentado en el numeral *3.3.2 Hidraúlica*, la calibración de las características hidráulicas de la quebrada fue realizada a partir de la implementación del modelo Hec-Ras 4.1.0, con el cual se obtuvieron las diferentes correlaciones caudal vs profundidad y caudal vs velocidad, para cada uno de los segmentos analizados.

Adicionalmente, como parte de la calibración hidráulica de la corriente se calculó el coeficiente de dispersión longitudinal en la corriente, el cual fue estimado a partir de la realización de una prueba de trazadores desarrollada sobre la quebrada la Magdalena en el tramo de estudio, como se detalla en el numeral 3.3.6.

- **Etapa 2: Estructuración del modelo para la condición actual de la corriente**

Para la estructuración del modelo en condición actual se tiene como información de entrada los datos descritos a continuación:

- ✓ Características hidráulicas: Se ingresa los datos de caudal monitoreado en la corriente (en las diferentes secciones transversales dentro de la longitud total simulada). A través de la calibración de variables hidráulicas realizada en la etapa 1 se ingresa los coeficientes y exponentes producto de las curvas de calibración. Por último se ingresa el coeficiente de dispersión longitudinal calculado para la corriente de interés (etapa 1). Adicionalmente la elevación a nivel del mar.

- ✓ Datos de calidad de agua: De acuerdo a las diferentes variables a modelar (pH, alcalinidad, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, sólidos suspendidos Inorgánicos, coliformes fecales, nitrógeno Amoniacal, nitrógeno orgánico, nitratos, fósforo orgánico e inorgánico, etc.) se ingresa el valor de concentración de cada uno de éstos, definiendo para cada uno la localización del sitio de muestreo de los mismos. Estos datos se obtienen del muestreo realizado en campo, tal como se describe en el Numeral 3.3.3 del presente documento.

- ✓ Datos climáticos: De acuerdo a información climática del área y verificación de mencionadas características en campo, se ingresa los datos solicitados por el software: temperatura, punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad, radiación solar y porcentaje de sombra, cuyos valores ingresados se indica en el Numeral 3.1.

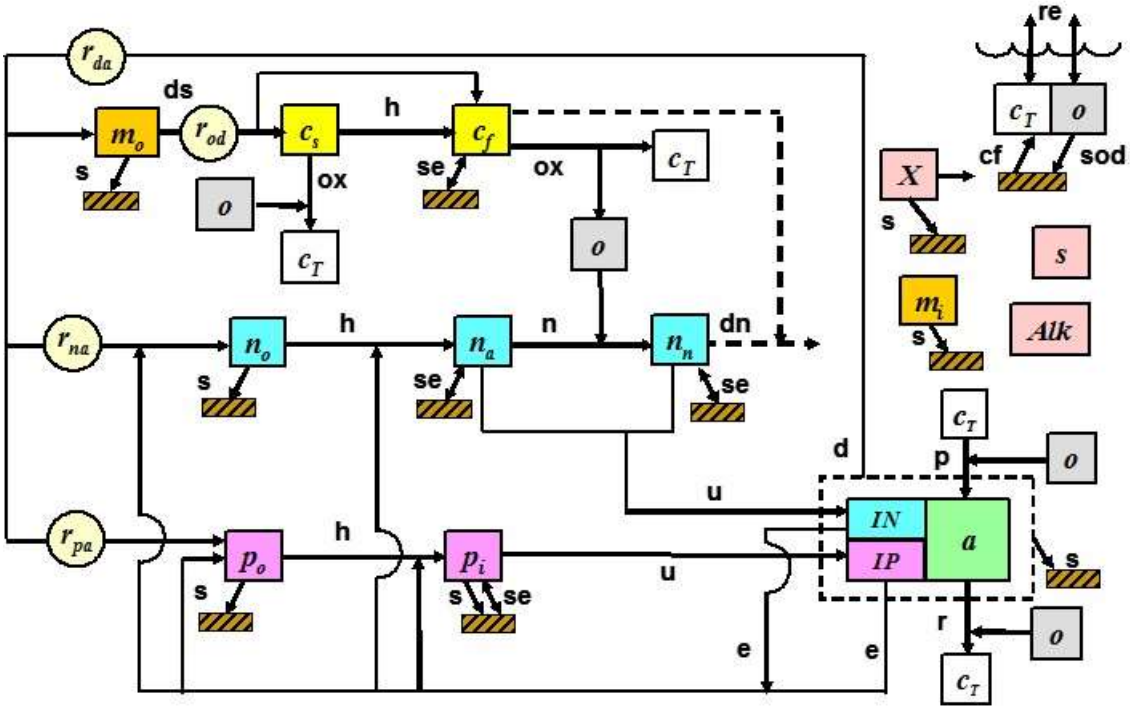
Es de acuerdo a lo anterior que se puede afirmar que se tuvieron en cuenta las características medioambientales propias de la corriente receptora de interés, que en este caso corresponde a la quebrada La Magdalena, en la cual se solicita permiso de vertimiento para la descarga de agua doméstica y residual industrial tratada proveniente del campamento Cebadal.

- **Etapa 3: Correr módulo de auto calibración del software QUAL2Kw**

Un algoritmo genético es una herramienta computacional eficiente y que ha sido utilizada con éxito en múltiples problemas de optimización de ingeniería. Está técnica se basa en conceptos de selección natural y genética, razón por la cual toda la terminología usada por ella es de carácter biológico con una connotación en la parte matemática de la programación usada.

El modelo QUAL2Kw posee de forma adicional dentro de su estructura una herramienta computacional llamada PIKAIA (Charbonneau and Knapp) que corresponde a una técnica metaehuristica de optimización matemática enmarcada dentro de los algoritmos genéticos y que es utilizada para realizar calibración de las variables cinéticas que intervienen en los diferentes procesos modelados, ya que la calibración de un modelo ambiental puede estar encaminado a la estimación de variables cinéticas que difícilmente se pueden establecer de manera experimental para un proyecto.

Figura 3-19. Modelo de la cinética y los procesos de transferencia de masa



Fuente: Manual del usuario de Qual2kw

Como se indica en la Figura 3-19, en el modelo QUAL2Kw los procesos cinéticos son: disolución (DS), hidrólisis (h), oxidación (OX), nitrificación (n), desnitrificación (DN), fotosíntesis (p), respiración (R), excreción (e), muerte (d), la respiración excreción (RX). Y los procesos de transferencia de masa son: reaireación (re), sedimentación (s), la demanda béntica de oxígeno (SOD), el intercambio con los sedimentos (se), y el flujo de carbono inorgánico (cf).

Es a partir de la aplicación de esta herramienta computacional articulada en el modelo, que se optimizan las variables usadas para la simulación de acuerdo a los datos ingresados, como datos de entrada. La Tabla 3-31**,** relaciona los rangos de variación de las constantes cinéticas considerados para el proceso de calibración del modelo QUAL2Kw en el tramo de estudio de la quebrada La Magdalena.

Tabla 3-31. Rangos de variación de constantes cinéticas - autocalibración del modelo QUAL2Kw

			Entradas autocalibración	
Parámetro	**Unidades**	**Símbolo**	**Valor mín.**	**Valor máx.**
Sólidos suspendidos inorgánicos				
Velocidad de sedimentación	m/d	v_i	0	2
Oxígeno:				
Modelo de reaireación			*f(u h)*	*f(u h)*
Corrección por temperatura		θ_a		
Efecto de reaireación causado por el viento				
O2 para oxidación de carbono	gO_2/gC	r_{oc}		
O2 para nitrificación NH_4	gO_2/gN	r_{on}		
Modelo de inhibición de CDBO por oxidación				
Parámetro de inhibición de Oxígeno por oxidación de la CDBO	L/mgO_2	K_{socf}	0,60	0,60
Modelo de inhibición de oxígeno por nitrificación				
Parámetro de inhibición de oxígeno por nitrificación	L/mgO_2	K_{sona}	0,60	0,60
Modelo de realce de oxígeno por denitrificación				
Parámetro de realce de oxígeno por denitrificación	L/mgO_2	K_{sodn}	0,60	0,60
Modelo de inhibición de oxígeno por respiración de fitoplancton				
Parámetro de inhibición de oxígeno por respiración de fitoplancton	L/mgO_2	K_{sop}	0,60	0,60
Modelo de realce de oxígeno por respiración de la biomasa algar				
Parámetro de realce de oxígeno por respiración de la biomasa algar	L/mgO_2	K_{sob}	0,60	0,60
N Orgánico:				
Hidrólisis	/d	k_{hn}	0,05	3
Factor de corrección por temperatura		θ_{hn}	1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{on}	0,05	2
Amonio:				
Nitrificación	/d	k_{na}	0,05	3
Factor de corrección por temperatura		θ_{na}	1	1,07
Nitratos:				
Denitrificación	/d	k_{dn}	0	2
Factor de corrección por temperatura		θ_{dn}	1	1,07
Coeficiente de transferencia por denitrificación a los sedimentos	m/d	v_{di}	0	1
Factor de corrección por temperatura		θ_{di}	1	1,07
P Orgánico:				
Hidrólisis	/d	k_{hp}	0.05	0.3
Factor de corrección por temperatura		θ_{hp}	1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{op}	0.05	2
P Inorgánico:				
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{ip}	0	2
Constante de saturación media por atenuación de oxígeno debido a la sedimentación del fósforo	mgO_2/L	k_{spi}	0	2
Detritus (POM):				
Tasa de disolución	/d	k_{dt}	0,05	0,5
Factor de corrección por temperatura		θ_{dt}	1,07	1,07

			Entradas autocalibración	
Parámetro	**Unidades**	**Símbolo**	**Valor mín.**	**Valor máx.**
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{dt}	0,05	2
Patógenos				
Tasa de decaimiento	/d	k_{dx}	0	20
Factor de corrección por temperatura		θ_{dx}	1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d	v_x	0	2
Constante alfa por extinción de la luz	/d per ly/hr	*apath*	0	1
pH:				
Presión parcial del dióxido de carbono	ppm	p_{CO2}		
Constituyente genérico				
Tasa de decaimiento	/d		0	20
Factor de corrección por temperatura			1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d		0	2

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Dentro de las variables patógenas se consideraron tanto los coliformes fecales como los coliformes totales, como indicadores de este tipo de contaminación.

Dentro de los constituyentes genéricos se realizó la calibración de parámetros tales como: cloruros y tensoactivos aniónicos – SAAM.

Para el desarrollo de la autocalibración del modelo QUAL2Kw, se debe especificar un parámetro estadístico que permita evaluar el grado de ajuste (fitness) de la información simulada por el modelo con respecto a la información del campamento. El QUAL2Kw trae por defecto, el inverso de la raíz media cuadrática, parámetro que fue considerado para la autocalibración del tramo de estudio de la quebrada La Magdalena.

Matemáticamente, la raíz media cuadrática (RMSE) para un número N de valores, es estimada de la siguiente manera:

1. Se calcula la diferencia entre los valores reales y los valores simulados, estimándose con ello los errores de medida.
2. Se elevan al cuadrado los errores de medida
3. Se extrae la media aritmética de los cuadrados de los errores de medida.
4. Finalmente se extrae la raíz cuadrada de la media aritmética estimada en el paso anterior, y esta es la raíz media cuadrática.

La raíz media cuadrática puede variar de cero a infinito, y cuanto más pequeño sea su valor (más cercana a cero), más ajustados estarán los datos simulados respecto a los datos reales.

Dado que el modelo QUAL2Kw incluye el inverso de esta variable, cuanto más grande sea dicho valor, más ajustado estará el modelo respecto a la realidad simulada, no existiendo un límite superior para dicha variable.

- **Etapa 4: Correr el modelo auto calibrado**

Una vez se han suplido las etapas anteriores en el modelo ya estructurado y auto calibrado, se da la opción de corrida, con el fin de que el modelo realice sus procesos internos de cálculo y arroje los resultados de la condición actual de la corriente en relación a la concentración de los parámetros simulados en los segmentos localizados a lo largo del tramo simulado. Los resultados obtenidos en cada parámetro se comparan con los datos del reporte de muestreo de campo en relación a calidad de agua.

- **Etapa 5: Análisis de resultados**

Se realiza un análisis de los resultados obtenidos en cada parámetro, según la normatividad ambiental vigente, realizando gráficas de distancia vs concentraciones, para identificar con mayor facilidad el comportamiento de las sustancias en el tramos definido para la quebrada La Magdalena.

- **Calibración del modelo**

A continuación, se describen los resultados de la autocalibración en función del ajuste que presentan los principales parámetros calibrados.

Empleando como estadístico de prueba el inverso de la raíz media cuadrática y a partir de los datos observados en el mes de febrero de 2017 sobre la quebrada La Magdalena, se obtuvo un ajuste (fitness) de 2.23, resultado que si bien no es el mejor, corresponde a un nivel de ajuste aceptable con respecto a los datos observados en campo. Aunque se calibraron la mayoría de parámetros que se estima estarán presentes en el vertimiento doméstico y/o en el vertimiento industrial, no se desarrolló la calibración de sulfatos, grasas y aceites, ni metales, dado que las concentraciones medidas de estos parámetros sobre la quebrada fueron inferiores al límite de detección empleado por el laboratorio para su determinación. No obstante lo anterior, con en el fin de simular el comportamiento de los mismos, tal y como se expondrá más adelante dentro del análisis, previendo una condición más desfavorable, estos fueron modelados como sustancias conservativas.

A partir de la Figura 3-20 hasta la Figura 3-41 se presentan los resultados obtenidos tras el ejercicio de autocalibración. Los valores medidos corresponden a los puntos en negro, mientras que los datos simulados corresponden a la línea continua.

En la Figura 3-20, se observa que los datos simulados se alejan de los observados, dado que el modelo asume que este parámetro de temperatura permanece un poco más constate en la corriente, sin embargo para la Quebrada La Magdalena la temperatura tiende a aumentar aguas abajo del punto de interés 2.3°C.

En relación a la conductividad, en la Figura 3-21, se observa que los datos simulados se alejan de los observados, reflejando un descenso inicial; sin embargo, con respecto a los últimos valores observados se considera que se logra un ajuste aceptable.

En relación a los sólidos suspendidos inorgánicos en la Figura 3-22, se observa que los datos simulados no se acercan a los datos reportados, por lo tanto no se refleja el comportamiento en las estaciones.

En cuanto al oxígeno disuelto en la Figura 3-24, se aprecia un ajuste aceptable, pues hay un incremento gradual de dicho parámetro a lo largo del tramo, ajustándose uno de los puntos observados, debiéndose esto, posiblemente a procesos de reaireación que tiene lugar debido a la morfometría de la corriente (de

tipo sinuoso) y a la presencia de pendientes fuertes acompañadas de alguno depósitos de gravas en el lecho de la misma.

La DBO es representada en el QUAL2Kw a partir de las DBO carbonácea de rápida degradación y la DBO carbonácea de lenta degradación. En la Figura 3-26 y Figura 3-27, se observa un ligero incremento de este parámetro posiblemente por el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias en la franja de estudio; sin embargo, para la presente modelación no fueron consideradas este tipo de fuentes de contaminación por lo que el comportamiento de la variable simulada es netamente descendente en el caso de la DBO rápida.

El QUAL2Kw, simula parte del ciclo del nitrógeno, por lo cual considera los diferentes procesos de transformación del mismo, partiendo del nitrógeno orgánico el cual se convierte en nitrógeno amoniacal a través de la hidrólisis, posteriormente el nitrógeno amoniacal es convertido en nitratos debido a la nitrificación y finalmente los nitratos son convertidos en nitrógeno molecular como resultado de procesos de desnitrificación. En la Figura 3-25, Figura 3-28, Figura 3-29 y Figura 3-30, se presentan los resultados de la autocalibración para el nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal y los nitritos+nitratos respectivamente. Para este parámetro no se evidencio una relación directa entre lo modelado y lo observado.

Análogamente al nitrógeno, el QUAL2Kw simula la transformación del fósforo orgánico en fósforo inorgánico, debido a procesos de hidrólisis y mineralización. Donde en la Figura 3-31, el fósforo total no muestra una relación directa entre lo observado y lo simulado, aunque en la Figura 3-32, se observa que los datos simulados se ajustan muy bien a los datos observados, mientras que en la Figura 3-33, la relación se da en una sola estación.

El resultado de la calibración de la alcalinidad, se presenta en la Figura **3-34**, donde se observa una buena relación entre los datos simulados y lo observado en una sola estación.

En relación al pH se presenta un ajuste aceptable como se observa en la Figura **3-35**, dado a que el pH a lo largo del tramo que se analiza, presenta un comportamiento constante.

Los coliformes fecales y coliformes totales se reportan en la Figura 3-36 y Figura 3-37, en las cuales se refleja un ajuste satisfactorio para una de las estaciones, con respecto a los datos observados en campo. Frente al otro punto que se encontró fuera del rango simulado, puede estar asociado a las actividades pecuarias desarrolladas en la zona, las cuales corresponden a fuentes de contaminación difusa.

En la Figura 3-38 y Figura 3-39, se presenta la calibración de los elementos genéricos utilizados para calibrar el modelo, tales como cloruros y tensoactivos aniónicos – SAAM, obteniendo para cada caso, un ajuste entre lo observado y lo simulado, en una estación.

Figura 3-20. Resultados de calibración de temperatura en la quebrada La Magdalena

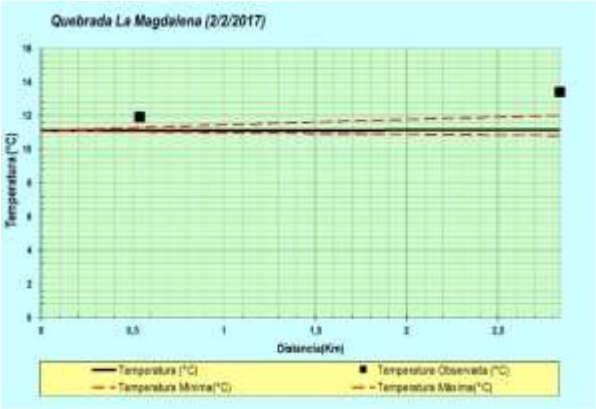


Figura 3-21. Resultados de calibración de conductividad en la quebrada La Magdalena

Figura 3-22. Resultados de calibración de SSI en la quebrada La Magdalena

Figura 3-23. Resultados de calibración de detritus en la quebrada La Magdalena

Figura 3-24. Resultados de calibración de oxígeno disuelto en la quebrada La Magdalena

Figura 3-25. Resultados de calibración de nitrógeno orgánico en la quebrada La Magdalena

Figura 3-26. Resultados de calibración de la DBO carbonácea lenta en la quebrada La Magdalena

Figura 3-27. Resultados de calibración de la DBO carbonácea rápida en la quebrada La Magdalena

Figura 3-28. Resultados de calibración de nitrógeno amoniacal en la quebrada La Magdalena

Figura 3-29. Resultados de calibración de nitratos + nitritos en la quebrada La Magdalena

Figura 3-30. Resultados de calibración de nitrógeno total Kjeldahl en la quebrada La Magdalena

Figura 3-31. Resultados de calibración de fósforo total en la quebrada La Magdalena

Figura 3-32. Resultados de calibración de fósforo orgánico en la quebrada La Magdalena

Figura 3-33. Resultados de calibración de fósforo inorgánico en la quebrada La Magdalena

Figura 3-34. Resultados de calibración de alcalinidad en la quebrada La Magdalena

Figura 3-35. Resultados de calibración de pH en la quebrada La Magdalena

Figura 3-36. Resultados de calibración de coliformes fecales en la quebrada La Magdalena

Figura 3-37. Resultados de calibración de coliformes totales en la quebrada La Magdalena

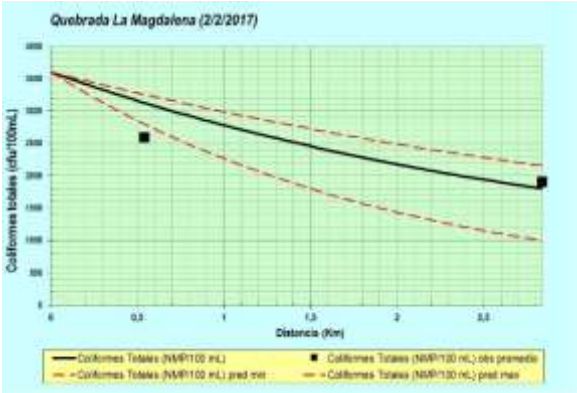


Figura 3-38. Resultados de calibración de cloruros en la quebrada La Magdalena

Figura 3-39. Resultados de calibración de SAAM en la quebrada La Magdalena

Figura 3-40. Resultados de calibración de SST en la quebrada La Magdalena

Figura 3-41. Resultados de calibración de DQO en la quebrada La Magdalena

Fuente: Elaborado por el autor a partir de los resultados del Modelo Qual2Kw. marzo de 2017.

En la Tabla 3-32, se resumen las constantes cinéticas obtenidas a partir de cada una de las calibraciones desarrolladas sobre el tramo de estudio.

Tabla 3-32. Constantes cinéticas obtenidas a partir de la calibración del tramo de estudio

Parámetro	Constante cinética	Valor
Sólidos Suspendidos Inorgánicos	Velocidad de sedimentación (m/d)	1
DBOC Lenta	Tasa de hidrólisis (d^{-1})	0,1
	Tasa de oxidación (d^{-1})	2
DBOC Rápida	Tasa de oxidación (d^{-1})	2
Nitrógeno Orgánico	Tasa de hidrólisis (d^{-1})	0,1
	Velocidad de sedimentación (m/d)	1
Nitrógeno Amoniacal	Tasa de nitrificación (d^{-1})	1,5
Nitratos	Tasa de denitrificación (d^{-1})	1
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0,08
Fósforo Orgánico	Tasa de hidrólisis (d^{-1})	0,1

Parámetro	Constante cinética	Valor
	Velocidad de sedimentación (m/d)	1
Fósforo Inorgánico	Velocidad de sedimentación (m/d)	1
Coliformes Fecales	Tasa de decaimiento (d^{-1})	15
	Velocidad de sedimentación (m/d)	1
	Constante alfa por extinción de la luz (d^{-1} x ly/hr)	0,5
Coliformes Totales	Tasa de decaimiento (d^{-1})	15
	Velocidad de sedimentación (m/d)	1
	Constante alfa por extinción de la luz (d^{-1} x ly/hr)	0,5
Cloruros	Tasa de decaimiento (d^{-1})	20
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0
SAAM	Tasa de decaimiento (d^{-1})	2
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.4.3 Modelación predictiva

Los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, en su numeral 7.3.1, definen los escenarios necesarios para la modelación del vertimiento; por lo que en la Tabla 3-33 se pueden identificar estos, con la abreviación que se manejará para fines del presente estudio.

Tabla 3-33. Escenarios modelados

ID	Escenario
Escenario 0	Condición sin proyecto
Escenario 1	Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal mínimo sobre la corriente receptora
Escenario 2	Carga promedio en el vertimiento tratado y caudal promedio sobre la corriente receptora
Escenario 3	Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal máximo sobre la corriente receptora
Escenario 4	Carga máxima en el vertimiento antes del tratamiento y caudal mínimo sobre la corriente receptora

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En la Tabla 3-34 se resumen los caudales asociados a cada uno de los escenarios modelados y los diferentes parámetros climatológicos utilizados.

Tabla 3-34. Resumen de parámetros hidroclimatológicos de entrada al modelo

Parámetro	Escenario 0	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Caudal corriente (m^3/s)	0,348	0,520	0,720	2,640	0,520
Caudal vertimiento Aguas residuales domésticas (m^3/s)	0	0,00042	0,00021	0,00042	0,00042
Caudal vertimiento aguas residuales industriales (m^3/s)	0	0,00078	0,0006	0,00078	0,00078
Temperatura del aire (ºC)	13,1	12,5	12,5	13	12,5
Temperatura de punto de rocío (ºC)	9,56	7,27	7,27	9,03	7,27
Velocidad del viento (m/s)	3,5	4,5	4,5	3,1	4,5
Nubosidad (octas)	37,5%	62,5%	62,5%	75%	62,5%
Radiación solar (W/m^2)	2.786	3.517	3.517	2.750	3.517

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Considerando que el caudal ambiental mínimo estimado para la quebrada La Magdalena en el sitio de vertimiento del campamento (0.83 m^3/s) fue superior al caudal medido sobre la quebrada durante el desarrollo de los monitoreos fisicoquímicos realizados aguas arriba del vertimiento proyectado (0,348 m^3/s), se optó por emplear este último valor como caudal mínimo en la corriente receptora. La información climatológica tomada corresponde a los valores medios del mes de febrero, mes en el cual fueron realizados dichos monitoreos.

Para el escenario 2 (condición promedio), se tomaron los valores medios multianuales tanto de caudales como de parámetros climatológicos.

Entre tanto para el escenario 3 (condición de caudales máximos en la corriente) se tomaron los valores de los parámetros climatológicos correspondientes al mes de enero, mes de mayores caudales en la corriente para un periodo de retorno de 10 años.

Los valores de nubosidad reportados en octas fueron convertidos a porcentaje para su implementación dentro del modelo.

El porcentaje de sombra se estableció en 50%, teniendo en cuenta la influencia de la cobertura vegetal presente a los costados del cauce.

Los parámetros de calidad del agua asociados a los vertimientos (doméstico e industrial) para las condiciones con y sin tratamiento se relacionan de la Tabla 3-11 a la Tabla 3-15, y en la Tabla 3-23 se presentan las características fisicoquímicas de la corriente receptora aguas arriba del vertimiento. Los parámetros modelados correspondieron a aquellos reportados dentro de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los vertimientos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, DBO_5, DQO, alcalinidad, cloruros, sulfatos, coliformes totales, coliformes fecales, SST, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitritos + nitratos, fosforo orgánico, fósforo inorgánico y metales: arsénico, bario, cobre, mercurio y zinc. Los demás metales fueron omitidos debido a que las concentraciones estimadas fueron inferiores al límite de detección reportado por el laboratorio dentro de los monitoreos fisicoquímicos realizados sobre la quebrada La Magdalena o se encontraban muy por dejado de lo estipulado dentro del Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 referentes a los criterios de destinación del recurso hídrico para usos agrícola y pecuario, siendo estos los dos usos encontrados sobre la corriente.

Dado que la presencia de materia orgánica es indeseada en la preparación de mezclas de concreto, pues afecta de manera directa la resistencia y durabilidad de los elementos fabricados, se asumió que el vertimiento industrial no contaba con carga orgánica alguna, así como de nutrientes.

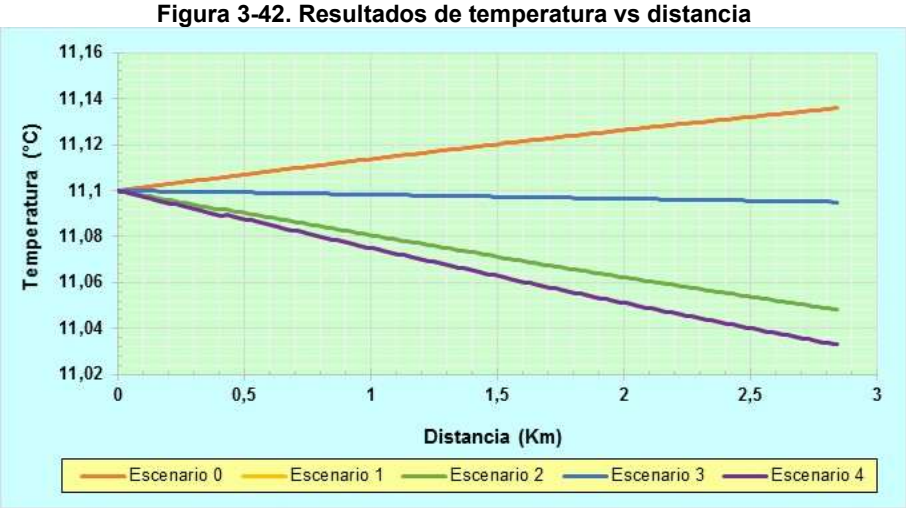
A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros mencionados y en el Anexo 6. Resultados de la modelación Qual2Kw, los archivos propios del modelo.

3.4.3.1 Temperatura

En la Figura 3-45, se observa que los escenarios no sobrepasan los 5ºC a 100m de distancia del vertimiento, establecidos en la resolución 0631 de 2015, toda vez que ninguno de los dos vertimientos cuenta con una temperatura sustancialmente diferente de la que tiene el agua dentro de la corriente receptora.

Dado que se asumió que las aguas a ser vertidas contaban con una temperatura de 1ºC por debajo de la temperatura ambiente, los mayores descensos se reportan para los escenarios 1 y 4, en los cuales están presentes los caudales mínimos de la corriente receptora, así como el escenario 2 en el cual se manejó un caudal promedio y también se observan descensos.

Figura 3-42. Resultados de temperatura vs distancia

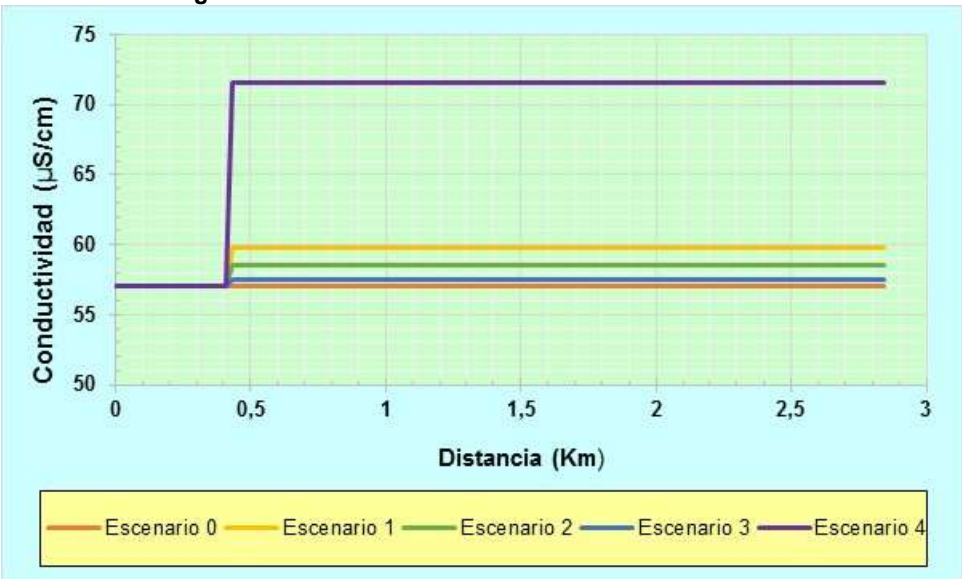


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.2 Conductividad

En la Figura 3-43, los resultados de la modelación permiten evidenciar que para los diferentes escenarios evaluados, el cuerpo de agua presenta un comportamiento en la conductividad casi constante, pasando de 57µS/cm a valores máximos de 71,6 µS/cm, como sucede con el escenario 4, por referirse a la carga máxima del vertimiento sin tratamiento alguno, sobre un caudal muy bajo.

Figura 3-43. Resultados de conductividad vs distancia

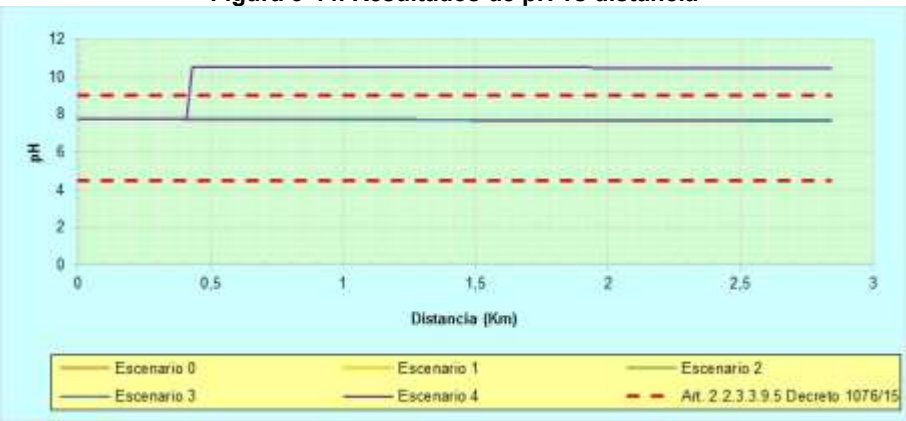


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.3 pH

Frente al pH, se observa que todos los escenarios donde hay tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, se da cumplimiento a lo establecido el decreto 1076 de 2015, mientras que el escenario 4, no cumple dado que se analiza la descarga del vertimiento sin ningún tratamiento. (Figura 3-44).

Figura 3-44. Resultados de pH vs distancia

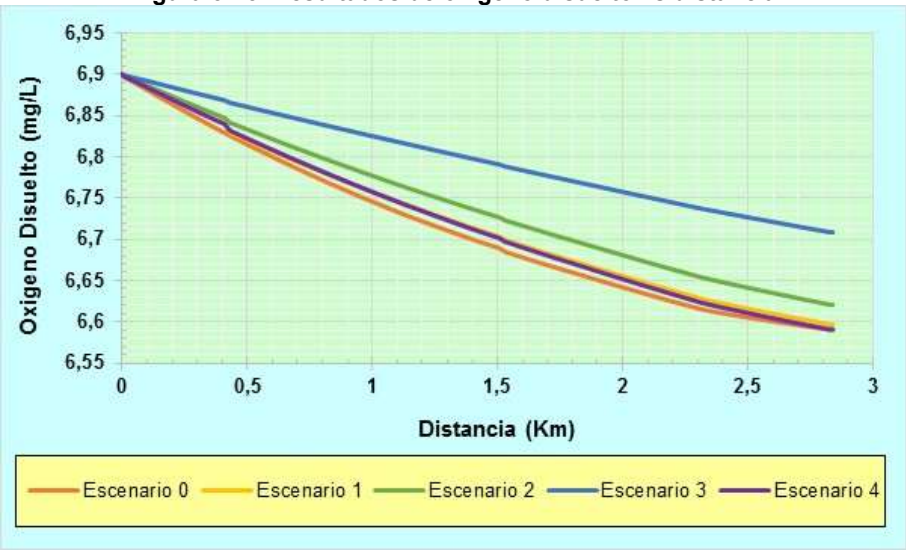


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.4 Oxígeno disuelto

Este parámetro es gran importancia debido a que es el principal regulador de los procesos químicos y biológicos del recurso hídrico. En la Figura 3-45, se observa que en todos los escenarios modelados, las concentraciones son superiores a 6mg/L y presentan un comportamiento similar a lo largo del tramo de estudio, permitiendo con esta concentración la preservación de flora y fauna en la quebrada como resultado de buenos procesos de aireación determinados por la velocidad de la corriente.

Figura 3-45. Resultados de oxígeno disuelto vs distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

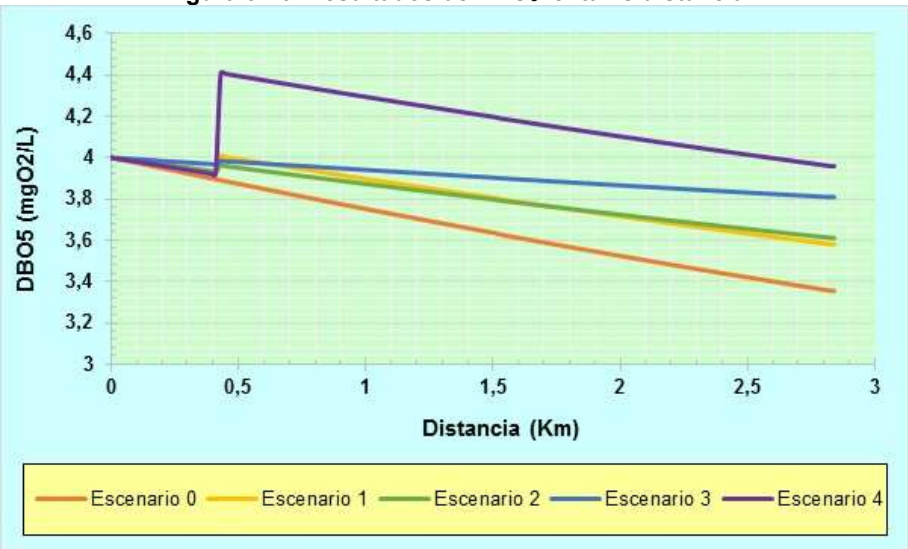
3.4.3.5 DBO_5

Como se observa en la Figura 3-46, el escenario 4, es el que presenta una mayor concentración de DBO_5, dado principalmente por la condición de que se realizaría un vertimiento sin ningún tipo de tratamiento a las aguas residuales, lo que llevaría al comportamiento registrado, donde se inicia con una concentración de 4mg/l y se incrementa hasta 4.4 mg/l.

Los escenarios 1 y 2, donde los vertimientos tratados son vertidos considerando caudales mínimos y promedios, presentan un comportamiento más constante a lo largo del tramo analizado.

Se resalta que para los usos agrícola y pecuario, la DBO no corresponde a un criterio de destinación del recurso, por lo cual no se prevén afectaciones sobre los usos del agua ya establecidos.

Figura 3-46. Resultados de DBO_5 lenta vs distancia

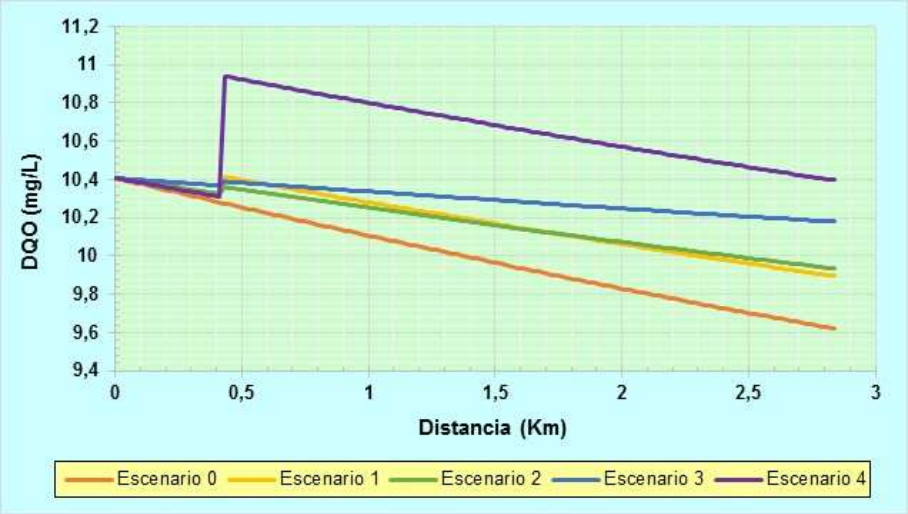


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.6 DQO

En la Figura 3-47, se observa como en el escenario 4 (vertimiento sin tratamiento) se presenta un mayor incremento de la DQO, mientras que para los escenarios con tratamiento, en el lugar del vertimiento se presenta un ligero incremento en la concentración, la cual empieza a descender rápidamente. Cabe mencionar que este parámetro no forma parte de los criterios de destinación del recurso para los usos mencionados, por lo cual no se prevé afectaciones sobre los usos actuales del mismo derivados del incremento de esta medida.

Figura 3-47. Resultados de DQO vs distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

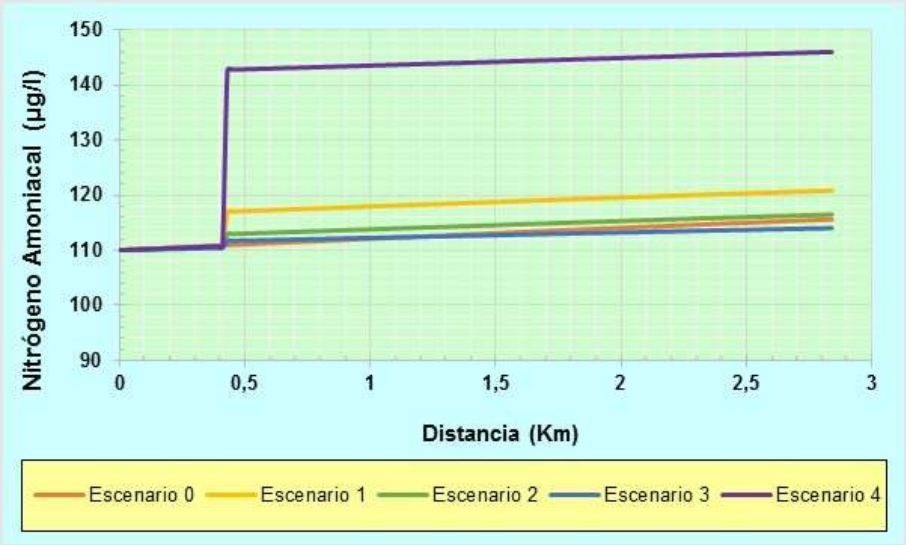
3.4.3.7 Nitrógeno orgánico

El nitrógeno orgánico en todos los escenarios analizados presenta un incremento debido a los procesos de transformación del mismo en nitrógeno amoniacal mediante un proceso de mineralización, de allí que la reducción en los niveles de nitrógeno orgánico se vea compensada por un incremento de las concentraciones de nitrógeno amoniacal, tal y como se observa en la Figura 3-48 y Figura 3-49.

Figura 3-48. Resultados de nitrogeno orgánico vs distancia

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Figura 3-49. Resultados de nitrogeno anomiacal vs distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.8 Nitrito + Nitrato

Como se observa en la Figura 3-50, la concentración para el escenario 4, presenta unos picos como resultado al vertimiento sin tratamiento, pero a medida que se avanza en el tramo de estudio, esta se vuelve constante, mientras que para los otros escenarios, las concentraciones tienden aumentar.

Figura 3-50. Resultados de nitrito + nitrato vs distancia

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

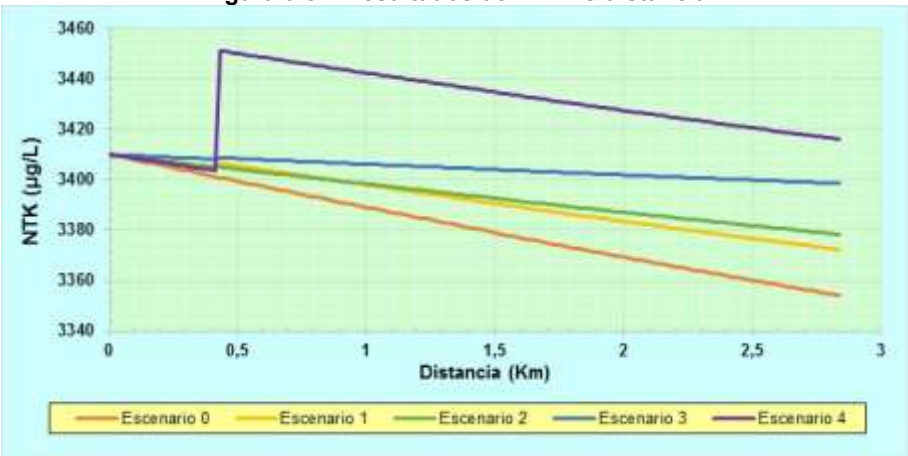
3.4.3.9 Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)

En la Figura 3-51, se observa que bajo todos los escenarios con tratamiento hay un proceso de decaimiento de las concentraciones de este parámetro, esto debido a los procesos de mineralización y nitrificación, a partir

los cuales por la oxidación biológica del amonio, el nitrógeno presente en la corriente se transforma en nitritos y posteriormente en nitratos.

Para una condición de vertimiento sin tratamiento (escenario 4), se observa que podría presentarse un incremento inicial, el cual decae rápidamente hasta concentraciones inferiores a las presentadas al inicio del tramo de estudio. Considerando que el escaso incremento en las concentraciones de este parámetro, se estima que aún bajo un escenario sin tratamiento, no se generarían cambios significativos en la corriente.

Figura 3-51. Resultados de NTK vs distancia

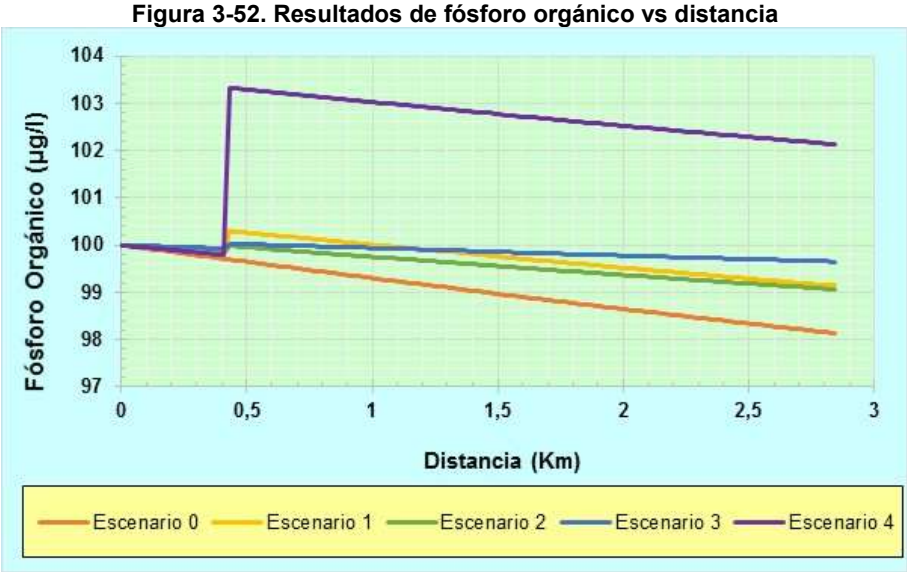


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.10 Fósforo orgánico

En la Figura 3-52, se evidencia que para todos los escenarios las concentraciones inicialmente aumentan levemente a excepción del escenario 4, que lo hace de una forma más representativa; sin embargo, las concentraciones van decreciendo a media que la corriente avanza.

Figura 3-52. Resultados de fósforo orgánico vs distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.11 Fósforo inorgánico

Para la Figura 3-53, se observa que todos los escenarios hasta el kilómetro 0,4 aproximadamente, reportaban una concentración constante de 40 µg/l, la cual aumento principalmente en el escenario 4, permaneciendo casi constante a lo largo del tramo evaluado.

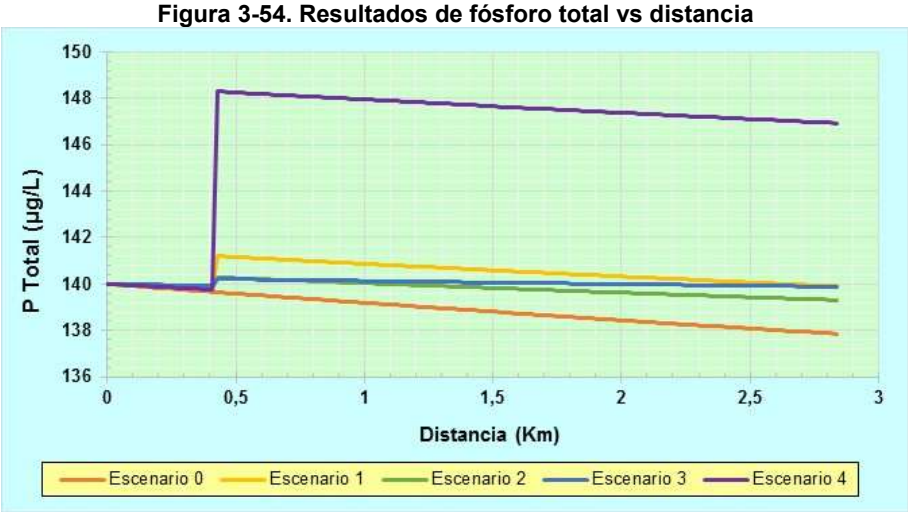
Figura 3-53. Resultados de fósforo inorgánico vs distancia

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.12 Fósforo total

Frente al fósforo total, se observa que todos los escenarios donde hay tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, presenta un descenso en las concentraciones, mientras que el escenario 4, no cumple dado que se analiza la descarga del vertimiento sin ningún tratamiento. (Figura 3-54).

Figura 3-54. Resultados de fósforo total vs distancia

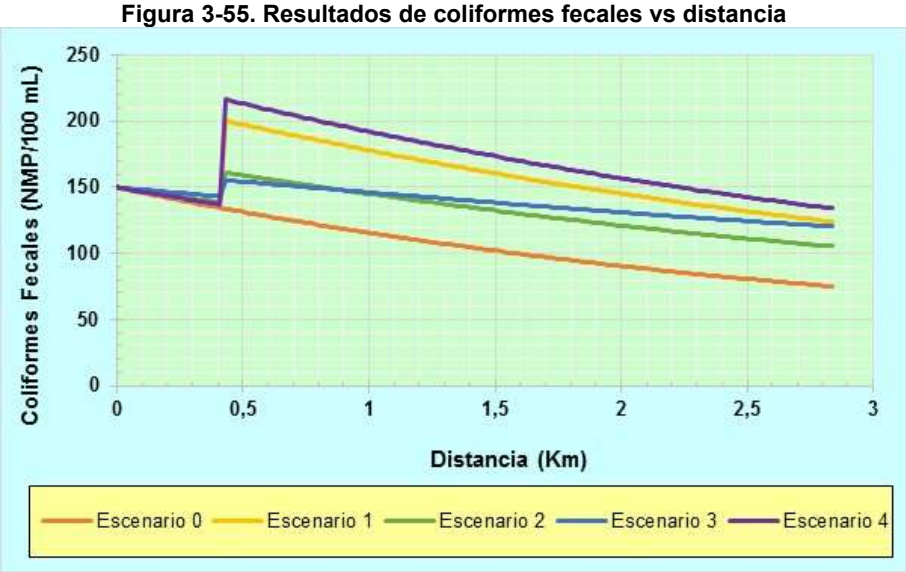


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.13 Coliformes fecales

En relación con los coliformes fecales como se puede evidenciar en la Figura 3-55, en los diferentes escenarios el comportamiento es decreciente a medida que el agua presenta reaireación en su recorrido.

Figura 3-55. Resultados de coliformes fecales vs distancia

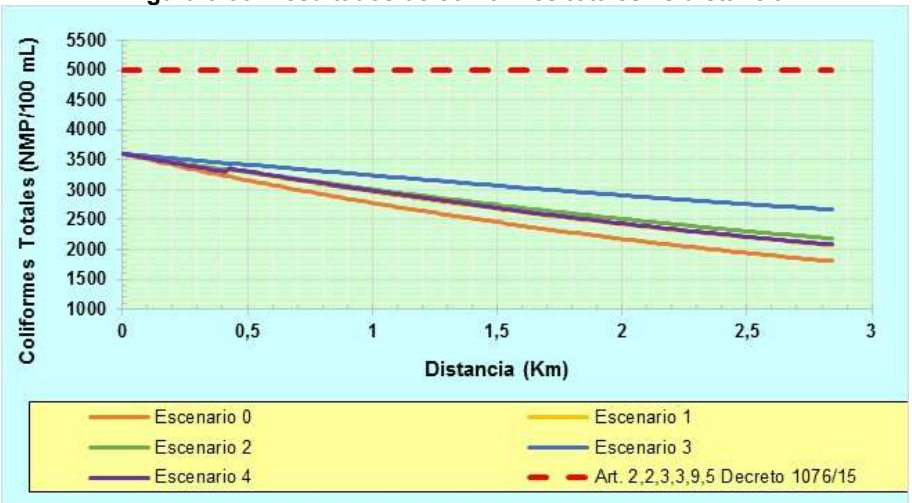


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.14 Coliformes totales

Frente a los coliformes totales, en la Figura 3-56 se observa un descenso en las concentraciones a lo largo del tramo de estudio, dando cumplimiento al Decreto 1076 de 2015, incluso para el escenario 4 que presenta concentraciones más bajas que el escenario 3.

Figura 3-56. Resultados de coliformes totales vs distancia

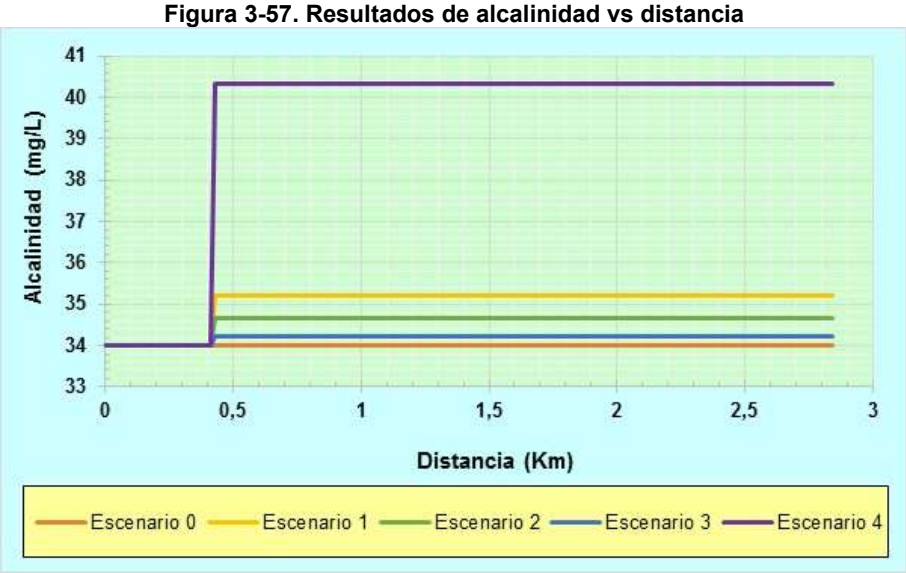


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.15 Alcalinidad

En la Figura 3-57, se observa que la alcalinidad registrada a la entrada del sistema de tratamiento es cercana a la alcalinidad observada en la salida del mismo, pues al inicio todos los escenarios presentan el mismo comportamiento (34 mg/l) y solo el escenario 4 incrementa su concentración hasta 40.3 mg/l; sin embargo conservan sus concentraciones a lo largo del tramo de estudio.

Figura 3-57. Resultados de alcalinidad vs distancia

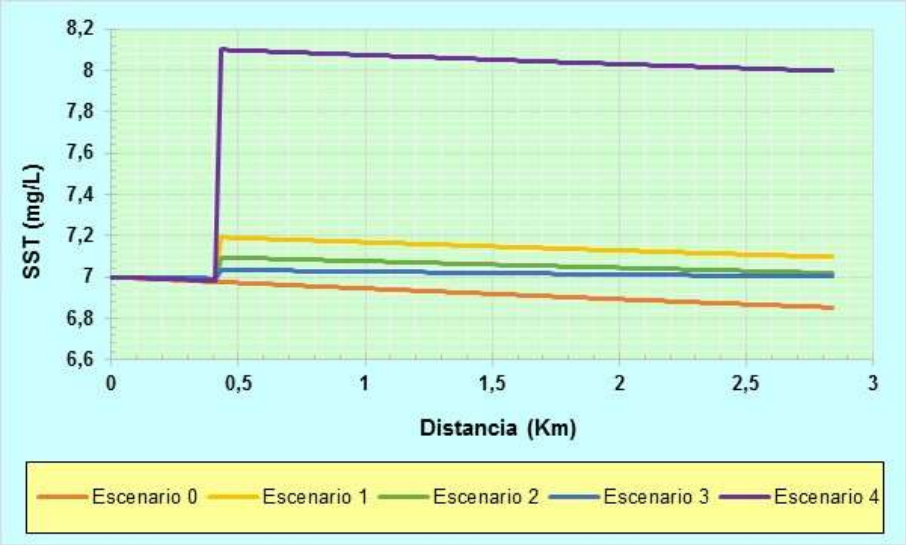


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.16 Sólidos suspendidos totales

En la Figura 3-58, se observa el comportamiento de los sólidos suspendidos totales, identificando que bajo el escenario 4, por referirse a la descarga del vertimiento sin tratamiento, las concentraciones pueden llegar hasta 8.1 mg/l. Igualmente, se evidencia que todos los escenarios van reduciendo levemente sus concentraciones a lo largo del tramo de estudio, esta situación puede estar influenciada por el resultado reportado en los SST para el último punto (inferior al límite de detección), ya que el modelo QUAL2Kw no representa los procesos de sedimentación en este sector, pues se desconocen las tasas de sedimentación reales, por lo cual bajo un enfoque conservador asume que los mismos tienden a mantenerse constantes a lo largo del tramo.

Figura 3-58. Resultados de sólidos suspendidos totales vs distancia

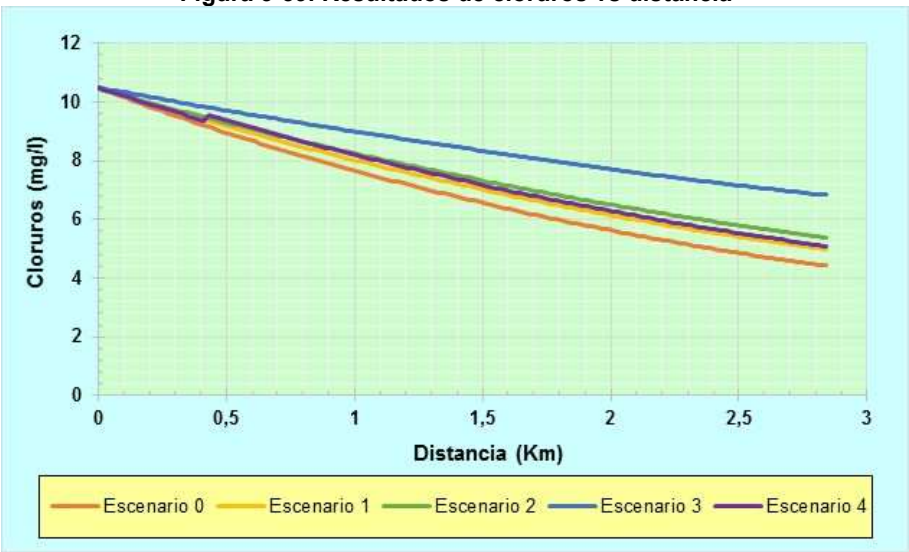


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.17 Cloruros

Como se observa en la Figura 3-59, las concentraciones del cloruro van descendiendo a lo largo del tramo de estudio, siendo concentraciones muy bajas pues son inferiores a 10mg/l, dando cumplimiento al decreto 1594 de 1984 y no generando afectación a los usos agrícolas y pecuarios del área de estudio.

Figura 3-59. Resultados de cloruros vs distancia



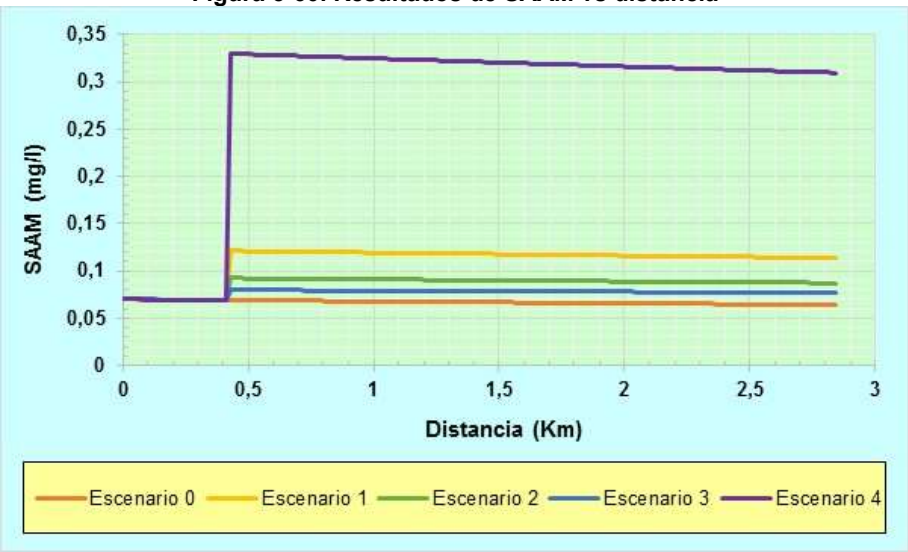
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.18 Tensoactivos aniónicos – SAAM

En la Figura 3-60, se observa el comportamiento de los tensoactivos a lo largo del tramo de estudio, donde nuevamente el escenario 4, presenta valores mucho más alto, como consecuencia de los vertimientos sin ningún tipo de tratamiento, dado que las aguas residuales domésticas presentan concentraciones significativas de estas sustancias, como resultado a labores diarias.

Dado que este parámetro no forma parte de los criterios admisibles para destinar las aguas para uso agrícola y pecuario, no se prevén afectaciones sobre los usuarios de la corriente.

Figura 3-60. Resultados de SAAM vs distancia

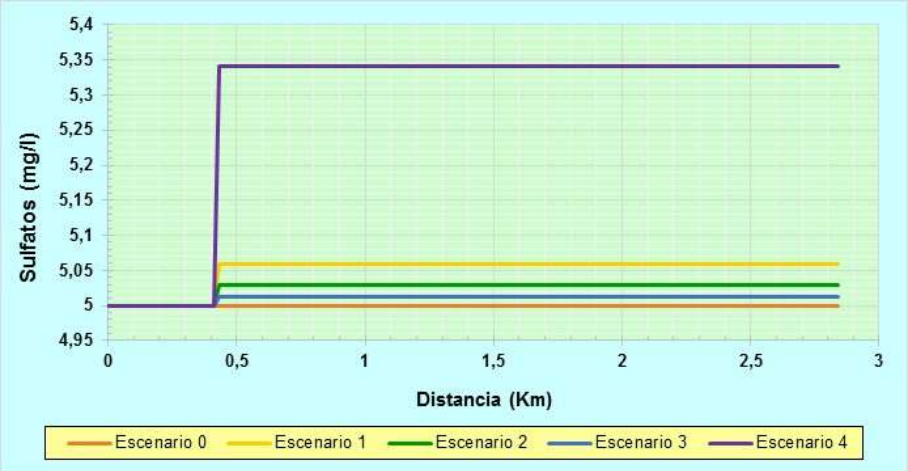


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.19 Sulfatos

En la Figura 3-61, se observa que los sulfatos en la corriente de agua inician con una concentración de 5mg/l, en todos los escenarios, hasta aproximadamente los 0,41 km, donde recibe el vertimiento, generando un incremento que se va estabilizando a lo largo del tramo de estudio. Sin embargo, esta situación se da, porque los datos observados reportan valores inferiores al límite detectado y como ya se ha mencionado con anterioridad el modelo Qual2Kw al no conocer puntualmente las tasas de decaimiento de los parámetros evaluados, los interpreta como constantes a lo largo del tramo.

Figura 3-61. Resultados de Sulfatos vs distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

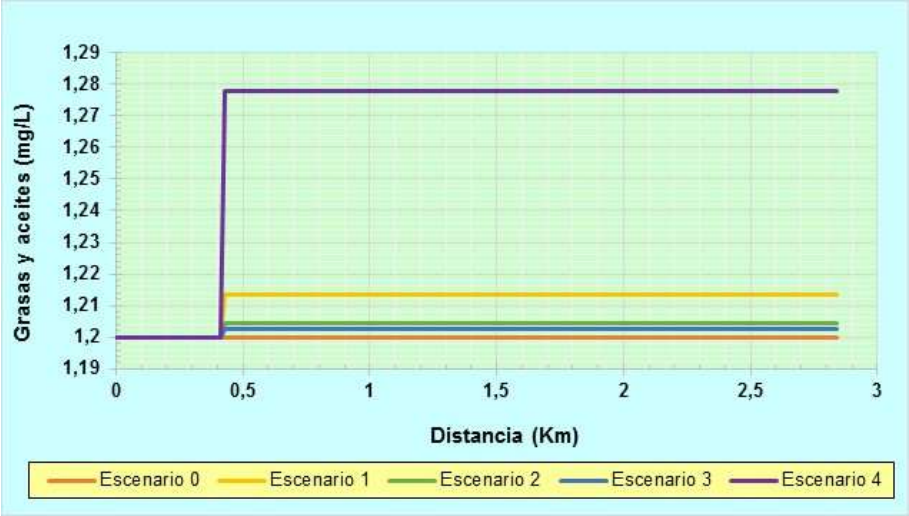
3.4.3.20 Grasas y aceites

En la Figura 3-62, se observa que bajo el escenario sin vertimiento (escenario 0) los niveles se mantienen constantes, esto debido a que dentro de los monitoreos desarrollados, todas las mediciones dieron por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio (1.2 mg/l).

Bajo una condición de vertimiento sin tratamiento (escenario 4), se estima que las concentraciones de grasas y aceites pueden incrementarse de 1,2 a 1,28 mg/l, incremento que se podría considerar bajo dada la proporción existente entre el caudal máximo del vertimiento y el caudal mínimo de la Quebrada La Magdalena, que es de aproximadamente el 4%. Es de mencionar que de acuerdo con los usos del agua identificados (agrícola y pecuario) y los criterios de destinación del recurso para dichos usos, consignados en los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015, la concentración de grasas y aceites no constituye un factor limitante que restringa la utilización del recurso, por lo cual no se prevén conflictos con los usos existentes, aún bajo un escenario de vertimiento sin tratamiento, en lo que respecta a este parámetro.

Frente a los otros escenarios, donde se realiza un tratamiento al vertimiento, se observa un incremento insignificante al momento del vertimiento.

Figura 3-62. Resultados grasas y aceites vs Distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

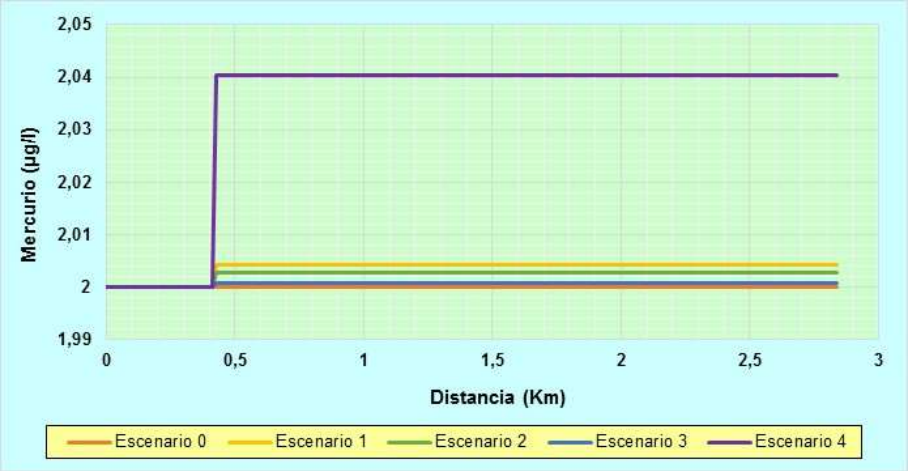
3.4.3.21 Metales

De la Figura 3-63 a la Figura 3-67 se presentan los resultados obtenidos para los diferentes metales simulados, todos ellos como sustancias conservativas, es decir que no son afectadas por procesos naturales, sino que en principio son reducidas por dilución.

- **Mercurio**

En la Figura 3-63, se observa que el mercurio en la corriente de agua inicia con una concentración de 2µg/l, en todos los escenarios, hasta aproximadamente los 0,41 km, donde recibe el vertimiento, generando un incremento que se va estabilizando a lo largo del tramo de estudio. Sin embargo, esta situación se da, porque los datos observados reportan valores inferiores al límite detectado y como ya se ha mencionado con anterioridad el modelo Qual2Kw al no conocer puntualmente las tasas de decaimiento de los parámetros evaluados, los interpreta como constantes a lo largo del tramo.

Figura 3-63. Resultados de Mercurio vs distancia

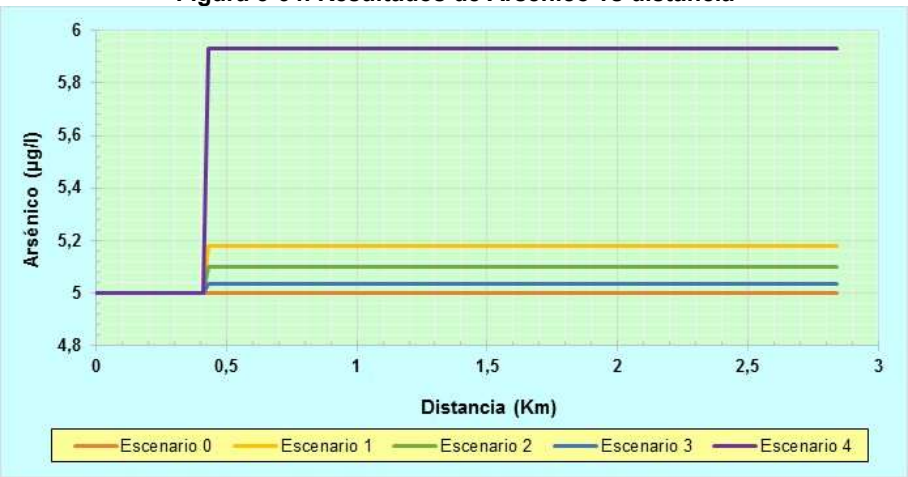


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Arsénico**

Cuando no se tiene certeza de los valores inferiores al límite detectado, el modelo Qual2Kw al no conocer puntualmente las tasas de decaimiento de los parámetros evaluados, los interpreta como constantes a lo largo del tramo. En la Figura 3-64, se observa que el arsénico en la corriente de agua inicia con una concentración de 5µg/l, en todos los escenarios, hasta aproximadamente los 0,41 km, donde recibe el vertimiento, generando un incremento que se va estabilizando a lo largo del tramo de estudio.

Figura 3-64. Resultados de Arsénico vs distancia



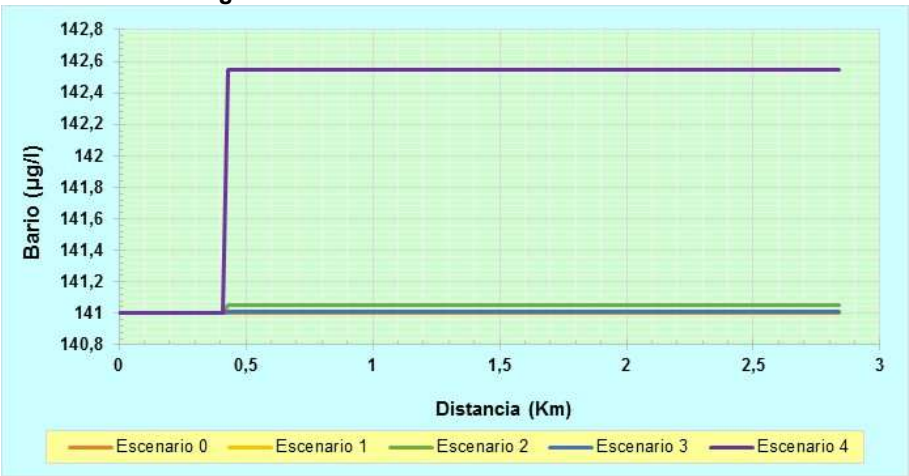
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Bario**

El bario en la quebrada La Magdalena inicia con una concentración de 141µg/l, en todos los escenarios, hasta aproximadamente los 0,41 km, donde recibe el vertimiento, generando un incremento que se va estabilizando a lo largo del tramo de estudio. Lo cual se da, porque los datos observados reportan valores

inferiores al límite detectado y el modelo Qual2Kw al no conocer puntualmente las tasas de decaimiento de los parámetros evaluados, los interpreta como constantes a lo largo del tramo. (Figura 3-65).

Figura 3-65. Resultados de Bario vs distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Zinc**

En la quebrada La Magdalena el zinc tiene una concentración de 20µg/l aguas arriba de la franja de vertimiento propuesta, hasta aproximadamente los 0,41 km, donde recibe dicho vertimiento, generando un incremento que se va estabilizando a lo largo del tramo de estudio, tal como se observa en la En la Figura 3-66. Sin embargo, esta situación se da, porque los datos observados reportan valores inferiores al límite detectado y como ya se ha mencionado con anterioridad el modelo Qual2Kw al no conocer puntualmente las tasas de decaimiento de los parámetros evaluados, los interpreta como constantes a lo largo del tramo.

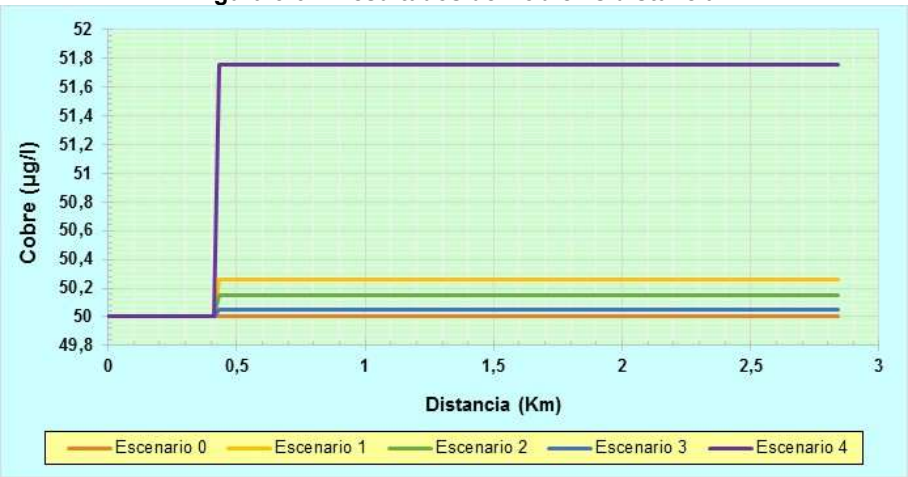
Figura 3-66. Resultados de Zinc vs distancia

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Cobre**

Al igual que en los anteriores metales analizados, en la Figura 3-67, se observa que el cobre en la corriente de agua inicia con una concentración de 50µg/l, en todos los escenarios, hasta aproximadamente los 0,41 km, donde recibe el vertimiento, generando un incremento que se va estabilizando a lo largo del tramo de estudio. Sin embargo, esta situación se da, porque los datos observados reportan valores inferiores al límite detectado y como ya se ha mencionado con anterioridad el modelo Qual2Kw al no conocer puntualmente las tasas de decaimiento de los parámetros evaluados, los interpreta como constantes a lo largo del tramo.

Figura 3-67. Resultados de Cobre vs distancia



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

4 CONCLUSIONES

De acuerdo la modelación matemática realizada para evaluar el efecto del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales sobre la Quebrada La Magdalena, bajo condiciones con y sin tratamiento, se concluye lo siguiente:

- El modelo Qual2kw empleado en la modelación resultó ser apropiado, ya que permitió lograr una adecuada calibración para la simulación de escenarios futuros.
- La condición más desfavorable para el cuerpo de agua receptor es la temporada seca, donde el caudal ambiental se estimó en 0,52 m^3/s, el cual se tiene en el mes de agosto. Lo anterior, debido a que para este caudal la capacidad de dilusión y amortiguación es baja.
- La longitud de mezcla estimada con base en la prueba de trazadores varía entre 23 m y 11 m, lo cual indica que los vertimientos se mezclan muy rápidamente con el agua natural.
- A partir de las diferentes modelaciones realizadas sobre la quebrada La Magdalena, en los escenarios de vertimiento con tratamiento, se evidencia que el vertimiento proyectado del campamento Cebadal, no presenta un efecto importante sobre el comportamiento de la mayoría de constituyentes en la corriente receptora, siempre y cuando se de cabal cumplimiento a las disposiciones de la Resolución 0631 de 2015 y/o calidad del vertimiento con la cual se realizó la

modelación. Por lo tanto se considera viable el vertimiento de las aguas residuales domésticas e industriales procedentes del campamento Cebadal sobre la quebrada La Magdalena.

- Si bien la quebrada La Magdalena no cuenta con objetivos de calidad definidos por parte de la autoridad ambiental, se encontró que sobre la misma son desarrolladas actividades de aprovechamiento para uso agrícola y pecuario, con respecto a los cuales fue analizado el modelamiento.
- De acuerdo con los monitoreos desarrollados aguas abajo del vertimiento se presenta un incremento en la concentración de algunos parámetros entre estos los coliformes y la DBO, que sugieren la existencia de fuentes de contaminación difusa, proveniente de los usuarios de la cuenca.
- Si bien la longitud de influencia de los vertimientos puede sobrepasar los límites del tramo modelado, el impacto generado por dichos vertimientos no afecta de manera significativa la calidad de la corriente ni los usos existentes sobre la misma.

5 RECOMENDACIONES

- Monitorear periódicamente la quebrada La Magdalena aguas arriba y aguas abajo del vertimiento del campamento Cebadal, procurando efectuar estos monitoreos hasta después de la longitud de mezcla calculada para dicho vertimiento (11m); esto con el fin de hacer seguimiento al comportamiento de la corriente en las diferentes épocas del año.
- Garantizar que durante el tiempo de duración de los campamentos se dé cumplimiento a la normatividad ambiental vigente definida en materia de vertimientos, en este caso representada por la Resolución 0631 de 2015. Lo anterior implica realizar monitoreos de caudal y calidad del agua cruda y tratada de los sistemas de tratamiento a implementar.
- Realizar mantenimiento continúo a los diferentes sistemas de tratamiento tanto de aguas residuales domésticas como de aguas residuales industriales, con el fin de garantizar su adecuado funcionamiento y que el efluente del mismo dé cabal cumplimiento a la normatividad ambiental vigente.

6 BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Afrons, E. (2013). *Serie de Reportes Técnicos - Reporte Técnico CRC-SAS-2013-003 - Aproximación a la Homogeneización de una Red Regional de Series Climáticas a Resolución Diaria.* Tarragona (España): Centro de Cambio Climático.

Alberto, R. R. (2010). *Tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieria.

Aldrige, B. N., & Garrett, J. M. (1973). *Roughness coefficients for stream channels in Arizona.* U.S. Geological Survey.

BENTOS. (19 de Abril de 2007). *Informe Técnico: Metodologías utilizadas en estudios de dispersión, elección del mejor trazador químico*. Obtenido de Documentos Bentos: http://www.bentos.cl/archivos/Uso_de_Rodamina.pdf

Calisto, O. E. (1996). Solução das distribuições de velocidades baseada na entropia usando dois dados de velocidade. *XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Memorias.*, (págs. 212-222). Guayaquil.

Carvajal, L. F., & Roldán, E. (s.f.).

Chiang, S. L., & Johnson, F. W. (1976). Low flow criteria for diversions and impoundments. *Journal of Water Resources Planning and Management Division*, 227 - 238.

Chow, V. (1959). *Open Channel Hydraulics.*

Chow, V. T. (1980). *Hidráulica de canales abiertos.* México: Mc Graw-Hill.

Conrad, V., & Pollak, L. W. (1962). *Methods in Climatology.* Cambridge: Harvard University Press.

Constaín A, A. J., & Lemos Ruiz, R. (2011). Una ecuación de la velocidad media del flujo en régimen no uniforme, su relación con el fenómeno de dispersión como función del tiempo y su plicación a los estudios de calidad de agua. *Revista de Ingeniería Civil - CEDEX N" 164*, 114-135.

Constaín Aragón, A. J. (2013). A thermodynamic view of tracer plumes plumes evolution: Complete mixing condition evolution. *European Physical Journal No. 110*.

Constain, A. (2013). Avances en los estudios de Calidad de Aguas.: Parámetros de la metodología ADZ en función de parámetros IDF. *ACODAL N° 2323*, 24-44.

Constaín, A. J., & Corredor , J. (2013). Revalidación de la ecuación de Elder para la medición precisa de coeficientes de transporte en flujos naturales. *Revista DYNA*, 19-27.

Cowan, W. (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. *Agricultural Engineering*, 473-475.

Cruz Henao, C. P. (2015). *Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento piloto para las aguas residuales provenientes de la construcción del sector inmobiliario privado en la ciudad de Manizales.* Manizales: Universidad de Manizales.

Eddy, M. &. (2014). *Wasterwater Engineering Treatment and resource recovery.* MCGRAW-HILL.

French , R. (1987). *Open Channel Hydraulics.* New York: Mc - Graw Hill.

Guijarro Pastor, J. (2004). *Climatol: Software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos.* Cantabira (España): Centro Meteorológico en Illes Balears, Instituto Nacional de Meteorología.

Hargreaves, G. H., & Samani, Z. A. (1985). Reference crop evapotranspiration from air temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, 96-99.

Kilpatrick , F. A., & Wilson, J. F. (1989). *Measurement of time of travel in streams by dye tracing.* Obtenido de U.S. Geological Survey: https://pubs.er.usgs.gov/publication/twri03A9

Krasnov. (1967). *Hidráulica.* Moscú: MIR.

Lawrence, M. G. (2005). The Relationship between Relative Humidity and the Dewpoint Temperature in Moist Air. *AMERICAN METEOROLOGICAL SOCIETY*, 9.

Leopold, L. B. (1962). Rivers. En L. B. Leopold, *Rivers* (págs. 511 - 537). American Scientist.

Leopold, L., & Maddock, T. (1953). *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications.* USGS paper.

Metcalf & Eddy/AECOM. (2014). *Wasterwater Engineering Treatment and resource recovery.* New York: Mc Graw Hill.

Perrin, C., Michel, C., & Andreassian, V. (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, 275-289.

Romero Rojas, J. A. (2010). *Tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieria.

Ronzano, E., & Dapena, J. L. (1995). *Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales.* Madrid: Díaz y Santos.

Seo, I. W., & Baek, K. O. (20002). *Estimation of longitudinal dispersion coefficient for streams.* Netherlands: River Flow: Bousmar & Sech.

U.S. EPA. (2006). *Data Quality Assessment Statiscial Methods for Practitioners EPA Q/A/G9-S.* Washington D.C.: EPA.

Villón , B. M. (2006). *Hidrología Estadística.* Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Wang, X. (2008). Penalized maximal F test for detecting undocumented mean shift without trend change. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technhology*, 368 - 384.

Wang, X. L., & Feng, Y. (Julio de 2013). *RHtestsV4 User Manual.* Obtenido de Climate Research Division, Atmospheric Science and Technology Directorate: http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml

Wang, X. L., Chen, H., Wu, Y., Feng, Y., & Pu, Q. (2010). New techniques for detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*.

Wang, X. L., Wen, Q. H., & Wu, Y. (2007). Penalized maximal t test for detecting undocumented mean change in climate data series. *Journal of Applied Meteorology Vol.46*, 916 - 931.

Ziman, J. (1981). *La Credibilidad de la Ciencia .* Madrid: Alianza Editorial.

Informe Principal

MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL VERTIMIENTO DEL CAMPAMENTO TANGUA SOBRE LA QUEBRADA LA MAGDALENA DEL PROYECTO VIAL PASTO – RUMICHACA

Bogotá, Abril de 2017

TABLA DE CONTENIDO

1 GENERALIDADES 7
1.1 Introducción 7
1.2 Objetivos 7
1.2.1 Objetivo general 7
1.2.2 Objetivos específicos 7
1.3 Alcance y metodología general del estudio 8
1.4 Marco Normativo 9
1.5 Localización general del proyecto 12
1.6 Descripción general del campamento 14
2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO 15
2.1 Localización 15
2.2 Descripción de los sistemas de tratamiento 16
2.2.1 Aguas residuales domésticas 16
2.2.2 Aguas residuales industriales 19
3 MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL VERTIMIENTO SOBRE LA Q. LA MAGDALENA. 21
3.1 Características climáticas 21
3.2 Caracterización del vertimiento 30
3.2.1 Aguas residuales domésticas sin tratamiento 30
3.2.1 Aguas residuales domésticas con tratamiento 32
3.2.3 Aguas residuales industriales sin tratamiento 33
3.2.4 Aguas residuales industriales con tratamiento 34
3.3 Caracterización de la corriente receptora 36
3.3.1 Hidrología 36
3.3.2 Hidráulica 38
3.3.3 Calidad de la corriente receptora 42
3.3.4 Índices de contaminación y calidad de agua 46
3.3.5 Usos y usuarios 53
3.3.6 Prueba de trazadores 55
3.4 Modelación del vertimiento (QUAL2kw) 59
3.4.1 Descripción del modelo 60
3.4.2 Calibración del modelo 64
3.4.3 Modelación predictiva 77
4 CONCLUSIONES 98
5 RECOMENDACIONES 99
6 BIBLIOGRAFÍA 100

INDICE TABLAS

Tabla 1-1. Criterios de destinación del recurso hídrico – Decreto 1076 de 2015 10
Tabla 1-2. Valores límites máximos permisibles de los vertimientos – Resolución 0631 de 2015 11
Tabla 1-3 Coordenadas del polígono del campamento Tangua 13
Tabla 1-4. Ubicación planta de hormigón 15
Tabla 2-1. Caudales de vertimiento 15
Tabla 2-2. Franja de vertimiento 16
Tabla 3-1. Estaciones meteorológicas utilizadas para caracterizar el Vertimiento 21
Tabla 3-2. Valores medios mensuales de brillo solar (horas) 22
Tabla 3-3. Valores medios mensuales de radiación solar (Wh/m²) 24
Tabla 3-4. Definición de octas para categorizar el estado del tiempo 25
Tabla 3-5. Valores medios mensuales de nubosidad (octas) 25
Tabla 3-6. Valores medios mensuales de temperatura (°C) 26
Tabla 3-7. Valores medios mensuales de humedad relativa (%) 27
Tabla 3-8. Valores medios mensuales de la temperatura de punto de rocío (°C) 28
Tabla 3-9. Valores medios mensuales de la velocidad del viento (m/s) 29
Tabla 3-10. Caudales de vertimiento 30
Tabla 3-11. Caracterización de aguas residuales domésticas sin tratamiento 31
Tabla 3-12. Caracterización de aguas residuales domésticas con tratamiento 32
Tabla 3-13. Calidad esperada del agua doméstica a verter vs normatividad vigente 33
Tabla 3-14. Caracterización de aguas residuales industriales sin tratamiento 34
Tabla 3-15. Caracterización de aguas residuales industriales con tratamiento 35
Tabla 3-16. Calidad esperada del agua industrial a verter vs normatividad vigente 35
Tabla 3-17. Caudales medios estimados – Q.La Magdalena - sitio de vertimiento proyectado 37
Tabla 3-18. Caudales máximos estimados – Q. La Magdalena - sitio de vertimiento proyectado 37
Tabla 3-19. Caudales máximos para un tiempo de retorno de 10 años 37
Tabla 3-20. Caudales mensuales ambientales para el sitio de vertimiento 38
Tabla 3-21. Secciones simuladas en HECRAS 39
Tabla 3-22. Localización de las estaciones de monitoreo de la quebrada La Magdalena 42
Tabla 3-23. Análisis fisicoquímico de calidad de agua de la quebrada La Magdalena 43
Tabla 3-24 Variables determinadas en muestras de agua Q. La Magdalena, sector Tangua 46
Tabla 3-25 Rangos de valores para determinar ICA 48
Tabla 3-26 Índices de calidad de agua 48
Tabla 3-27 Rangos y significancias de los índices de contaminación (ICO) 51
Tabla 3-28. Valores de los índices de contaminación (ICO), estaciones sector Tangua. 51
Tabla 3-29. Parámetros prueba de trazadores Quebrada La Magdalena – C. Tangua. 58
Tabla 3-30. Comparación de caudales y velocidades trazador vs molinete Q. La Magdalena. 59
Tabla 3-31. Rangos de variación de constantes cinéticas - autocalibración del modelo QUAL2Kw 68
Tabla 3-32. Constantes cinéticas obtenidas a partir de la calibración del tramo de estudio 76
Tabla 3-33. Escenarios modelados 77
Tabla 3-34. Resumen de parámetros hidroclimatológicos de entrada al modelo 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Esquema general de la metodología a implementar para la modelación del vertimiento. 8
Figura 1-2. Localización general del campamento Tangua 14
Figura 2-1 Localización de franja de vertimiento Campamento Tangua 16
Figura 2-2. Diseño típico trampa grasas 17
Figura 2-3. Operación básica de tratamiento de un pozo séptico 18
Figura 2-4. Modelo FAFA..... 18
Figura 2-5. Funcionamiento de trampa de grasa 19
Figura 2-6. Tanque desarenador 20
Figura 3-1. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para caracterizar el Vertimiento..... 22
Figura 3-2. Distribución temporal de Brillo solar (horas) 23
Figura 3-3. Distribución temporal de radiación solar (Wh/m²) 24
Figura 3-4. Distribución temporal de nubosidad (octas)..... 26
Figura 3-5. Distribución temporal de la temperatura (°C)..... 27
Figura 3-6. Distribución temporal de la humedad relativa (%) 28
Figura 3-7. Distribución temporal de la temperatura de punto de rocío (°C)..... 29
Figura 3-8. Distribución temporal de la velocidad del viento (m/s)..... 30
Figura 3-9. Segmentos en la quebrada La Magdalena 39
Figura 3-10 Localización puntos de monitoreo 43
Figura 3-11 Variaciones de los subíndices empleados para cálcular los ICAs 49
Figura 3-12. Variación de los ICOs entre las estaciones muestreadas en la Q. La Magdalena, Tangua 52
Figura 3-13 Formato de usos y usuarios 53
Figura 3-14. Diagrama de la metodología desarrollada en el estudio de trazadores 57
Figura 3-15. División de una corriente para ingreso al QUAL2Kw. 62
Figura 3-16. Segmentos en la quebrada La Magdalena. 64
Figura 3-17. Diagrama de flujo proceso de calibración del modelo 65
Figura 3-18. Modelo de la cinética y los procesos de transferencia de masa 67
Figura 3-19. Resultados de la calibración de temperatura en la quebrada La Magdalena 73
Figura 3-20. Resultados de calibración de conductividad en la quebrada La Magdalena 73
Figura 3-21. Resultados de calibración de los sólidos suspendidos inorgánicos de la quebrada La Magdalena73
Figura 3-22. Resultados de calibración de detritus en la quebrada La Magdalena..... 73
Figura 3-23. Resultados de calibración de calibración del SST en la quebrada La Magdalena 73
Figura 3-24. Resultados de calibración del oxígeno disuelto en la quebrada La Magdalena 73
Figura 3-25. Resultados de la calibración de la DBO cabonácea lenta en la quebrada La Magdalena..... 74
Figura 3-26. Resultados de calibración de la DBO carbonácea rápida en la quebrada La Magdalena 74
Figura 3-27. Resultados de calibración de la DQO en la quebrada La Magdalena 74
Figura 3-28. Resultados de la calibración del nitrógeno orgánico en la quebrada La Magdalena 74
Figura 3-29. Resultados de calibración del nitrógeno amoniacal en la quebrada La Magdalena 74
Figura 3-30. Resultados de la calibración del nitritos + nitratos en la quebrada La Magdalena 74
Figura 3-31. Resultados de calibración del Nitrógeno Total Kjeldahl en la quebrada La Magdalena 75
Figura 3-32. Resultados de la calibración del fósforo orgánico en la quebrada La Magdalena 75
Figura 3-33. Resultados de calibración del fósforo inorgánico en la quebrada La Magdalena 75
Figura 3-34. Resultados de calibración del fósforo total en la quebrada La Magdalena..... 75
Figura 3-35. Resultados de calibración de la alcalinidad en la quebrada La Magdalena..... 75
Figura 3-36. Resultados de calibración del pH en la quebrada La Magdalena 75
Figura 3-37. Resultados de calibración de los coliformes totales en la quebrada La Magdalena 75
Figura 3-38. Resultados de calibración de los coliformes fecales en la quebrada La Magdalena 75

Figura 3-39. Resultados de calibración de los tensoactivos (SAAM) en la quebrada La Magdalena 76
Figura 3-40. Resultados de calibración de cloruros en la quebrada La Magdalena..... 76
Figura 3-41. Resultados Temperatura vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 79
Figura 3-42. Resultados Conductividad vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 80
Figura 3-43. Resultados pH vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 80
Figura 3-44. Resultados oxígeno disuelto vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 81
Figura 3-45. Resultados DBO_5 vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 82
Figura 3-46. Resultados Nitrógeno Orgánico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 83
Figura 3-47. Resultados Nitrógeno Amoniacal vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 83
Figura 3-48. Resultados Nitritos + Nitratos vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 84
Figura 3-49. Resultados NTK vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 85
Figura 3-50. Resultados Fósforo Orgánico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 86
Figura 3-51. Resultados Fósforo Inorgánico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 86
Figura 3-52. Resultados fósforo total vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 87
Figura 3-53. Resultados Coliformes Fecales vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 88
Figura 3-54. Resultados Coliformes Totales vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 88
Figura 3-55. Resultados DQO vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 89
Figura 3-56. Resultados SST vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 90
Figura 3-57. Resultados Alcalinidad vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 91
Figura 3-58. Resultados SAAM vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 91
Figura 3-59. Resultados Cloruros vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 92
Figura 3-60. Resultados Sulfatos vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 93
Figura 3-61. Resultados grasas y aceites vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 94
Figura 3-62. Resultados Arsénico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 95
Figura 3-63. Resultados Bario vs Distancia en la Quebrada La Magdalena..... 95
Figura 3-64. Resultados Cobre vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 96
Figura 3-65. Resultados Mercurio vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 97
Figura 3-66. Resultados Zinc vs Distancia en la Quebrada La Magdalena 97

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3-1 Estación de servicio el Placer..... 54
Fotografía 3-2 Tanques sépticos aguas residuales de lavado de vehículos..... 54
Fotografía 3-3 Galpones aledaños a estación El Placer 54
Fotografía 3-4 Vivienda aledaña a estación El Placer 54
Fotografía 3-5 Ganadería aledaña a Quebrada la Magdalena 55
Fotografía 3-6 Socialización en Empotangua 56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aspectos Normativos
Anexo 2. Datos IDEAM Clima
Anexo 3. Usos y usuarios
Anexo 4. Prueba de trazadores
Anexo 5. Hidrología e hidráulica
Anexo 6. Resultados de modelación QUAL2Kw
Anexo 7. Cadenas de custodia Laboratorio
Anexo 8. Resultados de monitoreos laboratorio
Anexo 9. Calibración de equipos laboratorio
Anexo 10. Resolución acreditación del laboratorio
Anexo 11. Cartografía geodatabase
Anexo 12. Formulario Único Nacional para solicitud de vertimiento (FUN)

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Este estudio presenta la modelación matemática de la calidad del agua para la quebrada La Magdalena, el cual está orientado hacia la evaluación de la capacidad de asimilación que tiene esta, frente a la descarga del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales tratadas, provenientes del campamento Tangua, perteneciente al proyecto vial Pasto – Rumichaca de la Concesionaria Vial Unión del Sur; y las implicaciones sobre la calidad del agua del cuerpo receptor bajo diferentes condiciones de caudal.

El software implementado para la modelación de los determinantes de calidad de agua más relevantes corresponde a la versión 6.0 de QUAL2Kw (Stream Water Quality Model), desarrollado por Chapra, Pelletier y Tao (2008) y modificado por el Departamento de Ecología de Washington y la Universidad de Tufts. Este es un modelo unidimensional de calidad del agua en estado estable que incorpora la simulación de procesos físico-químicos y biológicos predominantes en ríos. Incluye un completo esquema meteorológico para el balance de calor en el cauce, y aportes puntuales y distribuidos para el balance de masa por posibles extracciones o ingresos al sistema.

Los resultados del modelo de calidad del agua fueron comparados con los criterios de destinación del recurso hídrico dados en el Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulo 3, Sección 9 del Decreto 1076 de 2015, y adicionalmente fue considerado lo establecido en la Resolución 0631 de 2015, norma actual para vertimientos puntuales sobre cuerpos de agua superficial de ARD (Aguas residuales domésticas) y ARnD (agua residual no doméstica), donde se consideraron los artículos 8 y 13, en los cuales se establecen los parámetros a monitorear y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos de plantas de hormigón.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Realizar la modelación matemática del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales, producto de las actividades que se desarrollarán en el campamento Tangua, sobre la quebrada La Magdalena, como requerimiento para la solicitud del permiso de vertimiento en esta corriente receptora.

1.2.2 Objetivos específicos

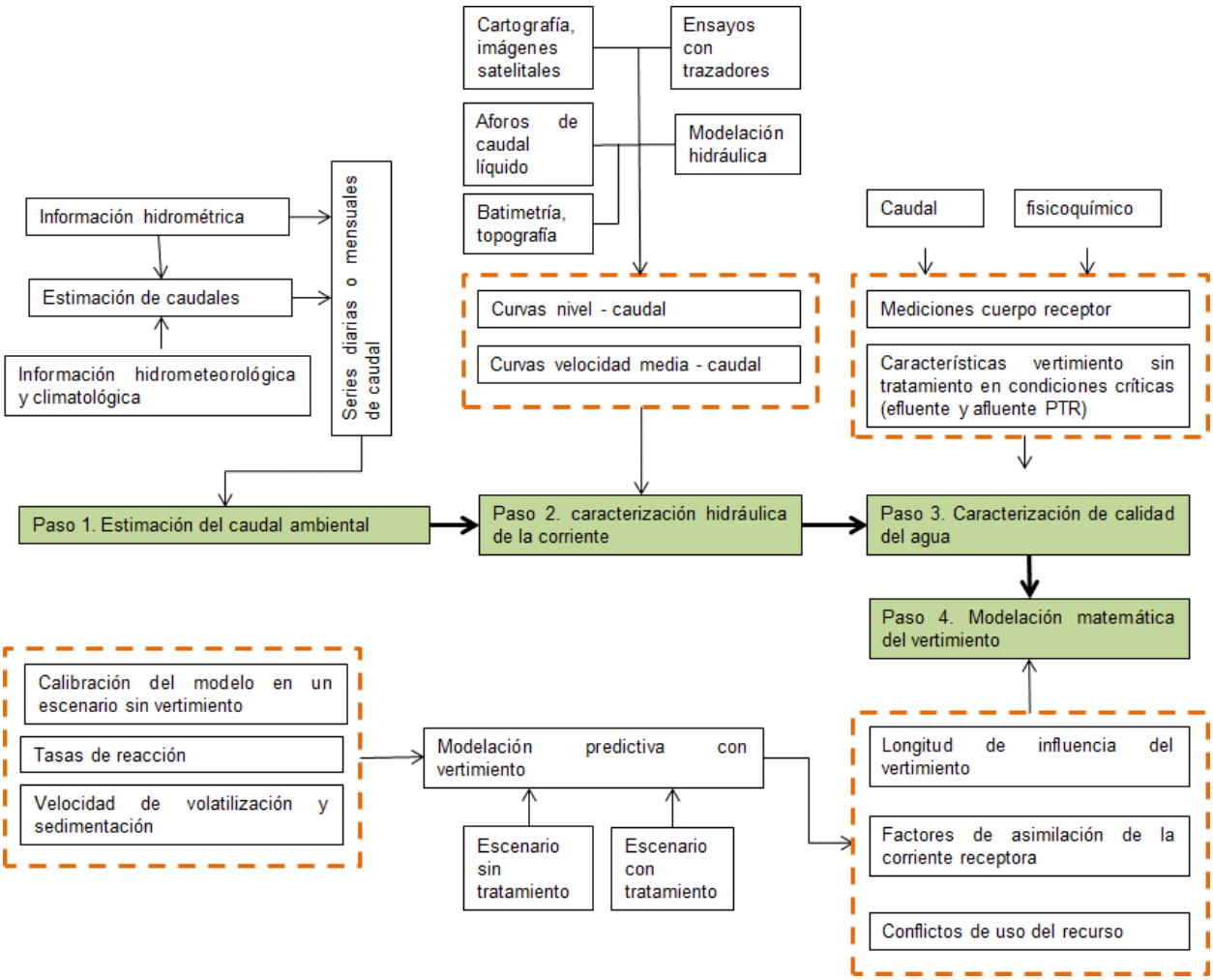
- Determinar la capacidad de asimilación de la quebrada La Magdalena, de acuerdo a sus características medioambientales y calidad fisicoquímica actual, sobre el vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales, provenientes del campamento Tangua.
- Determinar la longitud de influencia del vertimiento que provendrá del campamento Tangua realizado sobre la quebrada La Magdalena, la cual será desarrollada con aspectos hidrológicos, hidráulicos, de calidad del agua y climatológicos asociados a una época de estiaje.
- Identificar los posibles conflictos para usos y usuarios actuales sobre la quebrada La Magdalena, como corriente receptora del vertimiento proyectado doméstico e industrial del campamento Tangua.

1.3 Alcance y metodología general del estudio

Como alcance, el presente estudio, pretende a partir de una modelación matemática conocer la influencia del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales sobre la quebrada La Magdalena, como resultado a la operación del campamento Tangua y de esta forma identificar posibles conflictos con actuales usos y usuarios de la corriente.

La metodología que se implementó para la modelación matemática del vertimiento, se presenta de forma esquemática en la Figura 1-1.

Figura 1-1. Esquema general de la metodología a implementar para la modelación del vertimiento.



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- Paso 1. Estimación del caudal ambiental.

Se calcula el caudal ambiental de la quebrada La Magdalena a partir de datos hidrometeorológicos y climatológicos del área de estudio, para un periodo mínimo de 10 años, con series diarias o mensuales, según la disponibilidad de la información.

- Paso 2. Caracterización hidráulica de la corriente

Se determinan las características hidrodinámicas de la quebrada La Magdalena, a partir del uso de la información disponible en el modelo de elevación digital ASTER GDEM v2 de resolución de 30 m y de libre distribución, desarrollado por la NASA en convenio con el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI), el cual fue acoplado con las secciones levantadas dentro de los aforos desarrollados en cada una de las estaciones de monitoreo de la calidad del agua, a través de los modelos HEC-GeoRAS y Hec-RAS versión 5.0.

- Paso 3. Caracterización de calidad del agua.

Se realiza una descripción de la calidad fisicoquímica y bacteriológica de la quebrada La Magdalena, a partir de monitoreos realizados en campo, con el fin de conocer las características de la corriente sin el vertimiento y de esta forma establecer las condiciones a las que se debe llegar aguas abajo de la descarga.

Los parámetros monitoreados fueron: Acidez total, Alcalinidad total, Aluminio, Arsénico, Bario, Cadmio, Cloruros, Cobre, Coliformes fecales, Coliformes totales, Color, Cromo, DBO, DQO, Dureza cálcica, Dureza total, Fenoles, Fósforo inorgánico, Fósforo orgánico, Fosforo reactivo total, Fosforo total, Grasas y aceites, Hidrocarburos aromáticos policíclicos, Hidrocarburos totales, Hierro, Conductividad eléctrica, Oxígeno disuelto, pH, Temperatura, Mercurio, Níquel, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno amoniacal – amonio, Nitrógeno orgánico, Nitrógeno Total Kjeldahl, Olor, Plata, Plomo, Selenio, Sólidos disueltos totales, Sólidos suspendidos orgánicos – detritus, Sólidos suspendidos totales, Sólidos suspendidos volátiles, Sulfatos, Sulfuros, SAAM, Turbiedad y Zinc.

- Paso 4. Modelación matemática del vertimiento

Se desarrolla la modelación predictiva del vertimiento en los escenarios con tratamiento y sin tratamiento, para así determinar la longitud de influencia del vertimiento, los factores de asimilación de la quebrada La Magdalena y los posibles conflictos por el uso del recurso.

1.4 Marco Normativo

A continuación, se relaciona la normatividad aplicable al proyecto, la cual se encontrará en el Anexo 1 Aspectos normativos:

- **Decreto 1076 de 2015.** Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible. Este decreto, en el Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulo 3, Sección 9 acoge de manera transitoria los criterios de destinación del recurso hídrico establecidos en su momento en el Decreto 1594 de 1984, los cuales se relacionan en la Tabla 1-1

Tabla 1-1. Criterios de destinación del recurso hídrico – Decreto 1076 de 2015

Referencia	Expresado como	Art. 2.2.3.3.9.3	Art. 2.2.3.3.9.4	Art. 2.2.3.3.9.5	Art. 2.2.3.3.9.6	Art. 2.2.3.3.9.7	Art. 2.2.3.3.9.8
		Consumo Humano y doméstico, se requiere potabilización mediante tratamiento convencional	Consumo humano y doméstico, se requiere potabilización mediante desinfección	Agrícola	Pecuario	Recreativo con contacto primario	Recreativo con contacto secundario
Aluminio	Al	-	-	5	5	-	-
Amoníaco	N	1	1	-	-	-	-
Arsénico	As	0,05	0,05	0,1	0,2	-	-
Bario	Ba	1	1	-	-	-	-
Berilio	Be	-	-	0,1	-	-	-
Boro	B	-	-	0,3 – 4,0	5	-	-
Cadmio	Cd	0,01	0,01	0,01	0,05	-	-
Cianuro	CN-	0,2	0,2	-	-	-	-
Cinc	Zn	15	15	2	25	-	-
Cloruros	Cl-	250	250	-	-	-	-
Cobalto	Co	-	-	0,05	-	-	-
Cobre	Cu	1	1	0,2	0,5	-	-
Color	Color real	75 unidades, escala Platino-Cobalto	20 unidades, escala Platino-Cobalto	-	-	-	-
Compuestos Fenólicos	Fenol	0,002	0,002	-	-	0,002	-
Cromo	Cr+6	0,05	0,05	0,1	1	-	-
Difenil Policlorados	Concentración de agente activo	No detectable	No detectable	-	-	-	-
Flúor	F	-	-	1	-	-	-
Hierro	Fe	-	-	5	-	-	-
Litio	Li	-	-	2,5	-	-	-
Manganeso	Mn	-	-	0,2	-	-	-
Mercurio	Hg	0,002	0,002	-	0,01	-	-
Molibdeno	Mo	-	-	0,01	-	-	-
Níquel	Ni	-	-	0,2	-	-	-
Nitratos	N	10	10	-	-	-	-
Nitritos	N	1	1	-	10	-	-
Nitritos + Nitratos	N	-	-	-	100	-	-
Oxígeno disuelto		-	-	-	-	70% concentración de saturación	70% concentración de saturación
pH	Unidades	5,0 – 9,0 Unidades	6,5 – 8,5 unidades	4,5 – 9,0 unidades	-	-	5,0 – 9,0 unidades
Plata	Ag	0,05	0,05	-	-	-	-
Plomo	Pb	0,05	0,05	5	0,1	-	-
Selenio	Se	0,01	0,01	0,02	-	-	-

Referencia	Expresado como	Art. 2.2.3.3.9.3	Art. 2.2.3.3.9.4	Art. 2.2.3.3.9.5	Art. 2.2.3.3.9.6	Art. 2.2.3.3.9.7	Art. 2.2.3.3.9.8
		Consumo Humano y doméstico, se requiere potabilización mediante tratamiento convencional	Consumo humano y doméstico, se requiere potabilización mediante desinfección	Agrícola	Pecuario	Recreativo con contacto primario	Recreativo con contacto secundario
Sulfatos	S04=4	400	400	-	-	-	-
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0,5	0,5	-	-	0,5	0,5
Turbiedad	UJT	-	10 Unidades Jackson de Turbiedad, UJT	-	-	-	-
Vanadio	V	-	-	0,1	-	-	-
Contenido de sales	Peso total	-	-	3.000	-	-	-
Coliformes totales	NMP	20.000 microorganismos/100 ml	-	5.000 microorganismos/100 ml	-	1.000 microorganismos/100 ml	5.000 microorganismos/100 ml
Coliformes fecales	NMP	2.000 microorganismos/100 ml	1.000 microorganismos/100 ml	1.000 microorganismos/100 ml	-	200 microorganismos/100 ml	-

Todos los valores se encuentran expresados en mg/l a menos del color y los coliformes totales y fecales, cuyas unidades son relacionadas en la tabla
Fuente: MADS – Decreto 1076 de 2015

- **Resolución 631 de 2015.** Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público. En su artículo 8 establece los parámetros físicoquímicos y sus valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas – ARD de las actividades industriales, comerciales o de servicios y en el artículo 13 establece los parámetros fisicoquímicos a monitorear y sus valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales no domésticas a cuerpos de aguas superficiales de actividades asociadas con la fabricación y manufactura de bienes, entre ellos la fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso, tal y como se presenta en la Tabla 1-2.

Tabla 1-2. Valores límites máximos permisibles de los vertimientos – Resolución 0631 de 2015

Parámetro	Unidades	Aguas Residuales Domésticas – ARD de las soluciones individuales de saneamiento (art. 8)	Fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso (art. 13)
Generales			
pH	Unidades de pH	6,00 a 9,00	6,00 a 9,00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L O_2	200	200

Parámetro	Unidades	Aguas Residuales Domésticas – ARD de las soluciones individuales de saneamiento (art. 8)	Fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso (art. 13)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L O_2	-	100
Sólidos Supendidos Totales	mg/L	100	100
Sólidos Sedimentables	mg/L	5	1
Grasas y Aceites	mg/L	20	20
Fenoles	mg/L	-	0,20
Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)	mg/L	-	Análisis y Reporte
Metales y Metaloides			
Cadmio (Cd)	mg/L	-	0,10
Cinc (Zn)	mg/L	-	3
Níquel (Ni)	mg/L	-	0,10
Plomo (Pb)	mg/L	-	0,10
Otros parámetros para Análisis y Reporte			
Acidez Total	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Dureza Cálcica	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$		Análisis y Reporte
Color Real (Medidas de absorbancia a las siguientes longitudes de onda: 436 nm, 525 nm y 620 nm	m^{-1}		Análisis y Reporte

Fuente: MADS - Resolución 0631 de 2015

1.5 Localización general del proyecto

El campamento Tangua, lugar de interés para la presente modelación, se ubicará en el municipio de Tangua, vereda El Vergel, corregimiento Porvenir, puntualmente en las coordenadas que se presentan en la Tabla 1-3 y hace parte del subsector 1 de la Unidad Funcional 4 (UF4-1) del proyecto vial doble calzada Rumichaca – Pasto, parte norte (Ver Figura 1-2).

El Proyecto Vial “Rumichaca – Pasto” discurre en la zona centro-este y centro-sur del departamento de Nariño en forma aproximadamente paralela a la vía existente Rumichaca – Pasto, la cual forma parte de la Carretera Panamericana y de la ruta nacional 25.

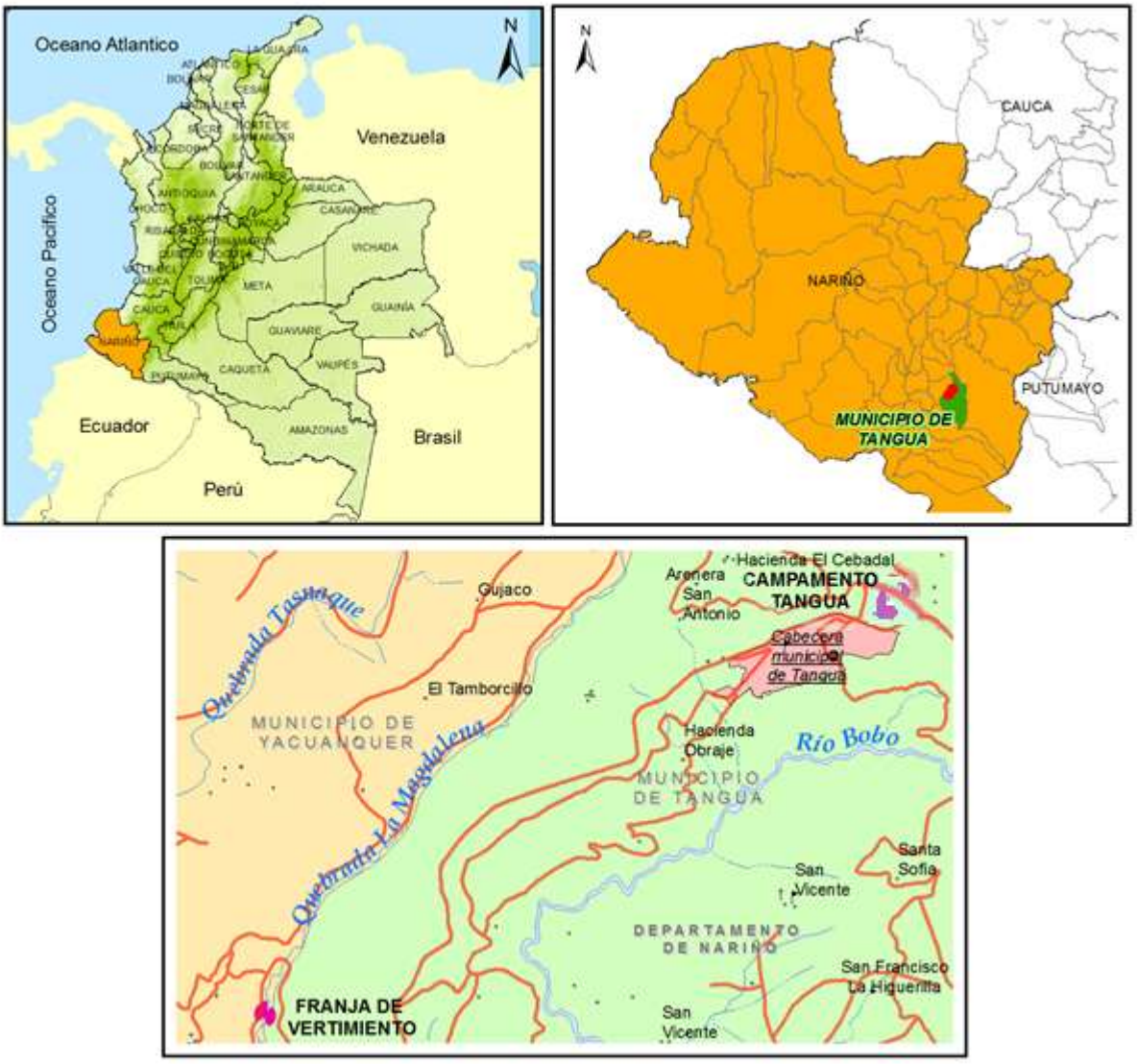
La vía Rumichaca – Pasto tiene una longitud Origen – Destino aproximada de ochenta y tres punto treinta y cinco kilómetros (83.35 Km), donde, la parte norte, conformada por treinta y dos punto setenta y seis kilómetros (32.76 Km) discurren entre las localidades de Pedregal y Catambuco, en las cuales se ubicará el campamento Tangua.

Tabla 1-3 Coordenadas del polígono del Campamento Tangua

Vértice	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Oeste		Coordenadas Geográficas WGS-84	
	Este	Norte	Longitud	Latitud
1	965.316,59	613.339,52	77° 23' 20,867" W	1° 5' 57,992" N
2	965.344,01	613.321,37	77° 23' 19,980" W	1° 5' 57,401" N
3	965.363,22	613.307,22	77° 23' 19,359" W	1° 5' 56,941" N
4	965.390,69	613.291,37	77° 23' 18,470" W	1° 5' 56,425" N
5	965.375,09	613.265,29	77° 23' 18,975" W	1° 5' 55,575" N
6	965.359,63	613.246,42	77° 23' 19,475" W	1° 5' 54,961" N
7	965.334,94	613.273,41	77° 23' 20,273" W	1° 5' 55,840" N
8	965.310,65	613.250,27	77° 23' 21,059" W	1° 5' 55,086" N
9	965.298,41	613.258,53	77° 23' 21,455" W	1° 5' 55,355" N
10	965.305,80	613.295,92	77° 23' 21,216" W	1° 5' 56,573" N
11	965.281,65	613.255,38	77° 23' 21,997" W	1° 5' 55,252" N
12	965.270,58	613.224,56	77° 23' 22,355" W	1° 5' 54,249" N
13	965.264,12	613.221,51	77° 23' 22,564" W	1° 5' 54,150" N
14	965.262,88	613.213,46	77° 23' 22,604" W	1° 5' 53,888" N
15	965.266,92	613.207,46	77° 23' 22,473" W	1° 5' 53,692" N
16	965.267,06	613.194,71	77° 23' 22,468" W	1° 5' 53,277" N
17	965.299,05	613.187,63	77° 23' 21,434" W	1° 5' 53,047" N
18	965.296,94	613.166,08	77° 23' 21,502" W	1° 5' 52,345" N
19	965.315,15	613.152,77	77° 23' 20,913" W	1° 5' 51,912" N
20	965.307,01	613.105,28	77° 23' 21,176" W	1° 5' 50,366" N
21	965.302,21	613.085,73	77° 23' 21,331" W	1° 5' 49,729" N
22	965.265,78	613.097,93	77° 23' 22,509" W	1° 5' 50,126" N
23	965.184,66	613.125,79	77° 23' 25,134" W	1° 5' 51,033" N
24	965.194,37	613.170,34	77° 23' 24,820" W	1° 5' 52,484" N
25	965.192,70	613.209,10	77° 23' 24,874" W	1° 5' 53,746" N
26	965.206,34	613.231,51	77° 23' 24,433" W	1° 5' 54,475" N
27	965.226,50	613.284,89	77° 23' 23,781" W	1° 5' 56,213" N

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Figura 1-2. Localización general del campamento Tangua



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

1.6 Descripción general del campamento

El campamento Tangua, contará con dos zonas principales la administrativa y la operativa, donde la primera estará compuesta por: dormitorios, oficinas, bodega, talleres, zona de mantenimiento de equipos, zona de almacenamiento temporal de residuos sólidos y líquidos y zonas de almacenamiento de combustibles.

En la zona operativa, se encuentra la planta de hormigón, la cual es de interés para la construcción de la doble calzada de la vía Rumichaca – Pasto en el tramo Pedregal – Catambuco, con el fin de brindar el material necesario para la ejecución del proyecto vial, su ubicación puntual se observa en la Tabla 1-4.

Tabla 1-4. Ubicación planta de hormigón

Planta de proceso	Coordenadas magna sirgas origen Bogotá Oeste	
	Este	Norte
Planta de hormigón	965.276,28	613.163,21

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

La planta de hormigón estará compuesta por las siguientes áreas:

- Línea de almacenamiento de agua y aditivos, con su respectivo generador y cabina de control.
- Línea de proceso compuesta por: tolvas, mezclador y planta.
- Zona de almacenamiento de material.

2 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Durante el desarrollo de las obras del proyecto vial Rumichaca – Pasto, puntalmente en el campamento Tangua, se estima la descarga de vertimientos de tipo industrial y doméstico en la Quebrada Magdalena, asociados con los procesos en la planta de hormigón e infraestructuras temporales (campamentos); por lo tanto, con el fin de garantizar la concentración de contaminantes dentro de los rangos establecidos por las entidades de control ambiental, se tiene previsto la instalación de un sistema de tratamiento, donde los diseños obedecen a las características de las aguas a tratar, las cuales varían en función de su origen.

Este sistema de tratamiento de aguas residuales, no es solo una medida de manejo ambiental por las posibles afectaciones que genere el Proyecto, si no que hoy en día se asume como una actividad del mismo. Debido a esto, la Concesionaria busca proponer alternativas a los sistemas de tratamiento que presenten una mayor eficiencia en la remoción de contaminantes, traduciéndose finalmente en mayor protección a los recursos naturales y menores volúmenes de vertimiento, tal y como se observa en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Caudales de vertimiento

Campamento	Tipo de agua	Consumo de agua (L/s)	Generación de agua residual
Tangua	Agua residual doméstica	0,28	0,21
	Agua residual industrial	1,5	0,6

Fuente: Elaborado por el autor, febrero de 2017.

En el numeral *3.2Caracterización del vertimiento* del presente documento se presenta la caracterización de los vertimientos esperados para el campamento Tangua.

2.1 Localización

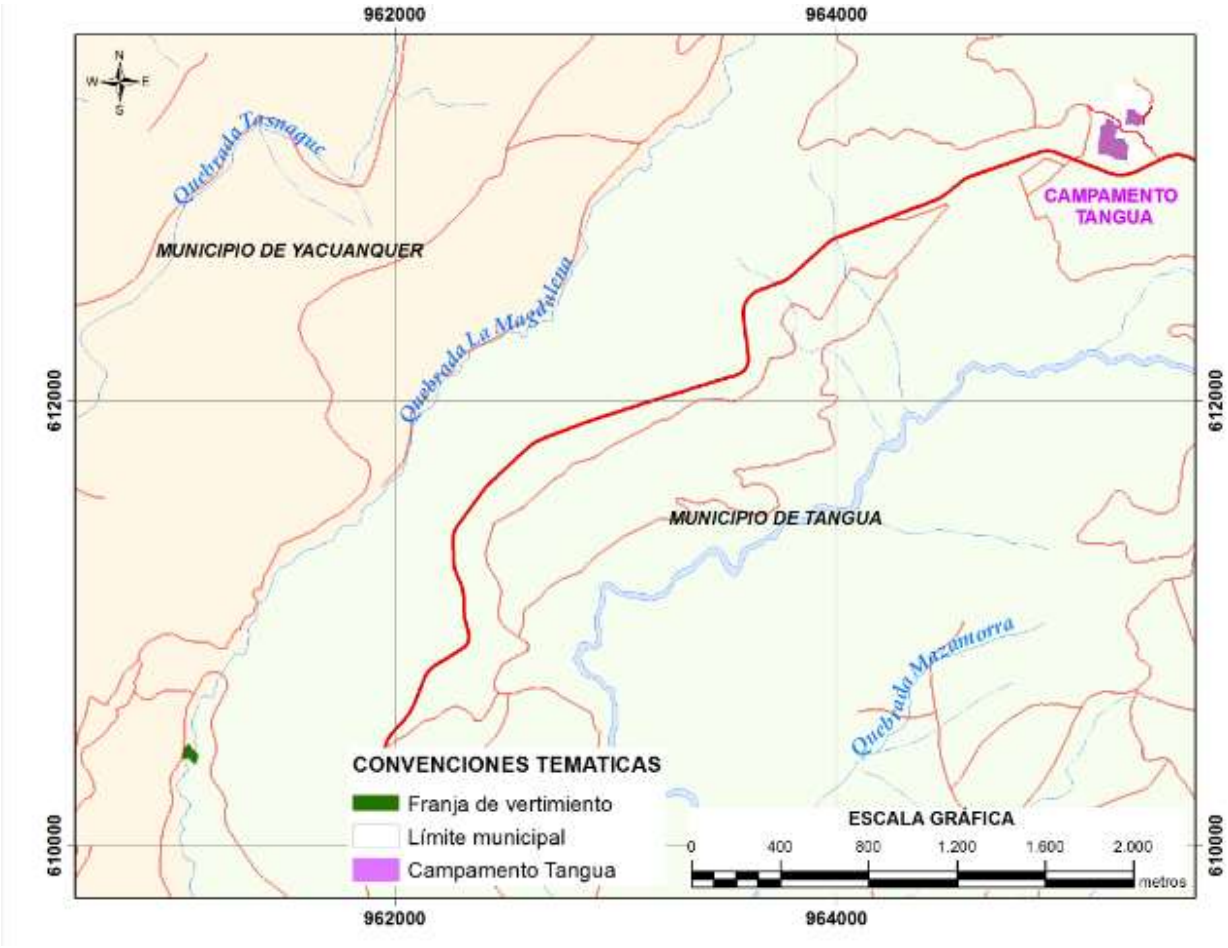
La descarga del agua residual tratada producto de las actividades a desarrollar en el campamento Tangua, se contempla realizar en la Quebrada Magdalena, puntualmente en una franja compuesta por las coordenadas indicadas en la Tabla 2-2 y presentadas en la Figura 2-1. Lo anterior debido a que el campamento aún no se encuentra construido.

Tabla 2-2. Franja de vertimiento

Campamento	Corriente receptora	Punto	Coordenadas magna sirgas origen Bogotá Oeste	
			Este	Norte
Tangua	Quebrada Magdalena	Inicio	961.089,66	610.426,27
		Fin	961.066,58	610.386,95

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Figura 2-1 Localización de franja de vertimiento Campamento Tangua



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

2.2 Descripción de los sistemas de tratamiento

2.2.1 Aguas residuales domésticas

El manejo de las aguas residuales domésticas se divide en aguas negras y aguas grises, las primeras serán manejadas por medio de la instalación de unidades sanitarias portátiles por lo que el contratista dueño de éstas se encargará del manejo de las aguas residuales.

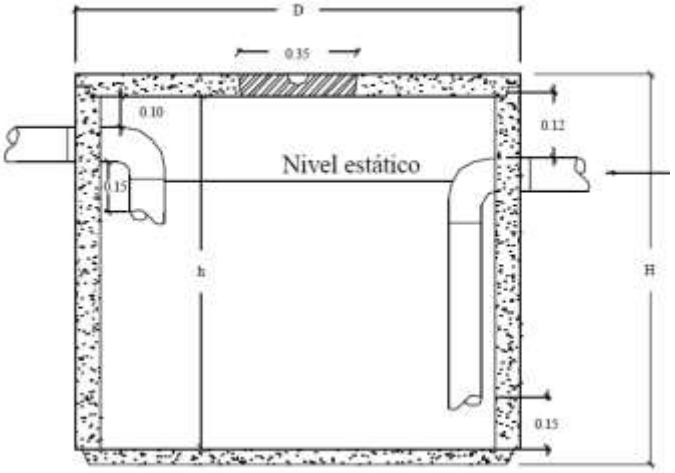
Frente a la generación de aguas grises en el campamento (duchas, lavamanos, lavaplatos, y lavarropas), se caracterizan por tener materiales en suspensión y grasas de origen vegetal, por lo tanto el índice de contaminación orgánica en estas aguas es menor que en aguas de tipo sanitario o negras.

A continuación, se detallan las unidades de tratamiento previstas, donde las aguas serán conducidas de manera independiente hasta una trampa de grasas cuyo efluente se unirá a un pozo séptico con una eficiencia de remoción del 80%.

- **Trampa de grasas**

Como primera medida se implementará una trampa de grasas (proceso físico) para la retención de grasas, será localizada a la salida del área habitacional del campamento con el fin de prevenir problemas de obstrucción, adherencia, malas olores, entre otros. La Figura 2-2, muestra el diseño tipo y operación de una trampa de grasas.

Figura 2-2. Diseño típico trampa grasas



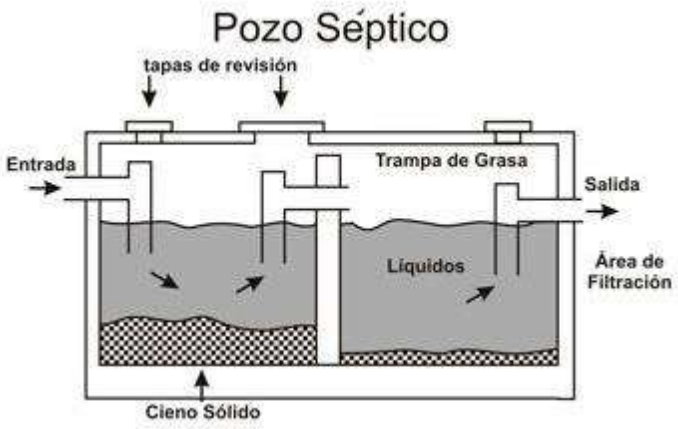
Fuente: Fatuvisa, 2013.

- **Pozo séptico**

La función del tanque séptico es recibir y descontaminar las aguas residuales que se generan producto de labores como cocinar, lavado con detergentes que contienen alta carga de grasas y de residuos biológicos. Cuando el agua contaminada entra al tanque los residuos sólidos van al fondo, en un proceso llamado sedimentación en donde se estabiliza la materia orgánica y lograr transfórmala en lodos con características inofensivas.

El tanque deber ser hermético, de larga duración y de una estructura estable ya que su contenido posee una concentración muy alta de materia orgánica y organismos patógenos que pueden ser causantes de enfermedades e infecciones, sin embargo es necesario que cuenten con una tapa para poder realizar inspecciones y mantenimiento, adicional debe tener un tubo de escape como mecanismo de ventilación. (Figura 2-3)

Figura 2-3. Operación básica de tratamiento de un pozo séptico

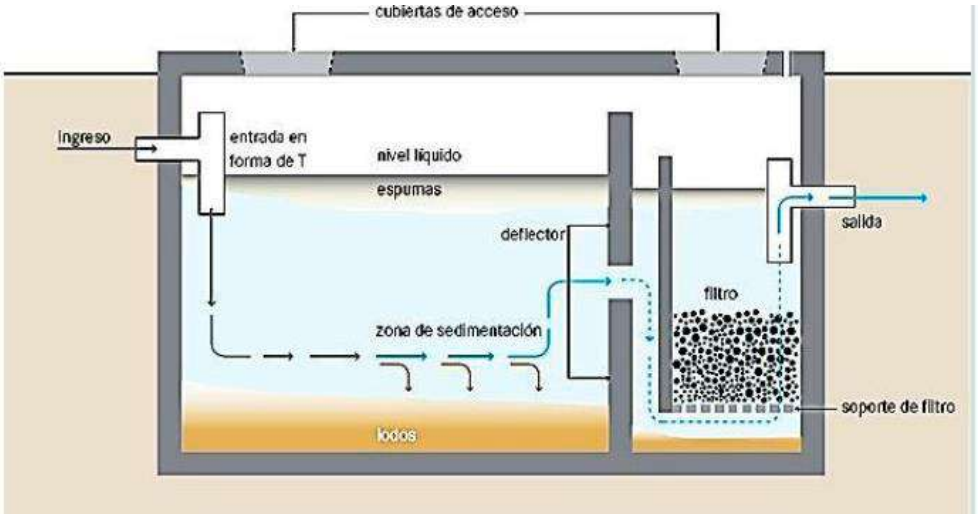


Fuente: Guía de orientación de saneamiento básico, 2016

- **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente - FAFA**

Es un sistema complementario al pozo séptico, logra una reducción de un 50 a 70% de DBO, sobre la remoción lograda previamente. El sistema FAFA, como se observa en la Figura 2-4, consiste en un tanque o cámara cerrada, compuesta por un lecho de grava y gravilla en donde el afluente proveniente de los anteriores tratamientos pasa de manera ascendente a través de los intersticios y la película biológica que se forma sobre la superficie de este material granular realiza un trabajo de digestión y reducción anaerobia.

Figura 2-4. Modelo FAFA



Fuente: Alianza por el agua, 2016.

El sistema FAFA es un bioreactor anaerobio que posee un material de relleno inerte, sobre el material de relleno crece una población bacteriana que degrada la DBO soluble del afluente dando como resultado un efluente clarificado con una menor carga orgánica. Es un sistema de fácil operación lo que hace que en el campamento se disminuya la probabilidad de que se presente una emergencia sanitaria.

Con esta última fase de tratamiento se espera un porcentaje de remoción total de 95% de carga contaminante, lo que hace que esta agua sea óptima para aprovechamiento en procesos industriales.

2.2.2 Aguas residuales industriales

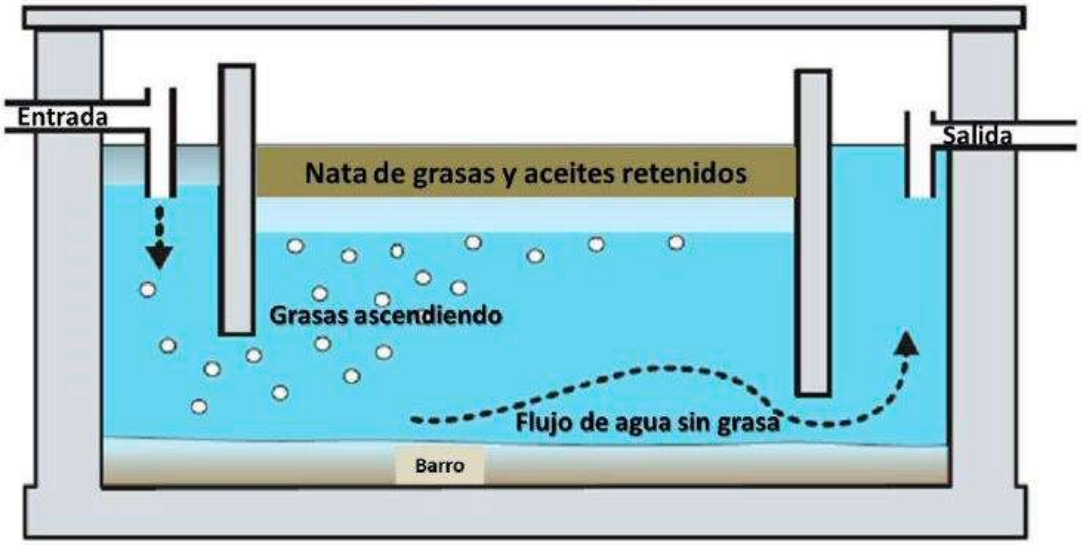
Como se ha mencionado, las aguas residuales industriales son producto de un proceso de transformación de materiales, por lo tanto, el sistema de tratamiento que se plantea para el campamento Tangua se describe a continuación.

- **Trampa de grasas para aguas aceitosas**

Como primera medida de tratamiento para el agua industrial, se contará con una trampa de grasas para la retención de aceites y grasas provenientes de los diques para tanques, así como del lavado y mantenimiento de equipos en la planta de hormigón; con el fin de eliminar los elementos que generalmente se presentan en este tipo de aguas residuales, como aceites libres y emulsionados, fenoles, compuestos nitrogenados y sulfurados. Es de aclarar que la minimización de aceites y grasas depende del buen comportamiento del personal durante el desarrollo de sus labores, por lo que debe ser capacitado.

A continuación, se presenta un diagrama tipo, sobre el funcionamiento de la trampa de grasas. (Figura 2-5)

Figura 2-5. Funcionamiento de trampa de grasa



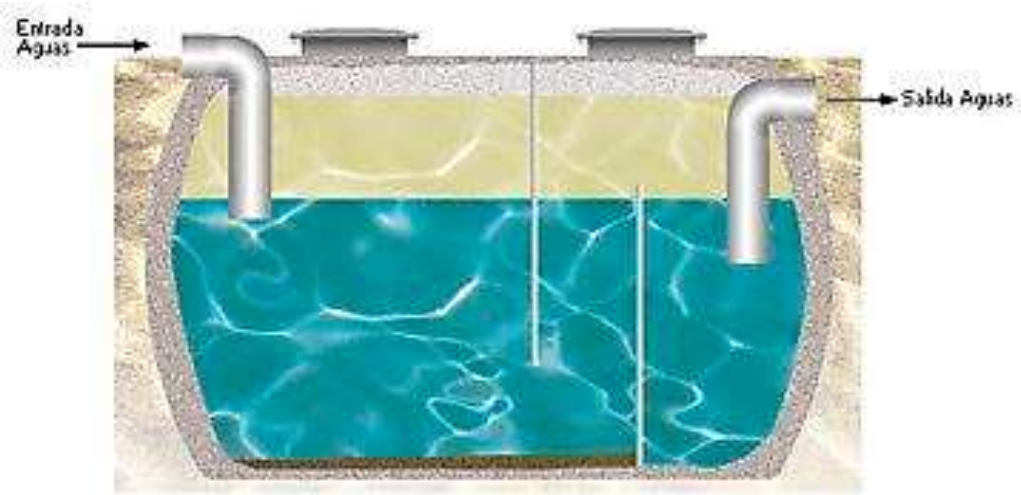
Fuente: Universidad Nacional, 2016.

- **Desarenadores**

La unidad desarenadora es una estructura hidráulica que tiene por objeto separar del agua las arenas, partículas gruesas y sólidos sedimentables inferiores a 1mm y superiores a 0,2 mm, por lo tanto su uso impide que se produzcan depósitos en la línea de conducción evitando sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento.

Para el presente proyecto, se estableció un desarenador de flujo horizontal, como se observa en la Figura 2-6, a fin de aumentar el tiempo de retención, pues al lograr mayor tiempo de retención se obtiene mayor sedimentación de sólidos presentes. Una vez el agua pasa por esta unidad, es conducida a las piscinas sedimentadoras, que es la unidad de tratamiento físico final de las aguas industriales.

Figura 2-6. Tanque desarenador



Fuente: Hidritec, 2016.

- **Piscina sedimentadora**

El uso de una piscina sedimentadora tiene como finalidad la decantación de sólidos suspendidos presentes en aguas residuales previa eliminación de sólidos sedimentables. Esta debe contar con una cubierta de impermeabilización en geomembrana HDPE que permita la protección al suelo inhibiendo la filtración de líquidos y separando las partículas inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,5 mm por medio de gravedad, lo que permite una reducción de 15% DBO y un 50% de sólidos suspendidos.

La piscina estará ubicada aledaña al campamento donde el agua producto del tratamiento y altamente clarificada con un porcentaje del 80% de remoción se considera óptima para la recirculación en procesos industriales.

Los lodos generados producto del tratamiento de aguas residuales serán transportados en volquetas hasta las ZODME's autorizadas.

3 MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL VERTIMIENTO SOBRE LA Q. LA MAGDALENA.

El objetivo de este numeral es evaluar el comportamiento que tendrán los vertimientos doméstico e industrial proyectados del campamento Tangua sobre la Quebrada La Magdalena mediante la modelación matemática Qual2kw, teniendo en cuenta las características climáticas de la zona, las condiciones hidráulicas e hidrológicas de la quebrada, la calidad fisicoquímica y bacteriológica estimada de los vertimientos y la monitoreada en el cuerpo receptor.

3.1 Características climáticas

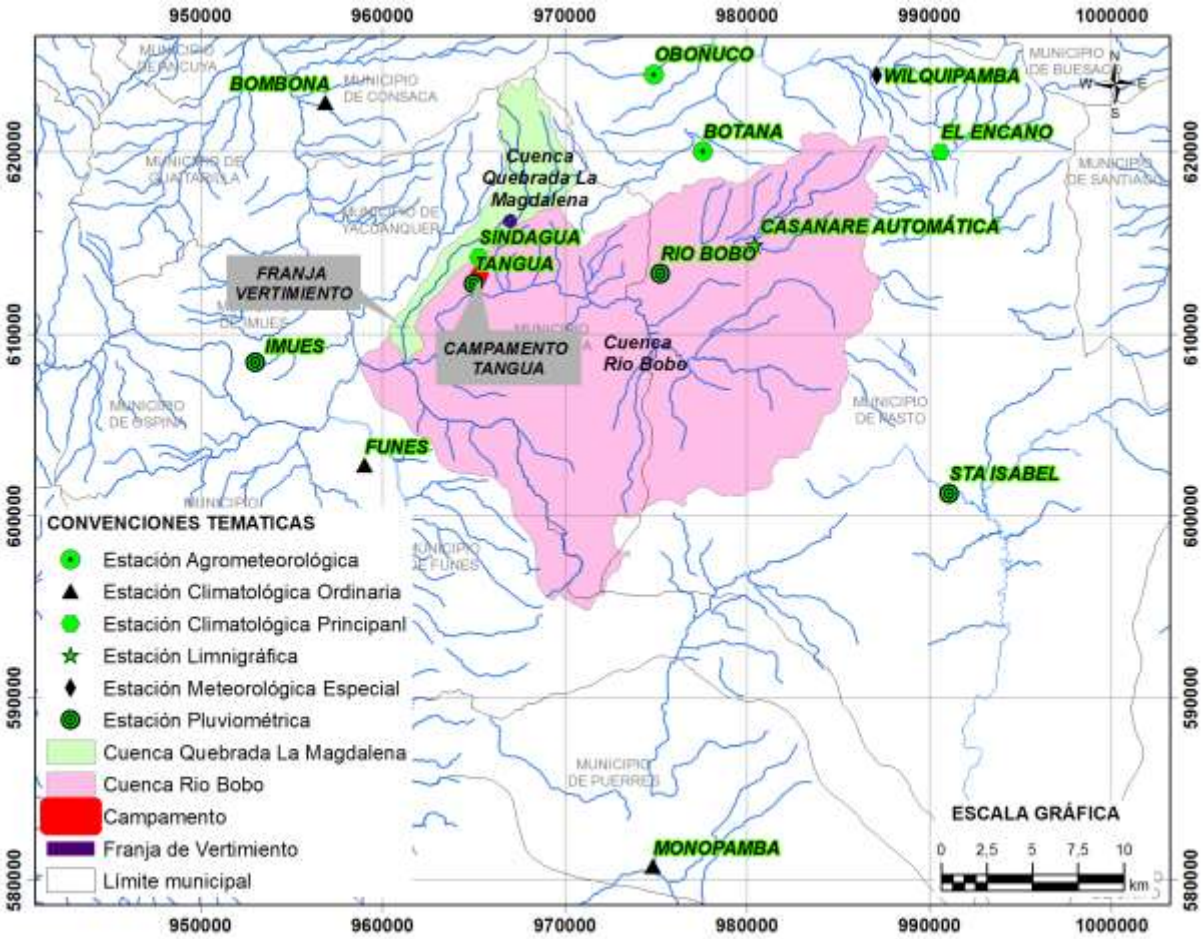
El análisis climático, se realizó sobre los parámetros meteorológicos requeridos para la modelación matemática del vertimiento proveniente del campamento Tangua, a partir de la información disponible en las estaciones de monitoreo más cercanas al área de interés, para un periodo aproximado de 28 años, comprendido entre 1987 al 2015 (Anexo 2 Datos IDEAM Clima). Las estaciones meteorológicas del área de estudio, se presentan en la Tabla 3-1 y su distribución espacial en la Figura 3-1.

Tabla 3-1. Estaciones meteorológicas utilizadas para caracterizar el Vertimiento

Código	Nombre estación	Municipio	Tipo	Elevación m.s.n.m.	Coordenadas magna sirgas origen Bogotá Oeste	
					Este	Norte
52055040	Botana	Pasto	AM	2.820	977.596,78	620.034,67
52045010	Obonuco	Pasto	AM	2.710	975.237,61	624.236,71
52055090	Sindagua	Tangua	CP	2.800	965.331,12	614.175,23

AM: Estación Agrometeorológica, CP: Estación Climatológica Principal
Fuente: IDEAM 2017.

Figura 3-1. Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas para caracterizar el Vertimiento



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

A continuación, se describen los datos climáticos requeridos para la modelación matemática del vertimiento en la Quebrada Magdalena.

- **Brillo solar**

En la Tabla 3-2 y Figura 3-2, se presentan los registros de brillo solar reportados en las estaciones de Botana, Obonuco y Sindagua, para el área de influencia del proyecto.

Tabla 3-2. Valores medios mensuales de brillo solar (horas)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	103,3	90,6	76,8	82	91,5	90	113,2	124,2	117,4	106,3	100,8	85,9	1.182,1

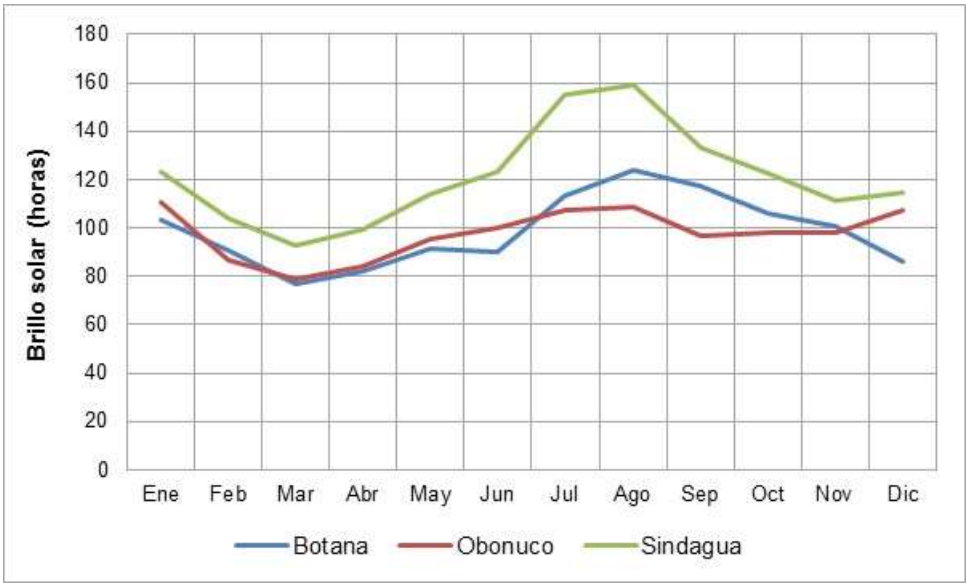
Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Obonuco	110,7	86,6	78,7	83,8	95,5	100,3	107,2	108,4	97	98	98	107,1	1.171,3
Sindagua	123,2	103,8	92,7	99,1	113,9	123,1	154,8	158,8	132,9	122,4	111	114,5	1.450,2
Promedio	112,4	93,667	82,733	88,3	100,3	104,47	125,07	130,47	115,77	108,9	103,27	102,5	1.267,9

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

En la Figura 3-2, se observa que los mayores valores se presentan en los meses de julio y agosto, principalmente en la estación Sindagua y el menor valor en el mes de marzo, para todas las estaciones.

Igualmente, se presenta una situación particular en la estación Obonuco para el mes de septiembre, donde el reporte es de 97 horas de sol, comportamiento muy variable frente a la constante que se venía presentando.

Figura 3-2. Distribución temporal de Brillo solar (horas)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Radiación solar**

Dado que las estaciones seleccionadas para este estudio ninguna cuenta con información de este parámetro, por lo tanto se empleó una ecuación empírica de reconocida validez, para la obtención de este parámetro partiendo de las horas de sol o Brillo Solar. La ecuación fue propuesta por Masson (1966) quién encontró una relación entre la radiación solar sobre una superficie horizontal (en langleys por día) y el número de horas de brillo solar por día (n).

$$H = 60 + (1406.2 * n^2 + 7426.6 * n)^{1/2}$$

Teniendo en cuenta que: 1 langley (ly) = 1 cal/cm² = 11,63 Wh/m²

A continuación, se presentan los valores medios mensuales de radiación solar obtenidos de la aplicación de la anterior ecuación. (Tabla 3-3 y Figura 3-3).

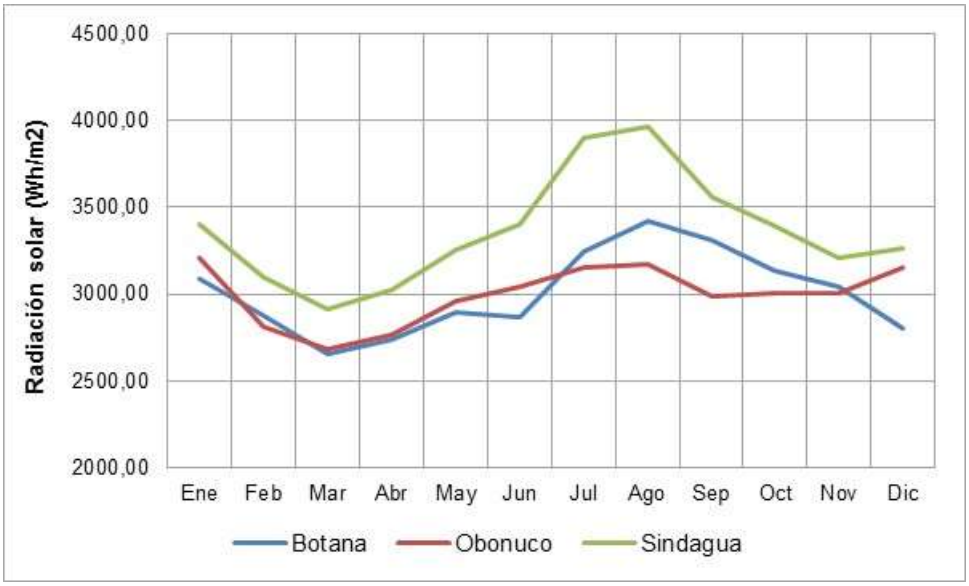
Tabla 3-3. Valores medios mensuales de radiación solar (Wh/m²)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	3.088,2	2.881,4	2.651,8	2.739	2.896,2	2.871,6	3.247	3.421,5	3.313,8	3.136,5	3.047,8	2.803,9	18.998
Obonuco	3.207,1	2.815,5	2.683,8	2.769	2.961,7	3.039,7	3.151	3.170,2	2.986,1	3.002,4	3.002,4	3.149,4	18.840
Sindagua	3.405,7	3.096,3	2.915,9	3.020,2	3.258,2	3.404,1	3.899	3.960,7	3.558,3	3.393,1	3.211,9	3.267,7	22.902
Promedio estaciones	3.233,6	2.931,1	2.750,5	2.842,8	3.038,7	3.105,1	3.432,3	3.517,5	3.286,1	3.177,3	3.087,3	3.073,6	20.247

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017

Como se observa en la Figura 3-3, el mes de agosto es en el que se dan los mayores picos de radiación solar en las tres estaciones, mientras que en el mes de marzo se presentan las menores radiaciones en la zona de estudio.

Figura 3-3. Distribución temporal de radiación solar (Wh/m²)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Nubosidad**

La nubosidad es la fracción del cielo que se encuentra cubierta por nubes. Es así que para realizar la medición de nubosidad el cielo está dividido en 8 partes u octas. La cantidad de octas del cielo que se

encuentren cubiertas determinan el nivel de nubosidad. En la Tabla 3-4 se presenta la metodología establecida por la Organización Meteorológica Mundial - OMM para interpretar la nubosidad[1].

Tabla 3-4. Definición de octas para categorizar el estado del tiempo

Octas	Definición	Categoría
0	Despejado	Sin nubes
1	1/8 de cielo cubierto o menos, pero no cero	Ligeramente nublado
2	2/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado
3	3/8 de cielo cubierto	Ligeramente nublado
4	4/8 de cielo cubierto	Parcialmente nuboso
5	5/8 de cielo cubierto	Mayormente nublado
6	6/8 de cielo cubierto	Mayormente nublado
7	7/8 de cielo cubierto o más, pero no 8/8	Mayormente nublado
8	8/8 de cielo completamente cubierto, sin claros	Cubierto

Fuente: Organización Metereológica Mundial – OMM, 1993

Para el análisis de la nubosidad se tuvo en cuenta los datos registrados por las tres estaciones, como se observa en la Tabla 3-5 y Figura 3-4.

Tabla 3-5. Valores medios mensuales de nubosidad (octas)

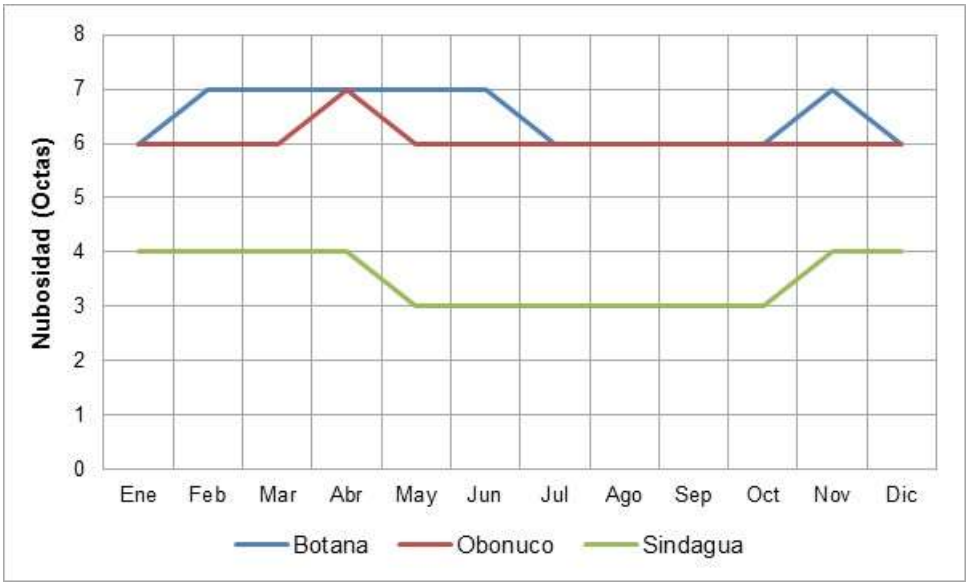
Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	6	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	6	6
Obonuco	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Sindagua	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3
Promedio estaciones	5	6	6	6	5	5	5	5	5	5	6	5	5
Promedio octas %	62,5	75,0	75,0	75,0	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	62,5	75,0	62,5	62,5

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

En la Figura 3-4, se observa que los datos registrados en la estación Botana indican un cielo mayormente nublado a lo largo del año, pero los meses más intensos son desde febrero hasta junio y noviembre; mientras que en el sector donde se encuentra la estación Sindagua, el cielo se encuentra entre ligera a parcialmente nublado.

[1]Organización Meteorológica Mundial – OMM. 1993

Figura 3-4. Distribución temporal de nubosidad (octas)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Temperatura**

De acuerdo con la información de las estaciones meteorológicas localizadas en el área de estudio, el comportamiento de la temperatura se observa en la Tabla 3-6 y Figura 3-5.

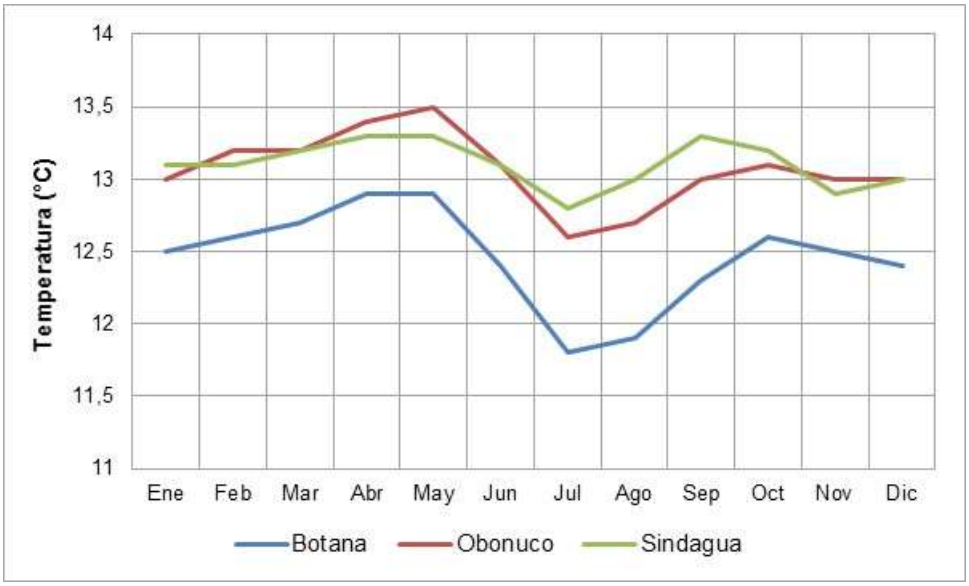
Tabla 3-6. Valores medios mensuales de temperatura (°C)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	12,5	12,6	12,7	12,9	12,9	12,4	11,8	11,9	12,3	12,6	12,5	12,4	12,4
Obonuco	13	13,2	13,2	13,4	13,5	13,1	12,6	12,7	13	13,1	13	13	13,1
Sindagua	13,1	13,1	13,2	13,3	13,3	13,1	12,8	13	13,3	13,2	12,9	13	13,1
Promedio	12,9	13,0	13,0	13,2	13,2	12,9	12,4	12,5	12,9	13,0	12,8	12,8	12,9

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

En la Figura 3-5, se observa que el mes con mayor temperatura es mayo pues alcanza un valor máximo de 13,50 °C y los meses un poco más fríos corresponden a julio y agosto, reportando temperaturas de 11,8°C y 11,9 °C, respectivamente; aunque el promedio anual varía entre 12,4°C y 13,1°C.

Figura 3-5. Distribución temporal de la temperatura (°C)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Humedad relativa**

Como se observa en la Tabla 3-7 y Figura 3-6, la humedad no tiene fuertes variaciones en sus valores medios en el área de influencia del proyecto.

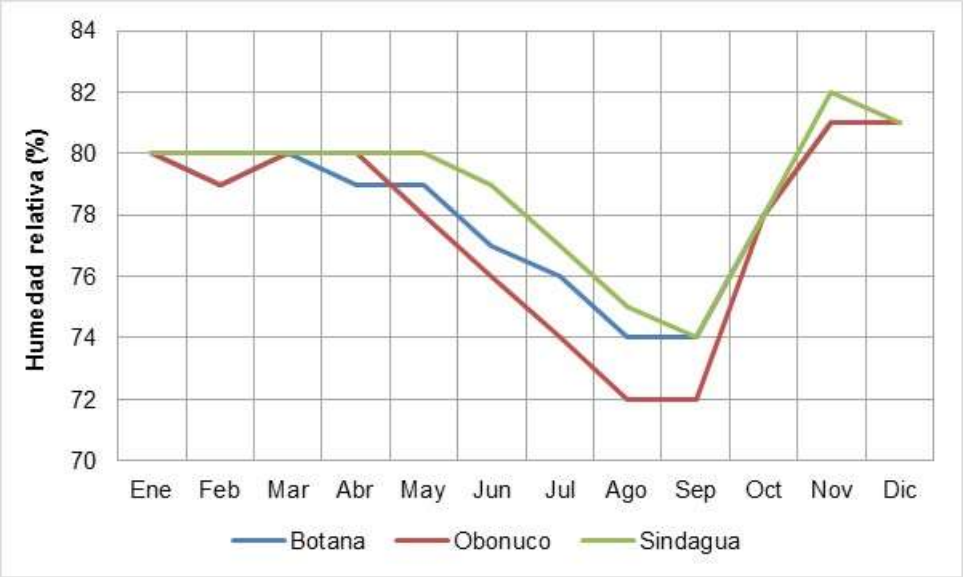
Tabla 3-7. Valores medios mensuales de humedad relativa (%)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	80	79	80	79	79	77	76	74	74	78	81	81	78
Obonuco	80	79	80	80	78	76	74	72	72	78	81	81	77
Sindagua	80	80	80	80	80	79	77	75	74	78	82	81	79
Promedio	80	79	80	80	79	77	76	74	73	78	81	81	78

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

Se establece una humedad relativa promedio anual entre 77 y 79% lo que significa que es una región húmeda. Gráficamente se puede afirmar que los valores medios mayores en los meses de lluvias altas son noviembre y diciembre con el 81 y 82%, en tanto que las menores se presentan en los meses relativamente secos o de bajas lluvias en los meses de agosto y septiembre con un valor de 72 y 74%.

Figura 3-6. Distribución temporal de la humedad relativa (%)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Punto de rocío**

Los reportes para punto de rocío de las estaciones se muestran en la Tabla 3-8 y Figura 3-7.

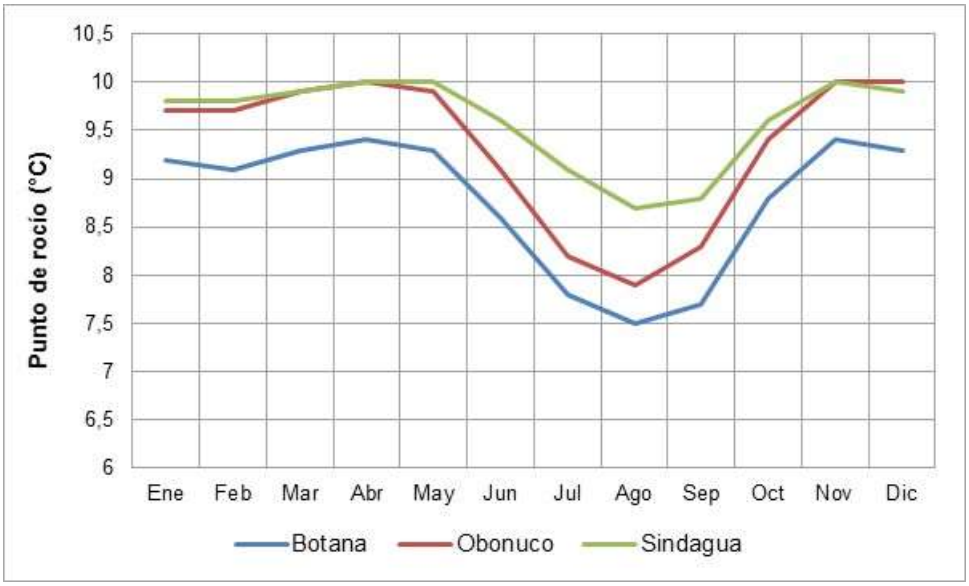
Tabla 3-8. Valores medios mensuales de la temperatura de punto de rocío (°C)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Botana	9,2	9,1	9,3	9,4	9,3	8,6	7,8	7,5	7,7	8,8	9,4	9,3	8,8
Obonuco	9,7	9,7	9,9	10	9,9	9,1	8,2	7,9	8,3	9,4	10	10	9,3
Sindagua	9,8	9,8	9,9	10	10	9,6	9,1	8,7	8,8	9,6	10	9,9	9,6
Promedio	9,6	9,5	9,7	9,8	9,7	9,1	8,4	8,0	8,3	9,3	9,8	9,7	9,2

Fuente: Adaptado IDEAM, 2017.

De la Figura 3-7, se puede establecer que la temperatura de punto de rocío, presenta un comportamiento constante en la zona de estudio, con valores promedios anuales de 8.8 y 9.6°C.

Figura 3-7. Distribución temporal de la temperatura de punto de rocío (°C)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

- **Velocidad del viento**

De las estaciones climatológicas presentes en el área de estudio, solo la Obonuco presentó registro de este parámetro tal y como se observa en la Tabla 3-9 y Figura 3-8.

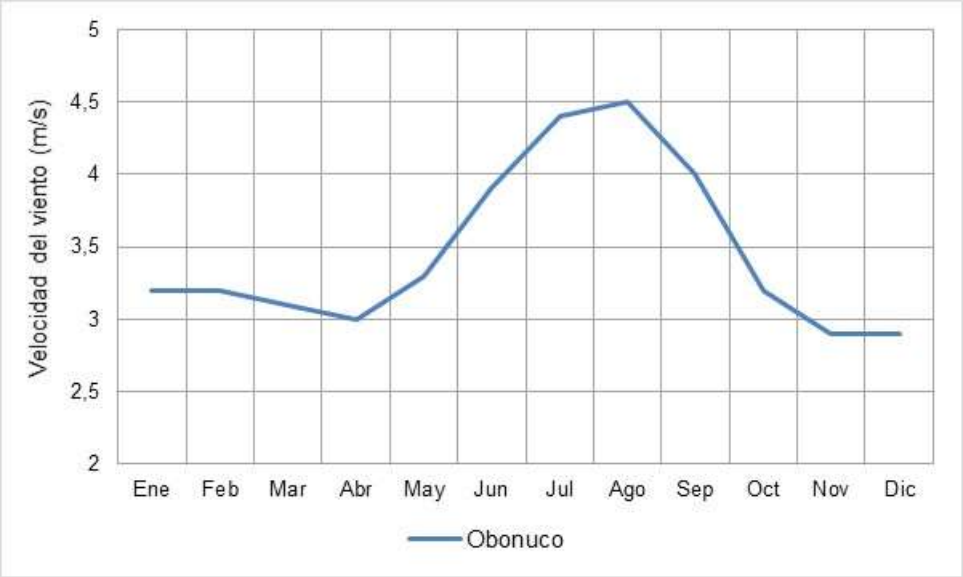
Tabla 3-9. Valores medios mensuales de la velocidad del viento (m/s)

Estación	Meses del año												Valor Anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Obonuco	3,2	3,2	3,1	3,0	3,3	3,9	4,4	4,5	4,0	3,2	2,9	2,9	3,5

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Según los datos de la Figura 3-8, se evidencia que a partir del mes de mayo se empieza a dar un incremento en la velocidad del viento la cual sigue en aumento hasta el mes de agosto que son los valores más altos; aquí se da nuevamente un descenso en la velocidad hasta el mes de noviembre; este comportamiento del viento se puede dar como respuesta a la predominancia de los vientos alisios del sur-sureste debido a la zona de confluencia intertropical (ZCIT) se encuentra desplazada hacia el norte del ecuador y por lo tanto registran sus mayores valores de velocidad.

Figura 3-8. Distribución temporal de la velocidad del viento (m/s)



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.2 Caracterización del vertimiento

A continuación, se presenta la caracterización del vertimiento en los escenarios sin y con tratamiento, para las aguas residuales domésticas e industriales, que se generarán en el campamento Tangua, de las cuales se espera verter los volúmenes definidos en la Tabla 3-10.

Tabla 3-10. Caudales de vertimiento

Campamento	Tipo de agua	Consumo promedio de agua (L/s)	Generación promedio de agua residual (L/s)	Generación máxima de agua residual (L/s)
Tangua	Agua residual doméstica	0,28	0,21	0,42
	Agua residual industrial	1,5	0,6	0,78

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

El caudal máximo de agua residual doméstica fue determinado, empleando el factor de mayoración de Flores (F) establecido en el numeral 3.3.5.1 del Título D del Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, versión 2016, con el cual se obtuvo que el caudal máximo de aguas residuales domésticas pueden llegar a ser el doble del promedio de las aguas residuales generadas.

Por su parte, para determinar el caudal máximo de aguas residuales industriales, se consideró que este correspondía al caudal medio afectado por un factor de seguridad del 30%.

3.2.1 Aguas residuales domésticas sin tratamiento

Para este escenario, se esperaría que la calidad del agua a verter presente las características, definidas en la Tabla 3-11, teniendo en cuenta que las condiciones allí presentadas son de aguas típicas residuales

domésticas de acuerdo con (Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño, 2010), (Metcalf & Eddy/AECOM, 2014).

Tabla 3-11. Caracterización de aguas residuales domésticas sin tratamiento

Parámetro	Unidad	Valor
Color	UPC	187,5[1]
Cloruros	mg Cl/l	187,5[1]
DBO total	mg O_2/l	625[1]
DBO lenta	mg O_2/l	487,5[2]
DBO rápida	mg O_2/l	137,5[3]
DQO	mg O_2/l	750[1]
Dureza total	mg $CaCO_3$/l	62,5[1]
pH	Unidad	6 – 8[4]
Sólidos disueltos	mg/l	375 – 1.000[1]
Sólidos suspendidos	mg/l	125 – 250[1]
Sólidos inorgánicos	mg/l	70,72[6]
Sulfatos	mg SO_4/l	50 – 125[1]
Coliformes totales	NMP/100ml	1.125.000[1]
Coliformes fecales	NMP/100ml	100.000[1]
Grasas y aceites	mg/l	62,5 – 100[1]
Nitrógeno orgánico	mg/l	29[4]
Nitrógeno amoniacal	mg/l	40[4]
Nitrógeno total	mg/l	69[4]
Nitritos	mg/l	0[4]
Nitratos	mg/l	0[4]
Fosforo orgánico	mg/l	4.7[4]
fosforo inorgánico	mg/l	6,3[4]
Fosforo total	mg/l	11[4]
Ortofosfatos	mg/l	4,7[4]
SAAM	mg/l	12[5]
Alcalinidad	mg/l	100[5]
Conductividad	µS/cm	1.538,46[7]
Oxígeno disuelto	mg/l	4[4]
Detritus	mg/l	179,28[8]

[1]Valores tomados del EIA para el proyecto vial Doble Calzada Rumichaca-Pasto, tramo Pedregal – Catambuco, Contrato de Concesión Bajo el Esquema APP No. 15 de 2015 con un 25% de incremento previendo posibles fluctuaciones en las concentraciones reportadas en el afluente del sistema de tratamiento

[2]De acuerdo a (Ronzano & Dapena, 1995) la DBO rápidamente degradable representa el 22% de la DBO total en agua bruta

[3]Estimado por diferencia a partir de la DBO total y la DBO rápida

[4]Tomado de (Metcalf & Eddy/AECOM, 2014)

[5]Tomado de (Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño, 2010)

[6]Estimado a partir de los SST, tomando el 28% de acuerdo lo reportado por (Metcalf & Eddy/AECOM, 2014)

[7]De acuerdo con (Romero Rojas, Tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño, 2010), los sólidos disueltos representan entre el 50 y el 80% de la conductividad

[8]Estimado por diferencia a partir de los SST y los sólidos suspendidos inorgánicos.

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.2.1 Aguas residuales domésticas con tratamiento

Frente a las concentraciones del agua reportada en la Tabla 3-11, se da inicio a un tratamiento fisicoquímico con remoción del 80%, del cual se espera que las aguas presenten las características definidas en la Tabla 3-12, para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, que para el caso es la Resolución 631 de 2015.

Tabla 3-12. Caracterización de aguas residuales domésticas con tratamiento

Parámetro	Unidad	Valor[1]
Color	UPC	---
Cloruros	mg Cl/l	37,5
DBO total	mg O_2/l	125
DBO lenta	mg/l	97,5[2]
DBO rápida	mg/l	27,5[3]
DQO	mg O_2/l	150
Dureza total	mg $CaCO_3$/l	12,5
pH	Unidad	6- 8
Sólidos disueltos	mg/l	200
Sólidos suspendidos	mg/l	50
Sólidos inorgánicos	mg/l	14,14
Sulfatos	mg SO_4/l	25
Coliformes totales	NMP/100ml	900.000
Coliformes fecales	NMP/100ml	80.000
Grasas y aceites	mg/l	20
Nitrógeno orgánico	mg/l	5,8
Nitrógeno amoniacal	mg/l	8
Nitrógeno total	mg/l	13,8
Nitritos	mg/l	0
Nitratos	mg/l	0
Fosforo orgánico	mg/l	0,94
fosforo inorgánico	mg/l	1,26
Fosforo total	mg/l	2,2
Ortofosfatos	mg/l	0,94
SAAM	mg/l	2,4
Alcalinidad	mg/l	20
Conductividad	µS/cm	307,69
Oxígeno disuelto	mg/l	0,8
Detritus	mg/l	35,85

[1]Valores estimados tomando como referente la eficiencia del sistema de tratamiento del 80%
[2]De acuerdo a (Ronzano & Dapena, 1995) la DBO rápidamente degradable representa el 33% de la DBO total en agua decantada
[3]Estimado por diferencia a partir de la DBO total y la DBO rápida

Fuente: Helios Consorcio Vial, 2008.

Para comprobar la efectividad del tratamiento de las aguas residuales domésticas, se realiza el comparativo con la Resolución 0631 de 2015, en su artículo 8, donde se definen los valores límites

máximos permisibles en los vertimientos puntuales de aguas residuales domésticas (ARD) de las soluciones individuales de saneamiento, tal y como se muestra en la Tabla 3-13.

Tabla 3-13. Calidad esperada del agua doméstica a verter vs normatividad vigente

Parámetro	Unidad	Aguas residuales domésticas	Resolución 0631 de 2015 Art. 8
Color	UPC	---	--
Cloruros	mg Cl/l	37,5	--
DBO total	mg O_2/l	125	--
DBO lenta	mg O_2/l	97,5	--
DBO rápida	mg O_2/l	27,5	--
DQO	mg O_2/l	150	200
Dureza total	mg $CaCO_3$/l	12,5	--
pH	Unidad	6 - 8	6 a 9
Sólidos disueltos	mg/l	200	--
Sólidos suspendidos	mg/l	50	100
Sólidos inorgánicos	mg/l	14,14	
Sulfatos	mg SO_4/l	25	--
Coliformes totales	NMP/100ml	900.000	--
Coliformes fecales	NMP/100ml	80.000	--
Grasas y aceites	mg/l	20	20
Nitrógeno orgánico	mg/l	5,8	--
Nitrógeno amoniacal	mg/l	8	--
Nitrógeno total	mg/l	13,8	--
Nitritos	mg/l	0	--
Nitratos	mg/l	0	--
Fosforo orgánico	mg/l	0,94	--
fosforo inorgánico	mg/l	1,26	--
Fosforo total	mg/l	2,2	--
Ortofosfatos	mg/l	0,94	--
SAAM	mg/l	2,4	--
Alcalinidad	mg/l	20	--
Conductividad	µS/cm	307,69	--
Oxígeno disuelto	mg/l	0.8	--
Detritus	mg/l	35,85	--

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.2.3 Aguas residuales industriales sin tratamiento

Frente a la calidad de las aguas residuales industriales sin tratamiento, procedentes de una planta de hormigón, se espera que presenten las características que se muestran en la Tabla 3-14.

Tabla 3-14. Caracterización de aguas residuales industriales sin tratamiento

Parámetro	Unidades	Valor
Cloruros	mg Cl/l	73,5[1]
pH	Unidades	13,75[1]
Sólidos Totales	mg/l	623,75[1]
Sulfatos	$mgSO_4/l$	168,75[1]
Sólidos sedimentables	mg/l	415[1]
Conductividad	mg/l	9000[2]
Oxígeno disuelto	mg/l	5.3[2]
DQO	mg/l	270[1]
Turbidez	FTU	62,5[1]
Dureza	$mgCaCO_3/L$	5275[1]
Alcalinidad	$mgCaCO_3/L$	4236,25[1]
Arsénico	mg/l	0,63[1]
Bario	mg/l	1,25[1]
Cadmio	mg/l	0,01[1]
Zinc	mg/l	16,25[1]
Cobre	mg/l	1,25[1]
Mercurio	mg/l	0,03[1]
Plomo	mg/l	0,06[1]
Selenio	mg/l	0,01[1]

[1]Valores tomados del EIA para el proyecto vial Doble Calzada Rumichaca-Pasto, tramo Pedregal – Catambuco, Contrato de Concesión Bajo el Esquema APP No. 15 de 2015 con un 25% de incremento previendo posibles fluctuaciones en las concentraciones reportadas en el afluente del sistema de tratamiento.
[2]Tomado de (Cruz Henao, 2015).

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Estas aguas industriales, para el actual proyecto, no presentan nutrientes ni demanda química de oxígeno, dado que la presencia de materia orgánica en el agua que se utilizará para la planta de hormigón, no sería apta, ya que puede afectar la hidratación del cemento y de esta forma, disminuir la resistencia de los elementos fabricados. Por lo tanto, para el modelo Qual2KW, los parámetros de fósforo, nitrógeno y DQO, serán asignados con valores de cero.

Adicionalmente, para el modelo, los metales, se manejan como sustancias conservativas dado que son sustancias que no sufren cambios reactivos y que por lo tanto no se encuentran disueltas en el agua ni son susceptibles a volatilizarse, sino que están presentes como material particulado y por tanto pueden sedimentarse.

3.2.4 Aguas residuales industriales con tratamiento

Posterior al tratamiento fisicoquímico con remoción del 80%, de las aguas residuales industriales reportadas en la Tabla 3-14, se espera que la calidad del agua a verter presente las características definidas en la Tabla 3-15, para dar cumplimiento a la normatividad ambiental vigente, que para el caso es la Resolución 631 de 2015.

Tabla 3-15. Caracterización de aguas residuales industriales con tratamiento

Parámetro	Unidades	Valor[1]
Cloruros	mg Cl/l	14,7
pH	Unidades	9
Sólidos Totales	mg/l	100
Sulfatos	$mgSO_4/l$	33,75
Sólidos sedimentables	mg/l	83
Conductividad	mg/l	1.800
Oxígeno disuelto	mg/l	1,06
DQO	mg/l	54
Turbidez	FTU	12,5
Dureza	$mgCaCO_3/L$	1.055
Alcalinidad	$mgCaCO_3/L$	847,25
Arsénico	mg/l	0,126
Bario	mg/l	0,25
Cadmio	mg/l	0,002
Zinc	mg/l	3,25
Cobre	mg/l	0,25
Mercurio	mg/l	0,006
Plomo	mg/l	0,012
Selenio	mg/l	0,002

[1]Valores estimados tomando como referente la eficiencia del sistema de tratamiento del 80%

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Para comprobar la efectividad del tratamiento de las aguas residuales industriales, se realiza el comparativo con la Resolución 0631 de 2015, en su artículo 13, donde se definen los valores límites máximos permisibles en los vertimientos para la fabricación de artículos de hormigón, cemento yeso, tal y como se muestra en la Tabla 3-16.

Tabla 3-16. Calidad esperada del agua industrial a verter vs normatividad vigente

Parámetro	Unidades	Aguas residuales industriales	Resolución 0631 de 2015 Art. 13.
Cloruros	mg Cl/l	14,7	--
pH	Unidades	9	6 a 9
Sólidos Totales	mg/l	100	100
Sulfatos	$mgSO_4/l$	33,75	--
Sólidos sedimentables	mg/l	1	1.00
Conductividad	mg/l	1.800	
Oxígeno disuelto	mg/l	1,06	
DQO	mg/l	54	200
DBO	mg/l O_2	--	100
Grasas y aceites	mg/l	--	20
Fenoles	mg/l	--	0,20
SAAM	mg/l	--	Análisis y reporte
Turbidez	FTU	12,5	--
Dureza	$mgCaCO_3/L$	1.055	Análisis y reporte

Parámetro	Unidades	Aguas residuales industriales	Resolución 0631 de 2015 Art. 13.
Alcalinidad	$mgCaCO_3/L$	847,25	Análisis y reporte
Arsénico	mg/l	0,126	--
Bario	mg/l	0,25	--
Cadmio	mg/l	0,002	0,10
Zinc	mg/l	3	3,0
Cobre	mg/l	0,25	--
Mercurio	mg/l	0,006	--
Plomo	mg/l	0,012	0,10
Selenio	mg/l	0,002	--

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3 Caracterización de la corriente receptora

En el presente numeral se describen las características, hidrológicas, hidráulicas, fisicoquímicas y bacteriológicas de la fuente receptora Quebrada La Magdalena; así como los usos y usuarios, índices de contaminación y calidad del agua y resultados de la prueba de trazadores. Lo anterior, es insumo para realizar la modelación que se presenta en el numeral 3.4 Modelación del vertimiento (QUAL2kw)

3.3.1 Hidrología

Considerando que sobre la quebrada La Magdalena, corriente sobre la cual se prevé la descarga de aguas residuales domésticas e industriales del campamento Tangua no existen estaciones hidrométricas que den cuenta de manera directa sobre el régimen hidrológico de la misma, para la determinación de caudales se optó por implementar un modelo lluvia-escorrentía, el cual fue calibrado y validado a partir de la información de la estación limnigráfica Casanare Automática (52057090), la cual se localiza sobre el río Bobo, al cual tributa la quebrada La Magdalena; empleando la información climatológica proveniente de las estaciones cercanas a la cuenca de dicho río. Adicionalmente, con el fin de determinar las condiciones de consistencia y homogeneidad de la serie de caudales proveniente de la estación Casanare Automática (52057090), se optó por desarrollar una curva de doble masa entre los registros de dicha estación con los datos de precipitación de la estación Río Bobo (62050060).

En el Anexo 5. Hidrología e hidráulica, se presenta los detalles de los cálculos realizados para la caracterización hidrológica de la corriente receptora Quebrada La Magdalena, así como la determinación de los caudales insumos para los escenarios de modelación. A continuación se presentan los resultados.

3.3.1.1 Caudales medios

Como se observa en la Tabla 3-17, se presenta un régimen hidrológico de tipo monomodal, en el cual los menores caudales se presentan entre los meses de agosto y septiembre y los mayores registros se presentan entre los meses de abril y mayo, con variaciones entre 0,82 m^3/s y 2,91 m^3/s, siendo 1,17 m^3/s el caudal medio multianual.

Tabla 3-17. Caudales medios estimados – Q.La Magdalena - sitio de vertimiento proyectado

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MED	1,36	1,28	1,30	1,38	1,32	1.,3	0,97	0,88	0,88	0,98	1,25	1,33	1,17
MÁX	2,41	2,62	2,13	2,29	2,18	1,76	1,30	1,05	1,18	1,20	2,32	2,91	2,91
MIN	0,85	0,84	0,84	0,89	0,86	0,84	0,83	0,82	0,82	0,83	0,89	0,83	0,82

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.1.2 Caudales máximos

Al igual que para los caudales medios se observa el mismo régimen hidrológico monomodal (Tabla 3-18), presentándose en promedio los mayores caudales entre los meses de diciembre a mayo, meses en los cuales los caudales pueden llegar a alcanzar valores hasta de 5.92 m^3/s.

Tabla 3-18. Caudales máximos estimados – Q. La Magdalena - sitio de vertimiento proyectado

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
MED	2,51	2,22	2,35	2,35	2,35	1,93	1,32	1,01	1,05	1,35	1,98	2,26	1,89
MÁX	5,74	5,42	4,97	4,64	4,89	4,70	2,47	1,67	2,05	2,43	3,79	5,92	5,92
MIN	0,91	0,90	0,90	1,00	0,97	0,87	0,84	0,82	0,82	0,86	1,05	0,86	0,82

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Las series de excedencias máximas anuales fueron analizadas a través de diferentes funciones de distribución de frecuencias, empleando el programa AFINS 2.0, desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia, el cual utiliza el método de estimación de máxima verosimilitud para el ajuste de las funciones, estimando inicialmente los parámetros por el método de los momentos. En la Tabla 3-19 se presentan los resultados obtenidos para un periodo de retorno de diez (10 años).

Tabla 3-19. Caudales máximos para un tiempo de retorno de 10 años

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Caudal	4,34	4,01	4,13	4,12	3,91	3,19	1,98	1,26	1,33	1,79	3,11	3,86
Distribución	GDP	GDP	GDP	Exponencial	GDP	GDP	GEV	Lognormal	GEV	Lognormal	GDP	GDP

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.3.1.3 Caudal ambiental

Con el objeto de determinar el caudal ambiental asociado a la quebrada La Magdalena, se realizó la estimación de los índices hidrológicos 7Q10 y Q95 por cada uno de los meses del año, obteniendo la primera propuesta de caudales mensuales ambientales, discriminada por mes, donde el caudal ambiental será el valor máximo entre el 7Q10 y el Q95% para el correspondiente mes. En la Tabla 3-20 se presentan los valores obtenidos para la quebrada La Magdalena a la altura de localización del vertimiento del Campamento Tangua.

Tabla 3-20. Caudales mensuales ambientales para el sitio de vertimiento

Caudal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
7Q10	0,84	0,83	0,84	0,84	0,84	0,83	0,80	0,82	0,82	0,82	0,84	0,83
Q95%	0,88	0,89	0,9	0,91	0,9	0,87	0,85	0,83	0,84	0,85	0,89	0,9
Q. Ambiental	0,88	0,89	0,9	0,91	0,9	0,87	0,85	0,83	0,84	0,85	0,89	0,9

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Para efectos del desarrollo del presente estudio, fue considerado el caudal ambiental estimado para el mes de agosto, en el cual se exhiben los menores caudales con 0,83 m^3/s.

3.3.2 Hidráulica

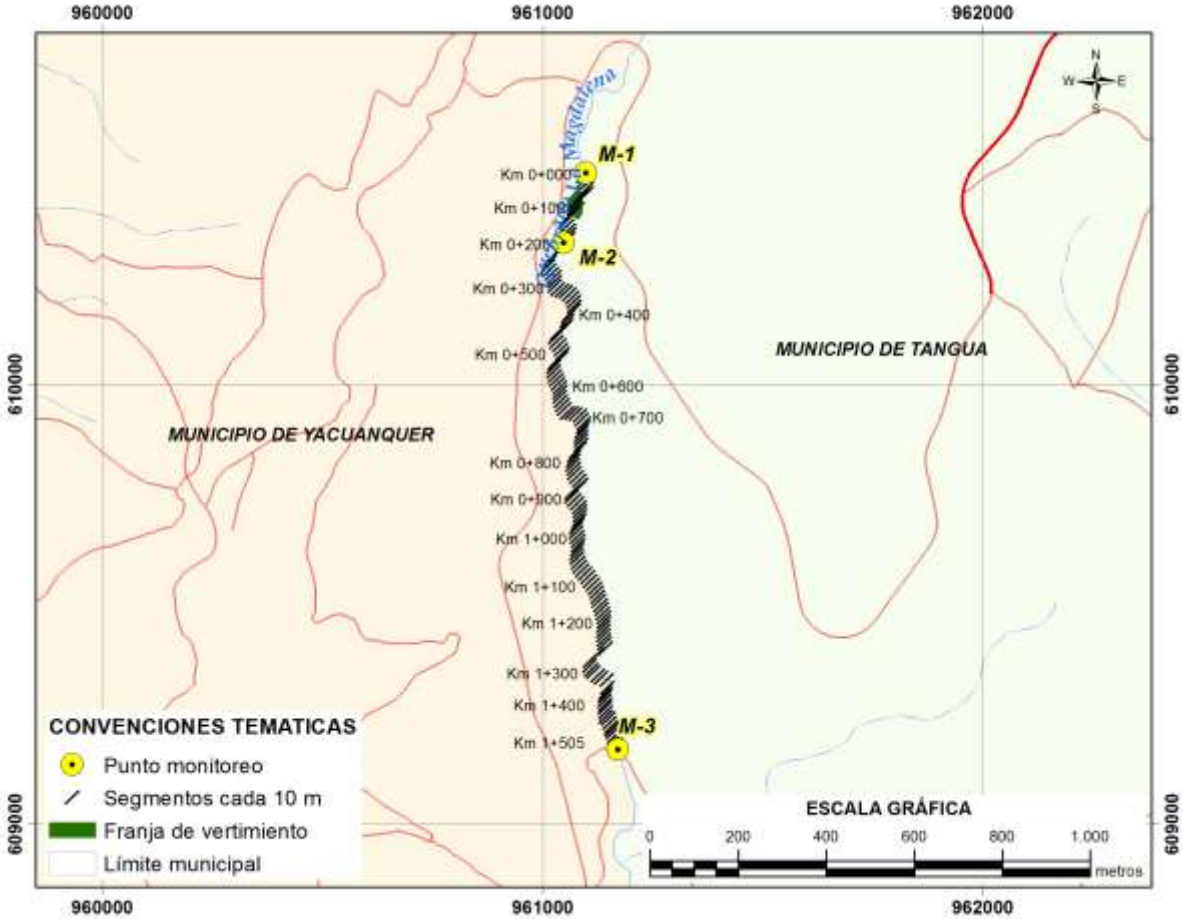
Para el modelo QuaL2KW, se requieren las relaciones entre velocidad vs caudal y niveles vs caudal, para lo cual se emplea el modelo matemático HEC-RAS 4.1.0., desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, donde se incluye un módulo denominado “Water Surface Profiles”, el cual calcula los perfiles superficiales para diferentes condiciones de flujo bien sea permanente, no permanente y gradualmente variado, tanto en canales naturales como artificiales. Este procedimiento está basado en solucionar la ecuación unidimensional de energía con pérdidas por fricción evaluadas por medio de la ecuación de Manning. Para efectos del presente estudio se consideraron condiciones de flujo permanente y uniforme.

Los parámetros básicos de entrada del programa HEC-RAS son la geometría del cauce (secciones transversales), distancia de separación entre las secciones transversales seleccionadas, los coeficientes de rugosidad de Manning tanto para el cauce principal como para las planicies de inundación izquierda y derecha y las condiciones de niveles aguas abajo y/o arriba, dependiendo del régimen del flujo, que para este caso fue modelado en flujo mixto (combinación de flujo subcrítico y supercrítico), teniendo en cuenta que la quebrada presenta esta condición de zonas rápidas y lentas.

En el programa HEC-RAS, para la quebrada La Magdalena, se realizaron segmentos cada 10 mt, con el fin de contar con un mayor número de registros hidráulicos del cuerpo de agua, donde también se incluyeron secciones mediante la herramienta de interpolación, incluida dentro del mencionado software.

En la Figura 3-9, se observa parte de los segmentos sobre la quebrada La Magdalena. En el Anexo 5. Hidrología e hidráulica se presentan los cálculos que sustentan los resultados presentados en la Tabla 3-21, donde se indican los coeficientes y exponentes de velocidad vs caudal y elevación vs caudal.

Figura 3-9. Segmentos en la quebrada La Magdalena



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Tabla 3-21. Secciones simuladas en HECRAS

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
0	0,92	0,47	0,39	0,36	800	0,57	0,44	0,97	0,38
10	0,93	0,47	0,40	0,36	810	0,57	0,44	0,97	0,38
20	0,93	0,47	0,40	0,36	820	0,57	0,44	0,97	0,38
30	0,94	0,47	0,41	0,36	830	0,57	0,44	0,97	0,38
40	0,95	0,46	0,41	0,37	840	0,57	0,44	0,97	0,38
50	0,95	0,46	0,42	0,36	850	0,57	0,44	0,97	0,38
60	0,96	0,46	0,42	0,36	860	0,56	0,45	0,97	0,38
70	0,97	0,46	0,42	0,36	870	0,57	0,44	0,97	0,38

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
80	0,98	0,45	0,43	0,37	880	0,57	0,44	0,96	0,38
90	0,97	0,46	0,43	0,37	890	0,56	0,44	0,97	0,38
100	0,98	0,45	0,44	0,37	900	0,57	0,44	0,96	0,38
110	0,98	0,45	0,45	0,37	910	0,57	0,44	0,96	0,38
120	0,98	0,44	0,45	0,39	920	0,57	0,44	0,96	0,38
130	0,98	0,44	0,46	0,39	930	0,56	0,45	0,96	0,38
140	0,98	0,43	0,47	0,40	940	0,57	0,44	0,96	0,38
150	0,97	0,42	0,49	0,41	950	0,57	0,44	0,96	0,38
160	0,95	0,41	0,52	0,43	960	0,56	0,47	0,96	0,38
170	0,90	0,39	0,57	0,45	970	0,56	0,44	0,96	0,38
180	0,63	0,42	0,98	0,38	980	0,57	0,44	0,96	0,38
190	0,62	0,43	0,98	0,38	990	0,56	0,44	0,96	0,38
200	0,62	0,43	0,98	0,38	1.000	0,56	0,44	0,96	0,38
210	0,63	0,42	0,98	0,38	1.010	0,56	0,44	0,96	0,38
220	0,62	0,43	0,98	0,38	1.020	0,56	0,44	0,96	0,38
230	0,62	0,43	0,98	0,38	1.030	0,56	0,44	0,96	0,38
240	0,62	0,43	0,98	0,38	1.040	0,56	0,44	0,96	0,38
250	0,62	0,43	0,98	0,38	1.050	0,55	0,44	0,96	0,38
260	0,62	0,43	0,98	0,38	1.060	0,56	0,44	0,96	0,38
270	0,62	0,43	0,98	0,38	1.070	0,56	0,44	0,96	0,38
280	0,62	0,43	0,98	0,38	1.080	0,55	0,44	0,96	0,38
290	0,62	0,42	0,98	0,38	1.090	0,55	0,45	0,96	0,38
300	0,62	0,42	0,98	0,38	1.100	0,56	0,44	0,96	0,38
310	0,61	0,43	0,98	0,38	1.110	0,55	0,44	0,95	0,38
320	0,62	0,42	0,98	0,38	1.120	0,55	0,44	0,96	0,38
330	0,62	0,42	0,61	0,43	1.130	0,55	0,45	0,95	0,38
340	0,98	0,38	0,61	0,43	1.140	0,55	0,44	0,95	0,38
350	0,61	0,43	0,98	0,38	1.150	0,55	0,44	0,95	0,38
360	0,62	0,42	0,98	0,38	1.160	0,55	0,45	0,95	0,38
370	0,61	0,43	0,98	0,38	1.170	0,54	0,45	0,95	0,38
380	0,61	0,43	0,98	0,38	1.180	0,55	0,44	0,95	0,38
390	0,60	0,43	0,98	0,38	1.190	0,55	0,45	0,95	0,38
400	0,61	0,43	0,98	0,38	1.200	0,54	0,45	0,95	0,38
410	0,61	0,43	0,98	0,38	1.210	0,55	0,44	0,95	0,38
420	0,61	0,43	0,98	0,38	1.220	0,55	0,44	0,95	0,38

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
430	0,60	0,44	0,98	0,38	1.230	0,54	0,45	0,95	0,38
440	0,61	0,43	0,98	0,38	1.240	0,54	0,45	0,95	0,38
450	0,60	0,43	0,98	0,38	1.250	0.,55	0,44	0,94	0,38
460	0,60	0,43	0,98	0,38	1.260	0,54	0,45	0,95	0,38
470	0,60	0,43	0,98	0,38	1.270	0,54	0,45	0,94	0,38
480	0,60	0,43	0,98	0,38	1.280	0,54	0,44	0,94	0,38
490	0,60	0,43	0,98	0,38	1.290	0,54	0,45	0,94	0,38
500	0,60	0,43	0,98	0,38	1.300	0,54	0,45	0,94	0,38
510	0,59	0,43	0,98	0,38	1.310	0,54	0,44	0,94	0,38
520	0,60	0,43	0,98	0,38	1.320	0,54	0,45	0,94	0,38
530	0,59	0,43	0,98	0,38	1.330	0,54	0,45	0,94	0,38
540	0,59	0,43	0,98	0,38	1.340	0,54	0,44	0,94	0,38
550	0,59	0,44	0,98	0,38	1.350	0,54	0,45	0,94	0,38
560	0,59	0,43	0,98	0,38	1.360	0,53	0,45	0,94	0,38
570	0,59	0,45	0,98	0,38	1.370	0,54	0,44	0,94	0,38
580	0,59	0,44	0,98	0,38	1.380	0,54	0,44	0,94	0,38
590	0,59	0,43	0,98	0,38	1.390	0,54	0,45	0,93	0,38
600	0,59	0,43	0,98	0,38	1.400	0,53	0,45	0,94	0,38
610	0,59	0,44	0,98	0,38	1.410	0,54	0,44	0,93	0,38
620	0,58	0,44	0,98	0,38	1.420	0,53	0,45	0,94	0,37
630	0,59	0,43	0,98	0,38	1.430	0,53	0,44	0,93	0,38
640	0,59	0,44	0,96	0,38	1.440	0,53	0,45	0,94	0,37
650	0,58	0,44	0,98	0,38	1.450	0,54	0,44	0,93	0,38
660	0,58	0,44	0,98	0,38	1.460	0,53	0,45	0,94	0,37
670	0,59	0,44	0,98	0,38	1.470	0,53	0,44	0,92	0,39
680	0,58	0,44	0,98	0,38	1.480	0,52	0,46	0,95	0,37
690	0,58	0,44	0,97	0,38	1.490	0,54	0,43	0,91	0,40
700	0,58	0,44	0,97	0,38	1.500	0,52	0,46	0,96	0,35
710	0,58	0,44	0,97	0,38	1.510	0,54	0,43	0,90	0,40
720	0,58	0,44	0,97	0,38	1.520	0,52	0,47	0,97	0,34
730	0,58	0,44	0,97	0,38	1.530	0,55	0,42	0,88	0,42
740	0,57	0,44	0,97	0,38	1.540	0,50	0,49	1,02	0,32
750	0,58	0,43	0,97	0,38	1.549,99	0,57	0,41	0,83	0,43
760	0,58	0,43	0,97	0,38	1.559,99	0,47	0,50	1,14	0,29
770	0,57	0,44	0,97	0,38	1.570	0,62	0,43	0,74	0,42

Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch		Abscisa	Q Vs Elev		Q Vs Vel Ch	
	Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente		Coeficiente	Exponente	Coeficiente	Exponente
780	0,57	0,44	0,97	0,38	1.579,99	0,37	0,49	1,57	0,28
790	0,58	0,43	0,97	0,38					

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.3 Calidad de la corriente receptora

Para efectos de la calibración del modelo, fueron empleados los resultados de los monitoreos fisicoquímicos y bacteriológicos, realizados sobre la quebrada La Magdalena, en el mes de febrero de 2017, por parte del laboratorio Analquim Ltda., acreditado por el IDEAM bajo la Resolución 1215 del 14 de junio de 2016 (Anexo 10. Resolución acreditación del laboratorio).

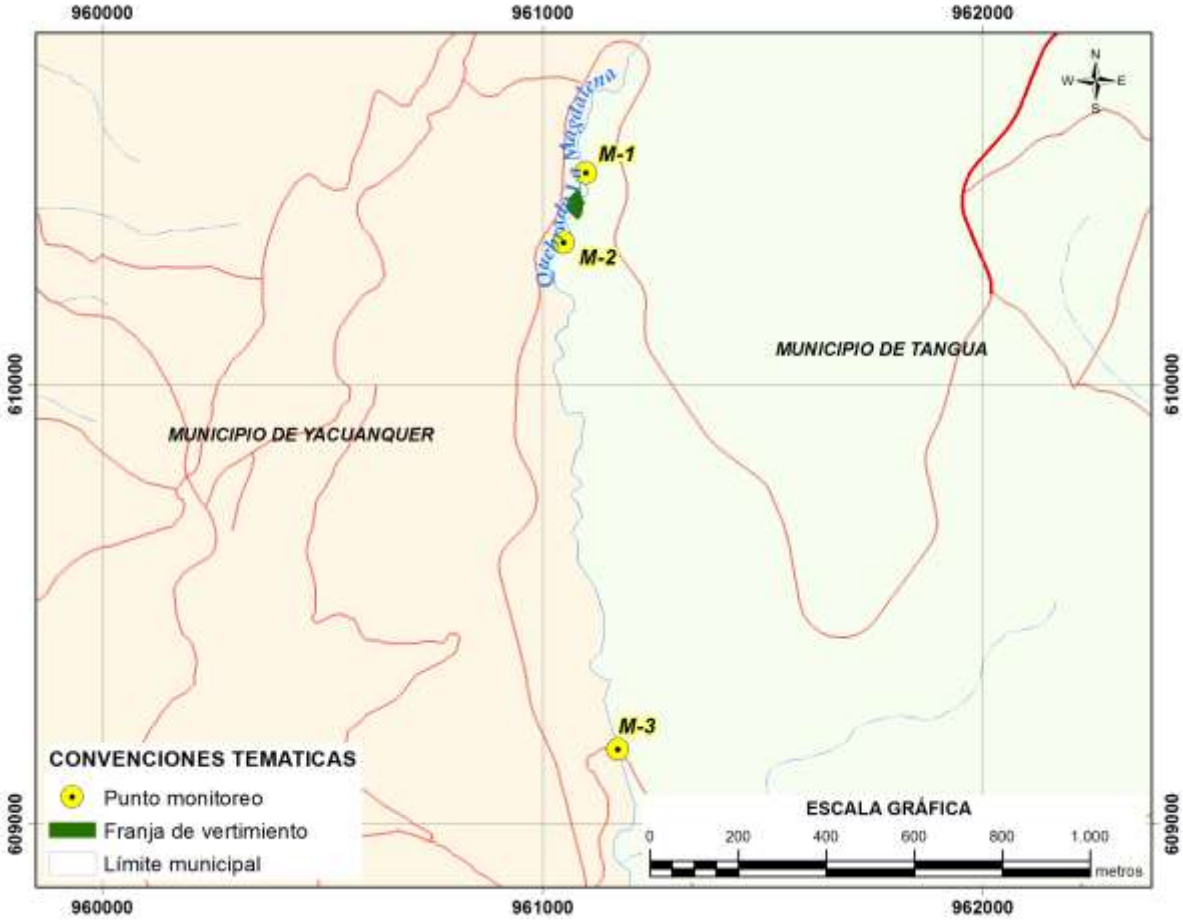
Estos monitores se llevaron a cabo en el sector El Placer, mediante el diligenciamiento de las respectivas cadenas de custodia tal y como se puede apreciar en el Anexo 7. Cadenas de custodia laboratorio, previo mantenimiento de los equipos a utilizar (Anexo 9. Calibración de equipos laboratorio); con el fin de conocer las condiciones en las que se encuentra actualmente la corriente receptora del vertimiento de aguas residuales domésticas e industriales de interés para el proyecto (Anexo 8. Resultados de monitoreos laboratorio). En la Tabla 3-22 y Tabla 3-23, se detallan la ubicación de los puntos monitoreados y los resultados obtenidos respectivamente y en la Figura 3-10 se presenta la ubicación de los mismos.

Tabla 3-22. Localización de las estaciones de monitoreo de la quebrada La Magdalena

ID	Descripción	Coordenadas magna-sirgas origen Bogotá Oeste	
		Este	Norte
M1	Q. La Magdalena sector El Placer A. Arriba	961.099,60	610.480,25
M2	Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo	961.048,86	610.321,46
M3	Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo	961.171,78	609.169,53

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Figura 3-10 Localización puntos de monitoreo



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Tabla 3-23. Análisis fisicoquímico de calidad de agua de la quebrada La Magdalena

No.	Parámetro	Unidad	M1 Q. La Magdalena sector El Placer A. Arriba	M2 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo	M3 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo
1	Acidez total	mg/L CaCO3	8	4	8
2	Alcalinidad total	mg/L CaCO3	60	60	60
3	Aluminio	mg/L Al	<0,05	<0,05	<0,05
4	Arsénico	mg/L As	<0,005	<0,005	<0,005
5	Bario	mg/L Ba	<0,141	<0,141	<0,141
6	Btex				
6-1	Benceno	mg/L	<0,460	<0,460	<0,460

No.	Parámetro	Unidad	M1 Q. La Magdalena sector El Placer A. Arriba	M2 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo	M3 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo
6-2	Tolueno	mg/L	<0,410	<0,410	<0,410
6-3	Etilbenceno	mg/L	<0,400	<0,400	<0,400
6-4	P-xileno + m-xileno	mg/L	<0,520	<0,520	<0,520
6-5	O-xileno	mg/L	<0,390	<0,390	<0,390
7	Cadmio	mg/L Cd	<0,0048	<0,0048	<0,0048
8	Cloruros	mg/L Cl-	9	10.5	5
9	Cobre	mg/L Cu	<0,05	<0,05	<0,05
10	Coliformes fecales	NMP/100 mL	100	17X10E2	22X10E2
11	Coliformes totales	NMP/100 mL	20,1X10E2	15X10E3	13,5X10E3
12	Color real - 436 nm	m-1	0.872	0.917	0.997
13	Color real - 525 nm	m-1	0.295	0.309	0.361
14	Color real - 620 nm	m-1	0.127	0.119	0.151
15	Cromo	mg/L Cr	<0,05	<0,05	<0,05
16	D.B.O	mg/L O2	<2	3	<2
17	D.B.O carbonacea lenta	mg/L	2	4	3
18	D.Q.O	mg/L O2	<10	15	<10
19	Dureza cálcica	mg/L CaCO3	43	34	33
20	Dureza total	mg/L CaCO3	52	45	48
21	Fenoles	mg/L POH	<0,003	<0,003	<0,003
22	Fósforo inorgánico	mg/L P	0.09	0.12	0.14
23	Fósforo orgánico	mg/L P	<0,1	<0,1	<0,1
24	Fosforo reactivo total	mg/L P	0.09	0.12	0.14
25	Fosforo total	mg/L P	0.1	0.15	0.2
26	Grasas y aceites	mg/L	<1,2	<1,2	<1,2
27	Hidrocarburos aromáticos policíclicos				
27-1	Naftaleno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-2	Acenaftileno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-3	Acenafteno	mg/L	<0,0025	<0,0025	<0,0025
27-4	Fluoreno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-5	Fenantreno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026

No.	Parámetro	Unidad	M1 Q. La Magdalena sector El Placer A. Arriba	M2 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo	M3 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo
27-6	Antraceno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-7	Fluoranteno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-8	Pireno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-9	Benzo (a) antraceno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-10	Criseno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-11	Benzo (b) fluoranteno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-12	Benzo (k) fluoranteno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-13	Benzo (a) pireno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-14	Dibenzo (a,h) antraceno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-15	Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
27-16	Benzo (g,h,i) perileno	mg/L	<0,0026	<0,0026	<0,0026
28	Hidrocarburos totales	mg/L	<1,2	<1,2	<1,2
29	Hierro	mg/L Fe	0.54	0.73	0.51
30	Caudal	L/s	347.726	259.473	370.180
31	Conductividad eléctrica	µS/cm a 25°C	89	90	98
32	Oxígeno disuelto	mg/L O2	6.6	7.4	6.7
33	pH	Unidades	7.57	7.57	7.73
34	Temperatura	°C	15.7	15.5	16.4
35	Mercurio	mg/L Hg	<0,002	<0,002	<0,002
36	Níquel	mg/L Ni	<0,05	<0,05	<0,05
37	Nitratos	mg/L N	0.7	0.7	0.7
38	Nitritos	mg/L N	0.038	0.115	0.111
39	Nitrogeno amoniacal - amonio	mg/L N	0.05	0.05	0.06
40	Nitrógeno orgánico	mg/L N	<3,3	<3,3	<3,3

No.	Parámetro	Unidad	M1 Q. La Magdalena sector El Placer A. Arriba	M2 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo	M3 Q. La Magdalena sector El Placer A. Abajo
41	Nitrógeno total kjeldahl	mg/L N	<3,3	<3,3	<3,3
42	Olor		aceptable	aceptable	aceptable
43	Plata	mg/L Ag	<0,05	<0,05	<0,05
44	Plomo	mg/L Pb	<0,02	<0,02	<0,02
45	Selenio	mg/L Se	<0,005	<0,005	<0,005
46	Sólidos disueltos totales	mg/L	80	82	86
47	Sólidos suspendidos orgánicos - detritus	mg/L	7	42	36
48	Sólidos suspendidos totales	mg/L	8	61	38
49	Sólidos suspendidos volátiles	mg/L	7	42	36
50	Sulfatos	mg/L SO4	<5,0	<5,0	<5,0
51	Sulfuros	mg/L S	<1,2	<1,2	<1,2
53	SAAM	mg/L SAAM	0.15	0.26	<0,07
54	Turbiedad	UNT	5.8	15	12
55	Zinc	mg/L Zn	<0,02	<0,02	<0,02

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.4 Índices de contaminación y calidad de agua

Para la determinación de la calidad del agua en la Q. La Magdalena, sector del vertimiento proveniente del campamento Tangua se tomaron muestras en tres sitios o estaciones de muestreo, tal como se presentó en el numeral *3.3.3 Calidad de la corriente receptora*

Se hicieron mediciones *in situ* y se tomaron muestras de agua para la determinación en laboratorio de parámetros adicionales; la determinación del porcentaje de saturación del Oxígeno disuelto tuvo correcciones por altitud. En la Tabla 3-24 se presentan los resultados de laboratorio y las mediciones in situ, tenidos en cuenta para el cálculo de ICA e ICOs para las tres estaciones en el sector Tangua.

Tabla 3-24 Variables determinadas en muestras de agua Q. La Magdalena, sector Tangua

Variable	Unidades	M1 Tangua	M2 Tangua	M3 Tangua
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$	60	60	60
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	100	17X10E2	22X10E2
Coliformes Totales	NMP/100 mL	20,1X10E2	15X10E3	13,5X10E3
		20.100	150.000	135.000
D.B.O	mg/L O_2	<2	3	<2
D.Q.O	mg/L O_2	<10	15	<10

Variable	Unidades	M1 Tangua	M2 Tangua	M3 Tangua
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	52	45	48
Fosforo Total	mg/L P	0,10	0,15	0,20
In Situ Conductividad Eléctrica	µS/cm a 25°C	89	90	98
In Situ Oxígeno Disuelto	mg/L O_2	6,6	7,4	6,7
Procentaje de Saturación O2D	%	52,2	58,6	54,9
Temperatura	°C	15,7	15,5	16,4
Nitritos	mg/L N	0,038	0,115	0,111
Nitrógeno Amoniacal - Amonio	mg/L N	0,05	0,05	0,06
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	8	61	38

Fuente: Datos de Analquim, febrero de 2017

Con base en los valores obtenidos de dichas variables físico-químicas se calculó el índice de calidad de agua (ICA) y los Índices de Contaminación (ICOs), propuestos inicialmente por Ramírez *et al*. (1997) y adoptados en muchos estudios por Ramírez & Viña (998), los cuales son cuatro: Índice de contaminación por mineralización (ICOMI), Índice de contaminación orgánica (ICOMO), Índice de contaminación por sólidos suspendidos (ICOSUS) y el índice de contaminación trófico (ICOTRO), para los cuales se emplean los parámetros correspondientes.

A continuación se describen cada uno de los índices y se presentan sus resultados

3.3.4.1 Índice de calidad de agua

El índice de calidad del agua o Water Quality Index, fue desarrollado por la National Sanitation Foundation (NSF) de Estados Unidos en la decada de los 70's (Fernandez *et al*. s.f), es reconocido como el índice NSF, que incluye varios parámetros determinados en las muestras de agua. Se utilizan entre 5 y 9 parámetros, que pueden incluir algunos de los ya utilizados en el calculo de los ICOs, tales como DBO_5, % saturación de OD , Fósforo total y sólidos suspendidos totales, entre otros más.

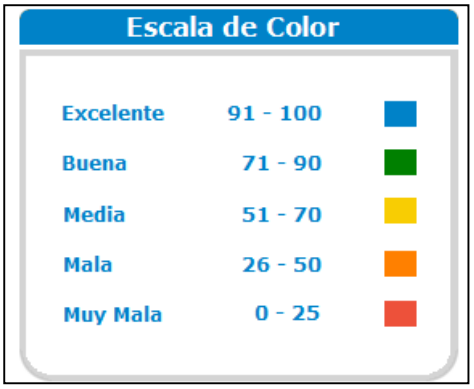
Consiste en la suma de los valores de índices individuales (subíndices), por parámetro, multiplicados cada uno de ellos por un peso dado a dicho parámetro (ponderación, importancia dada inicialmente por panel de expertos, pero luego ajustada de acuerdo a la evaluación de multiples estudios) (Behar *et al*. 1997, IDEAM s.f).

Para el cálculo de estos índices se utilizó el programa ICATEST V 1.0®, desarrollado por el Grupo de Investigación en Recursos Naturales y con el apoyo del Grupo de Investigación en Ciencias Computacionales, como una herramienta para la valoración de la calidad del agua. Este software ha sido reconocido por entidades gubernamentales como IDEAM, CORPONOR y empresas como ECOPETROL Regional Norte y EMPOPAMPLONA E.SA.S.P., entre otras (Fernández *et al*. sf).

Según ICATES v1.0 y sus autores (Fernández et al. s.f), el valor de este indicador oscila entre 0 y 100, rango en el cual se han distinguido cinco categorías, con denominación que pueden variar según autores, pero que corresponden a iguales rangos de valores.

En la Tabla 3-25, se muestran los rangos de valores y categorías según ICATEST v1.0:

Tabla 3-25 Rangos de valores para determinar ICA



Fuente: ICATEST v1.0

En la Tabla 3-26 se presentan los resultados del ICA NFS para las tres (3) estaciones de muestreo sobre la quebrada La Magdalena, en el sector donde se proyecta realizar el vertimiento del campamento Tangua

Tabla 3-26 Índices de calidad de agua

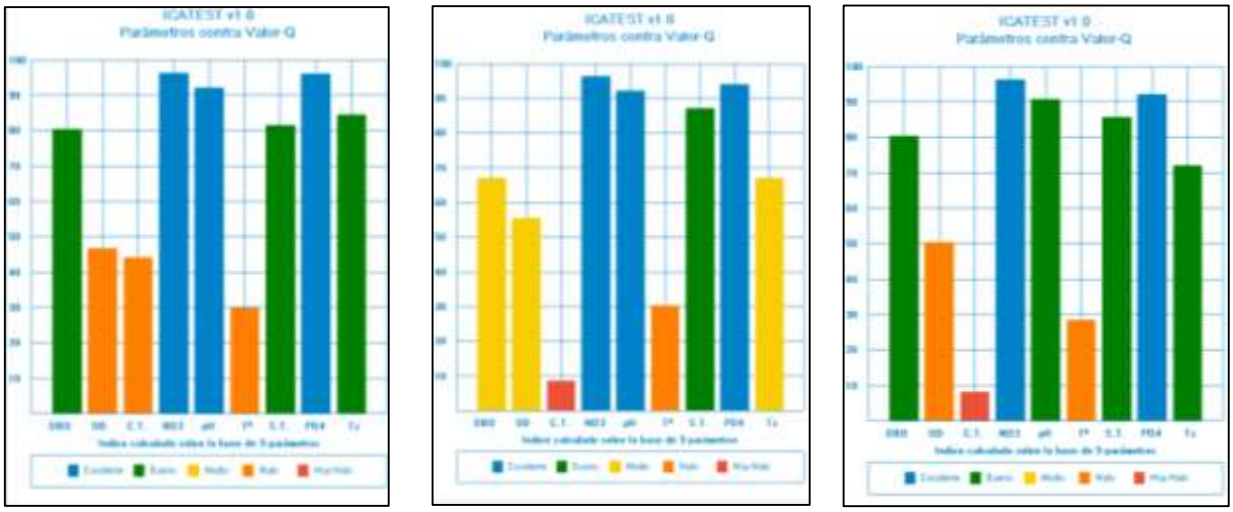
Índice de calidad del agua	Estaciones de muestreo Tangua		
ICA	M1 Tangua	M2 Tangua	M3 Tangua
*Índice de la Fundación Nacional de Saneamiento (INSF)**	*68,6*	*61,8*	*62,08*

Fuente: ICATEST v1.0 (Fernández et al. s.f)

De acuerdo con los resultados obtenidos por el programa, los índices en las tres estaciones muestran una calidad media del agua en la quebrada La Magdalena en su tramo del sector Tangua. Al revisar en detalle los resultados de parámetros (Figura 3-11), se evidencian aspectos como: los nutrientes y pH indican aguas entre buenas y excelentes; la turbidez y sólidos totales y la Demanda biológica de Oxígeno (DBO_5), indican una media a buena calidad; en tanto que los referentes a la presencia de coliformes fecales indican aguas de mala a muy mala calidad, lo cual redunda en las medias a malas calidades del agua en cuanto a la concentración de saturación de Oxígeno disuelto en dichas aguas. El valor de temperatura (único *in situ*), aunque se formula, no es indicador acorde con el proceso natural, pues las aguas son de ambientes fríos, que en principio deben favorecer la absorción y saturación de Oxígeno en las aguas.

Figura 3-11 Variaciones de los subíndices empleados para cálcular los ICAs

Estaciones Sector Tangua



M1 Tangua **M2 Tangua** **M3 Tangua**

Fuente: ICATEST v1.0 Fernandez et al. (s.f)

3.3.4.2 Índices de contaminación

Los índices de contaminación (ICO), permiten la valoración y evaluación de sistemas lóticos y lénticos, cuantificando el grado de contaminación de los sistemas hídricos con relación a la condición general de las aguas y no a contaminantes específicos.

Adicionalmente, estos índices ICO, conjugan las propiedades fundamentales de las aguas al emplear las variables de mayor utilidad en cualquier estudio limnológico o ambiental, aunque algunas de ellas no se encuentren cobijadas por la legislación ambiental actual.

Los índices y su formulación para su cálculo son:

- **Índice de Contaminación por Mineralización (ICOMI)**

Este índice refleja el comportamiento de los sólidos disueltos por medio de la conductividad y la dureza a través de los cationes de calcio y magnesio y la alcalinidad por medio de los aniones carbonatos y bicarbonatos.

Se calcula mediante la utilización de la siguiente relación matemática:

ICOMI=1/3 (I Conductividad + I Dureza + I Alcalinidad)

Donde:

I Conductividad = 10 Log I Conductividad

I Dureza = 10 Log I Dureza

I Alcalinidad = -0.25 + 0.005 Alcalinidad mg/L

Si:

- Conductividades mayores a 270 µS/cm, tiene un índice de conductividad = 1
- Durezas mayores a 110 mg/L tienen I Dureza = 1
- Durezas menores a 30 mg/L tienen I Dureza = 0
- Alcalinidades mayores a 250 mg/L tienen I alcalinidad = 1
- Alcalinidades menores a 50 mg/L tienen I alcalinidad = 0

➢ **Índice de Contaminación por Materia Orgánica (ICOMO)**

Conjuga diversos parámetros entre los que se encuentran: nitrógeno amoniacal, nitritos, fósforo, oxígeno, demandas de oxígeno (DBO5, DQO) y coliformes totales y fecales y porcentaje de oxígeno disuelto. La determinación de los dos primeros refleja las fuentes de contaminación de materia orgánica y el porcentaje de saturación de oxígeno la respuesta o capacidad ambiental del ecosistema frente al estrés.

La relación matemática es la siguiente:

ICOMO = 1/3 (I DBO + I Coliformes totales + I Oxígeno %)

Donde:

- I DBO, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

I DBO = -0.05 + 0.70 Log 10 DBO (mg/L)

Si:

DBO mayores a 30 mg/L tienen I DBO = 1
DBO menores a 2 mg/L tienen I DBO = 0

- I Coliformes totales, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

I Col, Tol = -1.44 + 0.56 Log 10 Col. Tol. (NMP/100 mL)

Si:

Coliformes totales mayores a 20.000 NMP/100 mL tienen I Col. Tol. = 1
Coliformes totales menores a 500 NMP/100 mL tienen I Col. Tol. = 0

- I Oxígeno %, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

I Oxígeno % = 1- 0.01 oxígeno %

Si:

Oxígenos (%) mayores a 100% tienen I oxígeno % = 0

➢ **Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos (ICOSUS)**

Se calcula a través de la concentración de la variable sólidos suspendidos, mediante la siguiente relación:

ICOSUS = -0.02 + 0.003 SS mg/L

Donde:

- SS mayores a 340 mg/L tienen ICOSUS = 1
- SS menores a 10 mg/L tienen ICOSUS = 0

- **Índice de Contaminación Trófico (ICOTRO*)***

Se fundamenta en la concentración del fósforo total, la cual define por sí mismo una categoría discreta, se determinan así cuatro categorías:

- Fósforo total < 0,01 mg/L — Oligotrófia
- Fósforo total entre 0,01 y 0,02 mg/L — Mesotrófia
- Fósforo total entre 0,02 y 1,00 mg/L — Eutrofia
- Fósforo total > 1,00 mg/L — Hipereutrofia

Según Ramírez & Viña (1998), aunque se puede construir cada índice con muchas variables o parámetros, por simplicidad y economía se deben acoger solo unas pocas. Los mismos autores recalcan que el uso de estos cuatro índices es más útil que el cálculo de un solo índice de calidad de agua (ICA), el cual agrupa muchas variables pero no deja ver información particular de gran indicación de las condiciones del agua, en tanto que los cuatro ICOs expresan características físico-químicas distintas de la condición de las aguas.

Los índices de contaminación (ICOs), reflejan nula o baja contaminación cuando son próximos a cero (0) y alta contaminación cuando se aproximan a uno (1). En la Tabla 3-27, se observan los rangos recomendados para la evaluación de los ICOs.

Tabla 3-27 Rangos y significancias de los índices de contaminación (ICO)

Valor ICO	Contaminación	Color
0-0,2	Ninguna	
>0,2 – 0,4	Baja	
>0,4 – 0,6	Media	
>0,6 – 0,8	Alta	
>0,8 – 1,0	*Muy alta*	

Fuente: Ramírez et al., (1999)

Con base en lo anterior y en los resultados de las mediciones *in situ* y los valores de las variables determinados en laboratorio, se calcularon los índices de contaminación (ICOs) para estas tres estaciones (Tabla 3-28). A continuación se describen los resultados:

Tabla 3-28. Valores de los índices de contaminación (ICO), estaciones sector Tangua.

Estaciones	Índices de contaminación (ICOs), Sector Tangua (Nariño)			
	Mineralización	Materia orgánica	Sólidos suspendidos	Trófico
	ICOMI	ICOMO	ICOSUS	ICOTRO
M1 Tangua	0,10129	0,4928	0,00000	EUTROFIA
M2 Tangua	0,09789	0,5661	0,16300	EUTROFIA
M3 Tangua	0,10877	0,4837	0,09400	EUTROFIA

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En la Tabla 3-28 y Figura 3-12 se observa que los ICOMIs son muy similares en las tres estaciones, con valores bajos (alrededor de 0,10), que reflejan que prácticamente no hay contaminación debida a concentraciones de minerales.

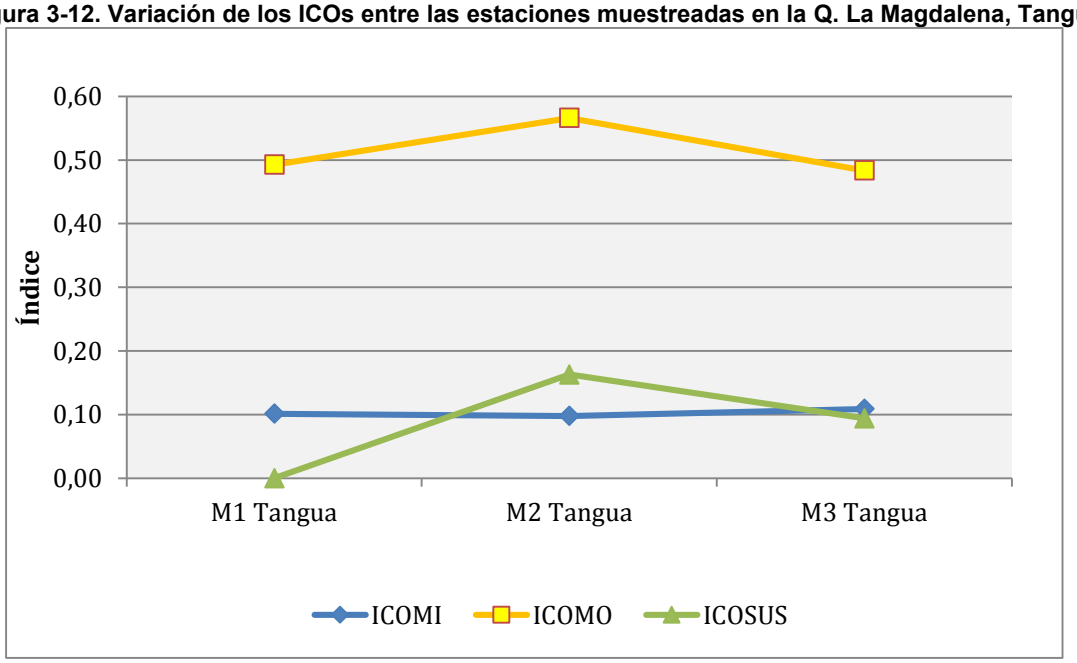
Las tres estaciones muestran una contaminación por materia orgánica con un nivel medio, con ICOMOs alrededor de 0,5, levemente mayor en la estación M2 Tangua y levemente menor en la estación M3 Tangua. Lo anterior se evidencia por la presencia de coliformes totales en concentraciones altas. Se destacan las estaciones M3 Tangua y M2 Tangua con concentraciones de coliformes fecales mucho mayores que la estación M1 Tangua

Los valores del ICOSUSs son menores a 0,2 lo cual indica que prácticamente no hay contaminación por aporte de sólidos suspendidos, lo cual coincide con las bajas concentraciones de DQO, el oxígeno demandado para oxidar agentes inorgánicos. Sobresalen las estaciones M2 Tangua y M3 Tangua con las mayores concentraciones, no obstante son consideradas propias de aguas de buena calidad.

En las tres estaciones se registraron concentraciones de fósforo total entre 0,10 y 0,20 mg/L, altas en la escala de los ICOTROs corresponden a la categoría Eutrofia, lo que corresponde con la presencia de materia orgánica (por ejemplo bacterias coliformes), favorecida por buenas concentraciones de nutrientes como nitritos y nitrógeno amoniacal, además del mismo fósforo, demandando oxígeno y reduciendo su saturación.

Aunque los ICAs pueden englobar procesos en una categoría general, en esta evaluación, los resultados recalcan los resultados obtenidos en los ICOs. Las estaciones 2 y 3 presentan menor calidad del agua que la estación M1 debido a la presencia de coliformes fecales y totales.

Figura 3-12. Variación de los ICOs entre las estaciones muestreadas en la Q. La Magdalena, Tangua



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.3.5 Usos y usuarios

Con el fin de obtener información correspondiente a los usos y usuarios de la Quebrada La Magdalena en el sector donde se entregarán las aguas tratadas domésticas e industriales provenientes del campamento de Tangua, el 2 de febrero, se realizó un recorrido 250 m aguas arriba de la franja de vertimiento y aproximadamente 1 km aguas abajo de la misma. El formato que se utilizó para la encuesta es el que se presenta en la Figura 3-13.

Figura 3-13 Formato de usos y usuarios

CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR	MODELACIÓN MATEMÁTICA EN LA QUEBRADA LA MAGDALENA	CONSORCIO SH			
INVENTARIO DE USOS Y USUARIOS			FORMATO N°		
FECHA		HORA	MUNICIPIO		
VEREDA		NOMBRE DEL PREDIO			
NOMBRE DEL PROPIETARIO			TELEFONO		
DILIGENCIADO POR		No. HABITANTES	1. FIJOS		
			2. FLOTANTES		
COORDENADAS PREDIO	ESTE		NORTE		
FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE AGUA					
TIPO DE FUENTE CAPTACIÓN		USO DEL AGUA	COORDENADAS		
			ESTE	NORTE	
CUERPO AGUA SUPERFICIAL					
NACEDERO					
POZO					
ALJIBE					
ACUEDUCTO					
VERTIMIENTO					
TIPO	X	Fuente receptora	Coordenadas		
			ESTE	NORTE	
Doméstico (baños)					
Doméstico (cocina_lavadero)					
Agrícola					
Pecuario					
Industrial					
Otro ¿Cuál?					
Tratamiento del vertimiento	SI NO				
USO Y/O ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIA (Esquema)					
OBSERVACIONES					
NOMBRE DE LA PERSONA ENCUESTADA					

Fuente: Elaborado por el autor, febrero de 2016

Aguas arriba de la franja de vertimiento, aproximadamente 250 m, no se encontraron usuarios de la Quebrada, aguas abajo de la misma se encuentra una estación de servicio, denominada el Placer (Fotografía 3-1), la cual cuenta con unos tanques sépticos (Fotografía 3-2) previa entrega a campo de infiltración, durante la encuesta manifestaron no hacer uso de la quebrada para sus actividades ni verter en ella, así como tampoco unos galpones (Fotografía 3-3) y una vivienda (Fotografía 3-4), aledañas a la estación de servicio .

De igual manera, durante el inventario se evidenciaron en las rondas aledañas al cuerpo de agua, actividades ganaderas (Fotografía 3-5). En el Anexo 3. Usos y usuarios se presenta el formato diligenciado para la estación de servicio y la vivienda junto con los galpones.

Fotografía 3-1 Estación de servicio el Placer

Fotografía 3-2 Tanques sépticos aguas residuales de lavado de vehículos

Fuente: Tomadas por el autor, febrero de 2017

Fotografía 3-3 Galpones aledaños a estación El Placer

Fotografía 3-4 Vivienda aledaña a estación El Placer

Fuente: Tomadas por el autor, febrero de 2017

Fotografía 3-5 Ganadería aledaña a Quebrada la Magdalena

Fuente: Tomada por el autor, febrero de 2017

3.3.6 Prueba de trazadores

Previo a realizar la prueba de trazadores en la Quebrada La Magdalena, el 01 de Febrero de 2017 en las oficinas de Empotangua, en presencia de representantes del acueducto de Tangua y de un representante del sector ambiente de la alcaldía del municipio (Fotografía 3-6), se llevó a cabo una socialización que tenía como alcance informar las actividades que se desarrollarían en el marco de modelación matemática para la evaluación ambiental del vertimiento del campamento Tangua sobre la Quebrada La Magdalena; entre las que se encontraban: prueba de trazadores en la quebrada, inventario de usos y usuarios y monitoreos sobre dicho cuerpo de agua. En términos generales lo que se comentó durante la socialización fue lo siguiente:

Se realizará en la quebrada la Magdalena una prueba de trazadores, con el fin de determinar el coeficiente de dispersión del cuerpo de agua, básicamente la prueba consiste en inyectar una sustancia o trazador denominado Rodamina WT de color rojo y verificar su comportamiento en el cuerpo de agua. El color de la rodamina permite identificar de manera visual en qué momento se homogeniza la sustancia en toda la masa de agua. Una vez inyectada la rodamina, aproximadamente unos 10 m aguas abajo se ubica una estación de monitoreo con el fin de observar y medir el comportamiento del trazador.

Adicional a la prueba de trazadores, se realizarán unos monitoreos de calidad de agua y aforo de caudales (3 puntos sobre la quebrada la Magdalena), con el fin de determinar la calidad del cuerpo de agua antes y después de los vertimientos. También se realizará inventario de usos y usuarios a los habitantes que se localicen en áreas aledañas a la zona de estudio, esta actividad consiste en realizar una encuesta a aquellas viviendas que se localizan en áreas cercanas al cuerpo de agua e identificar si hacen captaciones y/o vertimientos, y en caso de hacer uso del recurso que tipo es (doméstico, industrial, pecuario, etc).

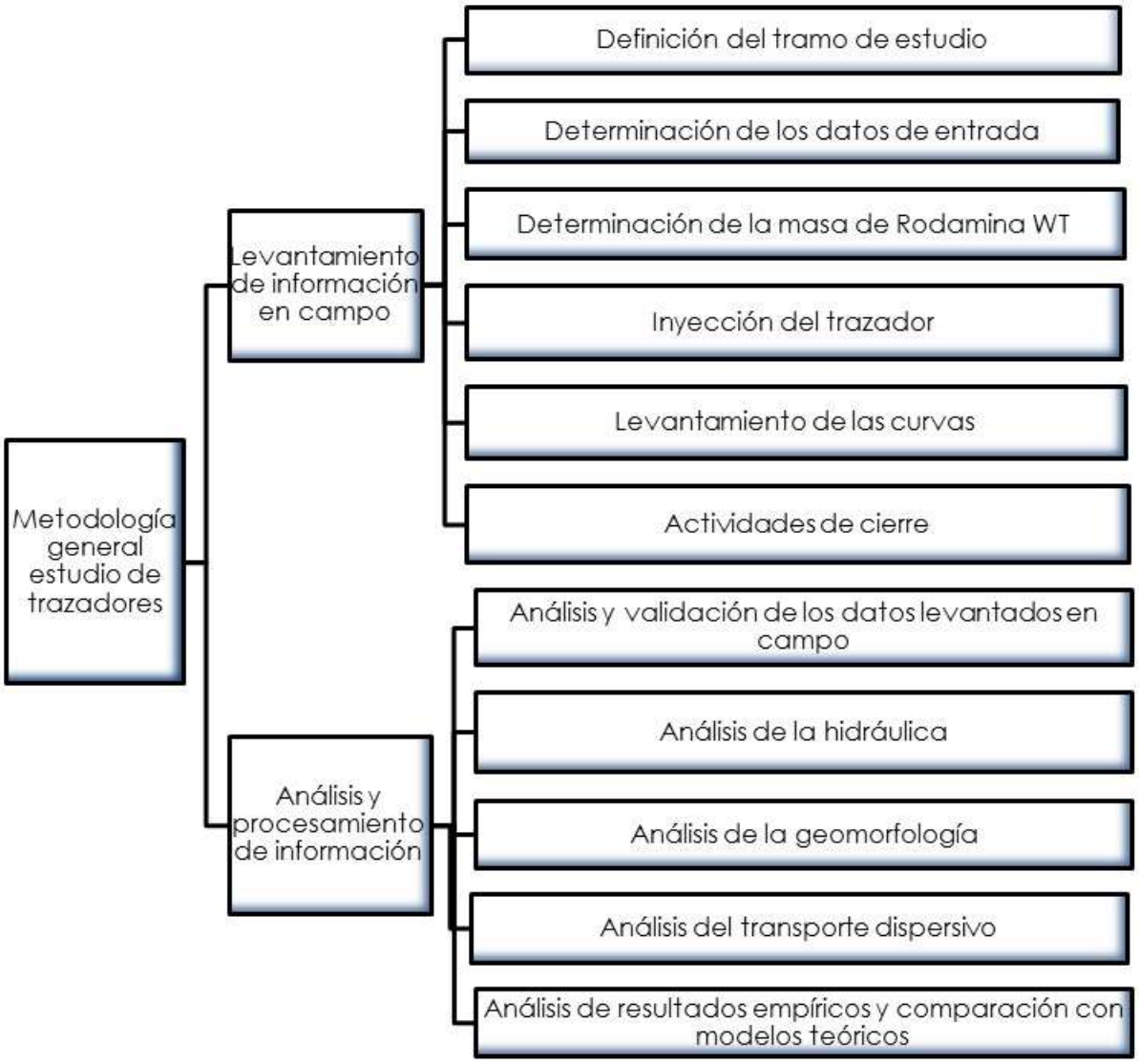
En cuanto a la prueba de trazadores, se aclaró que la Rodamina WT es una sustancia que no es tóxica, no genera problemas a la fauna ni flora acuática, es biodegradable y es avalada a nivel internacional para realizar este tipo de pruebas.

Fotografía 3-6 Socialización en Empotangua

Fuente: Tomadas por el autor, febrero de 2017

Una vez socializadas las actividades a realizar, el 2 de febrero de 2017, se llevó a cabo la prueba de trazadores en la Quebrada la Magdalena. La Figura 3-14 muestra, de manera general, la metodología para la realización del estudio de trazadores en la Quebrada La Magdalena; las dos etapas principales del estudio corresponden a la ejecución de la labor de campo, mediante la cual se levantó información primaria de tiempos de viaje y características hidráulicas de los cauces, mientras que la segunda etapa es el posterior análisis y procesamiento de la información, en donde se efectuaron cinco procedimientos: un análisis y validación de los datos levantados en campo de tal forma que se determinó el dato definitivo de tiempo de viaje y de la velocidad asociada al mismo, un análisis de la hidráulica que está constituido por la determinación de velocidades, caudales y el cálculo del radio hidráulico; un análisis de la geomorfología, paso en el cual se estimó la pendiente, la rugosidad de Manning por el método de Cowan y se calculó el coeficiente de Chezy-Manning; un análisis de transporte dispersivo en el cual se calculó el coeficiente longitudinal de dispersión, el coeficiente transversal de difusión, el ancho de la pluma y la longitud de mezcla (esta información se validó mediante el uso de la fórmulas hidráulicas de Elder y Fisher); finalmente se realizó un análisis de resultados empíricos y se compararon los mismos con modelos teóricos para confirmar la validez y confiabilidad de los valores obtenidos.

Figura 3-14. Diagrama de la metodología desarrollada en el estudio de trazadores



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En el Anexo 4. Prueba de trazadores se presenta la metodología, teoría y memorias de cálculo del método de trazadores en la Quebrada La Magdalena a la altura del punto en el cual se planea construir el campamento Tangua de utilidad para el desarrollo del proyecto de construcción de la vía doble calzada entre Pasto y el Puente Internacional Rumichaca, en el departamento de Nariño. La Tabla 3-29 muestra el resumen de los parámetros hidráulicos, geomorfológicos y de transporte dispersivo, obtenidos mediante la prueba de trazadores. Para este caso tanto en el punto aguas arriba como en los dos puntos

aguas abajo, se realiza la validación de los resultados obtenidos mediante el uso de las fórmulas hidráulicas clásicas.

Para efectos de la modelación se tomarán los resultados del coeficiente de dispersión que varía entre 0,20 y 0,60 m^2/s; para análisis del comportamiento del vertimiento en el cuerpo de agua, se tiene en cuenta la longitud de mezcla.

Tabla 3-29. Parámetros prueba de trazadores Quebrada La Magdalena – C. Tangua.

Resumen De Parámetros Prueba De Trazadores				
Tipo De Parámetro	**Parámetro**	**Q. La Magdalena Aguas Arriba**	**Q. La Magdalena Aguas abajo (1)**	**Q. La Magdalena Aguas abajo (2)**
HIDRÁULICO	Caudal (Q) (m^3/s)	0,65	0,28	0,23
	Ancho (W) (m)	3,2	2,2	2,70
	Profundidad (h) (m)	0,29	0,26	0,27
	Velocidad (U) (m/s)	0,70	0,49	0,32
GEOMORFOLÓGICO	Rugosidad según Manning (n) (s/m^(1/3))	0,12	0,08	0,19
	Pendiente (S) (m/m)	0,05	0,01	0,03
	Radio hidráulico (Rh) (m)	0,25	0,21	0,23
TRANSPORTE DISPERSIVO	Función de estado φ(t)	0,82	0,72	0,69
	Tiempo de viaje (Tv) (s)	17,14	18,37	37,50
	Coeficiente Longitudinal de Dispersión - E (m^2/s)	0,60	0,24	0,20
	Coeficiente Transversal de Difusión - Ey (m^2/s)	0,06	0,025	0,02
	Ancho de la pluma - WL (m)	3,22	2,12	2,75
	Longitud de Mezcla (m)	11,83	9,69	11,58
	Tiempo para llegar a LM (s)	16,90	19,77	36,20

Fuente: Elaborado por el autor, Marzo de 2017

La Tabla 3-29 presenta el resumen de parámetros de la prueba de trazadores, dichos parámetros son de tipo advectivo y dispersivo, y, se clasifican en parámetros hidráulicos, geomorfológicos y de transporte dispersivo; la prueba de trazadores brinda información confiable acerca del comportamiento dispersivo del cauce por lo cual los resultados de tiempos de viaje, coeficientes de transporte, ancho de la pluma y longitud de mezcla pueden ser usados en posteriores cálculos; adicionalmente, como ya se mencionó anteriormente, dicha información fue validada empleando las fórmulas clásicas de Elder y Fisher y comparando con la realidad experimental observada en campo.

Sin embargo, en la información que se deriva del comportamiento advectivo del flujo se observa que los caudales y velocidades decrecen considerablemente entre el punto aguas arriba y los puntos aguas abajo, hecho que podría considerarse inconsistente pues no existen captaciones de agua en el tramo de estudio. Esto se explica en que se tomó una corta distancia entre los puntos de inyección del trazador y los puntos de medición con los sensores debido a la dificultad de acceso a una mayor distancia. Pero en sistemas con características heterogéneas como la Quebrada La Magdalena sector El Placer, se hace necesario tomar mayores distancias de estudio de tal forma que se contemplen todas estas características dispares del cuerpo de agua y todos los fenómenos que allí se presenten, tales como

sistemas piscinas – rápido, presencia de cantos rodados, vegetación en los taludes laterales y en este caso en particular filetes o secciones longitudinales en el cauce con particularidades que hacen que a lo ancho del mismo existan diferencias bruscas en las velocidades; es decir, lo ideal sería que se tomara un trayecto más largo, pues entre más largo sea el trayecto es más representativa la información recolectada.

Por lo que se puede decir que los ensayos con trazadores realizados en la Quebrada La Magdalena sector El Placer nos brindan información muy local con respecto a la totalidad del flujo; por lo mismo para efectos de la modelación es recomendable hacer uso de las velocidades y caudales aforados con molinete.

Es importante mencionar que al realizar la promediación de velocidades y caudales levantados con trazadores y compararlos con los resultados obtenidos para estos mismos parámetros por medio del molinete, se observa que la media general de velocidad y caudal para ambos métodos es similar, como se observa en la Tabla 3-30; lo que indica, que el hecho de que para el presente estudio se recomiende usar los caudales y velocidades aforados con molinete no significa que los parámetros advectivos levantados con trazador sean erróneos, la diferencia como ya se mencionó es que los datos de trazador contemplan un análisis local a corta distancia y el ejercicio de modelación requiere una visión general de cada tramo en conjunto.

Tabla 3-30. Comparación de caudales y velocidades trazador vs molinete Q. La Magdalena.

Tipo de medición	Caudal (m^3/s)				Velocidad (m/s)			
	Q. La Magdalena Aguas arriba	Q. La Magdalena Aguas abajo (1)	Q. La Magdalena Aguas abajo (2)	Promedio	Q. La Magdalena Aguas arriba	Q. La Magdalena Aguas abajo (1)	Q. La Magdalena Aguas abajo (2)	Promedio
Trazador	0,6497	0,2802	0,2333	0,38	0,7001	0,4899	0,3200	0,49
Molinete	0,348	0,359	0,370	0,36	0,36	0,59	0,42	0,46

Fuente: Elaborado por el autor, Marzo de 2017

En cauces de montaña como la Quebrada La Magdalena con características como pendiente y rugosidad alta, se crean sistemas de rápidos y piscinas, en las piscinas la velocidad baja porque la energía cinética disminuye, en contraposición la energía potencial sube, por lo que hay un incremento de la profundidad; en los rápidos sucede lo contrario. Pese a que estos fenómenos suceden a lo largo del cauce, los promedios de caudales y velocidades son similares para trazadores y molinete, esto se debe a que el sistema tiende al equilibrio dinámico y para esto la velocidad varía a lo largo del cauce ajustando las condiciones de rugosidad, pendiente y la sección transversal, visto el río en conjunto general, para hacer que el cuerpo de agua llegue al equilibrio, razón por la cual al promediar los datos locales, se obtiene la velocidad media y el caudal medio real de la quebrada.

3.4 Modelación del vertimiento (QUAL2kw)

El modelo Qual2Kw es un programa que permite simular el flujo y calidad del agua de corrientes superficiales. Es capaz de simular los procesos físico-químicos que tienen lugar en un drenaje sometido a un determinado vertido. Modelo de evolución de la DBO, nutrientes y partículas en suspensión en la

descarga a una quebrada incluyendo la posibilidad de anoxia e interacción con el sedimento. Este modelo ha sido desarrollado por la Environmental Protection Agency (EPA) en colaboración con el profesor Steven Chapra et. al. El modelo fue desarrollado como una aplicación de Visual Basic (VBA), cuya interfase gráfica fue trabajada en Excel, por lo que es de fácil utilización.

3.4.1 Descripción del modelo

3.4.1.1 Fundamentos del modelo.

El QUAL2Kw (Pelletier et al., 2008) Versión 6.0 es un modelo unidimensional, de estado estable que considera flujo a pistón, desarrollado por Steve Chapra, Hua Tao y Greg Pelletier y avalado por la US.EPA (Environmental Protection Agency, US), es de libre distribución y uso. El modelo Qual2Kw integra como mecanismos de cálculo:

- **Balance de flujo**: Establece un balance de flujo para cada elemento. Un elemento corresponde a cada subdivisión del cuerpo de agua a analizar dentro del modelo.
- **Características hidráulicas**: El modelo calcula el calado y la velocidad de la quebrada a partir de correlaciones hidráulicas (relaciones Leopold Maddox) o en su defecto la fórmula de Manning.
- **Modelo de temperatura**: El balance térmico tiene en cuenta la transferencia de calor entre elementos adyacentes, vertidos, detracciones, la atmósfera y los sedimentos.
- **Reacciones bioquímicas simuladas**: Las ecuaciones químicas relacionadas para representar las principales reacciones bioquímicas que tienen lugar en el modelo corresponden a: oxidación, hidrólisis, nitrificación, desnitrificación, fotosíntesis y respiración del fitoplancton y biomasa algar, entre otras.

El modelo toma en cuenta los siguientes criterios:

Canal bien mezclado vertical y lateralmente.

- Hidráulica de estado estacionaria (flujo permanente, no uniforme).
- Balance de calor y temperatura simulado en función de la meteorología en una escala de tiempo diurno.
- Todas las variables de calidad de agua son simuladas en una escala de tiempo diurno.
- El calor y la entrada de masas, cargas puntuales y no puntuales y abstracciones son simuladas.

Los parámetros modelados directamente por el modelo Qual2Kw son: temperatura, caudal, DBO carbonácea de oxidación lenta y DBO carbonácea de oxidación rápida, conductividad, pH, alcalinidad, nitrógeno amoniacal, nitratos, nitrógeno orgánico, fosforo orgánico, fosforo inorgánico, sólidos suspendidos inorgánicos, detritus, oxígeno disuelto, y patógenos, e integra una variable adicional, que puede ser modelada siguiendo una cinética de reacción de primer orden.

El modelo QUAL2Kw modela los sólidos suspendidos totales a partir de otros constituyentes tales como los sólidos suspendidos inorgánicos y los detritus, además que considera la opción de incluir procesos de diagénesis de los sedimentos, los cuales no son considerados dentro de la presente modelación.

La remoción de patógenos es determinada en función de la temperatura, luz y sedimentación.

La extinción de la luz es calculada en función de la biomasa algar, detritus y sólidos orgánicos.

Por su parte la simulación del pH es afectada por la alcalinidad y carbono inorgánico total.

A diferencia del QUAL2K, el QUAL2Kw integra un algoritmo genético de calibración automática (Pikaia), con el fin de determinar los valores óptimos para las tasas de reacción de parámetros, maximizando la bondad de ajuste del modelo en comparación con los datos medidos.

3.4.1.2 Esquema general de balance de masas.

El balance de masa permite identificar principalmente la concentración de una sustancia al ingresar a una corriente receptora, teniendo en cuenta los criterios de caudal de la corriente, la concentración de la sustancia de interés presente en la corriente, la concentración de la sustancia de interés con la que ingresa el caudal residual y la cantidad de agua descargada. La expresión utilizada se describe a continuación:

$$(Q_r + Q_v) \cdot C_m = Q_r \cdot C_r + Q_v \cdot C_v$$

Dónde:

- Qr: Caudal aguas arriba del vertimiento (caudal con probabilidad de excedencia del 95%).
- Qv: Caudal del vertimiento.
- Cr: Concentración del parámetro de interés aguas arriba del vertimiento.
- Cv: Concentración del parámetro de interés en el vertimiento.
- Cm: Concentración del parámetro de interés aguas abajo del vertimiento.

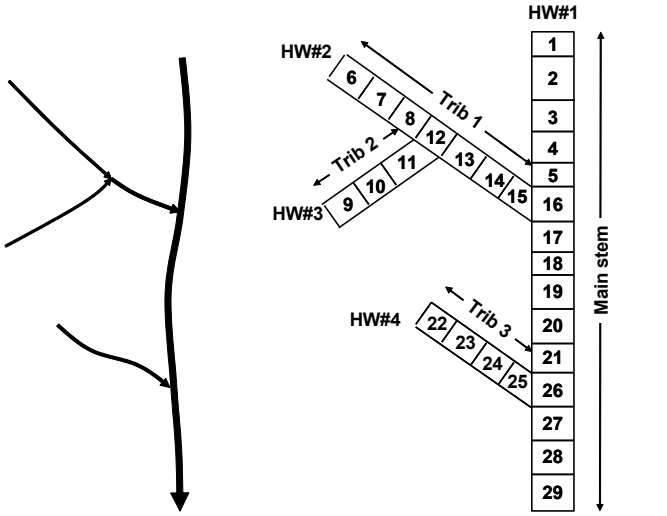
3.4.1.3 Base estructural del modelo

En el modelo Qual2Kw, las corrientes son representadas en una serie de tramos, numerados en orden ascendente a partir de la cabecera del tronco principal de la quebrada (Figura 3-15), y para cada uno son definidas características hidráulicas (pendiente, elevación, etc.). Los resultados proporcionados por el software también son calculados para cada segmento.

El tramo modelado (1,52 Km), está comprendido por un punto ubicado 42 m aguas arriba del vertimiento del campamento Tangua, del cual se dispone de información fisicoquímica dentro de los monitoreos realizados y presentados en este estudio y otro punto ubicado a 1,4 km aguas abajo del mismo.

En vista de que la longitud de mezcla estimada para el vertimiento del campamento Tangua, fue de 11,8 m, se considera que el tramo modelado (1,52 km) satisface la hipótesis de comportamiento unidimensional de los contaminantes asumida por el QUAL2Kw.

Figura 3-15. División de una corriente para ingreso al QUAL2Kw.



(a) A river with tributaries (b) Q2K reach representation

Fuente: Manual del usuario de Qual2kw

3.4.1.4 Estructura de la corriente para modelación

Dado que el modelo QUAL2Kw resuelve por métodos de elementos finitos, diversos sistemas de ecuaciones diferenciales parciales asociadas a la cinética de reacción de cada contaminante, éste requiere de la segmentación del tramo a modelar en pequeños tramos en cada uno de los cuales es realizado el respectivo balance de masas.

Como lineamientos generales para determinar la longitud de cada segmento y por estabilidad numérica del modelo, el cual QUAL2Kw parte de dos criterios matemáticos, uno de los cuales es el criterio de Peclet.

El número de Peclet es un número adimensional que relaciona la velocidad de advección del flujo y la velocidad de difusión, representada ésta última por el cociente entre el coeficiente de dispersión longitudinal y la longitud característica del tramo analizado. Es así como el número de Peclet puede ser estimado a partir de la siguiente ecuación:

$$Pe=(Vi\ \Delta xi)/(2\ Dx)$$

Donde,

Pe: Numero de Peclet, estimado para el elemento i

Vi: Velocidad de flujo en el elemento i (m/s)

Δxi: Longitud del elemento i (m)

Dx: Dispersión estimada en el elemento i (m^2/s)

Según Chapra S, 1997 el número de Peclet debe ser menor o igual a 10, debido a que la modelación está influenciada por el transporte advectivo y difusivo. Además que el modelo supone una mezcla completa en la sección transversal del elemento, lo cual permite la aproximación del modelo a un reactor de flujo mixto.

En este orden de ideas, la longitud máxima del segmento Δxi máxima que garantiza estabilidad en los resultados, está dada por:

$$\Delta xi \leq (Pe\ Dx)/(Vi/2)$$

Es así como a partir del coeficiente longitudinal de dispersión longitudinal estimado para la quebrada La Magdalena (0,5999 m^2/s) a través de la prueba de trazadores, la velocidad media de flujo estimada a partir de la misma (0.7 m/s), se determinó que la longitud máxima con la que debe contar cada segmento era de 17,13 m

$\Delta xi \leq (10 \times 0{,}599\ m^2/s)/(0{,}7\ m/s\ /\ 2)$

$\Delta xi \leq 17{,}13\ m$

A partir de lo anterior se seleccionó un valor de longitud del elemento de 10 m, valor que cumple con el criterio de Peclet, al ser menor de 17,13 m.

El otro criterio matemático, es el número de Courant, el cual es el cociente entre el intervalo de tiempo y el tiempo de residencia en un volumen finito.

$C=\Delta t/(\Delta x/u)$

Dónde:

C: Número de Courant

Δt: Intervalo de tiempo (s)

Δxi: Longitud del elemento i (m)

U: Velocidad de flujo en el elemento i (m/s)

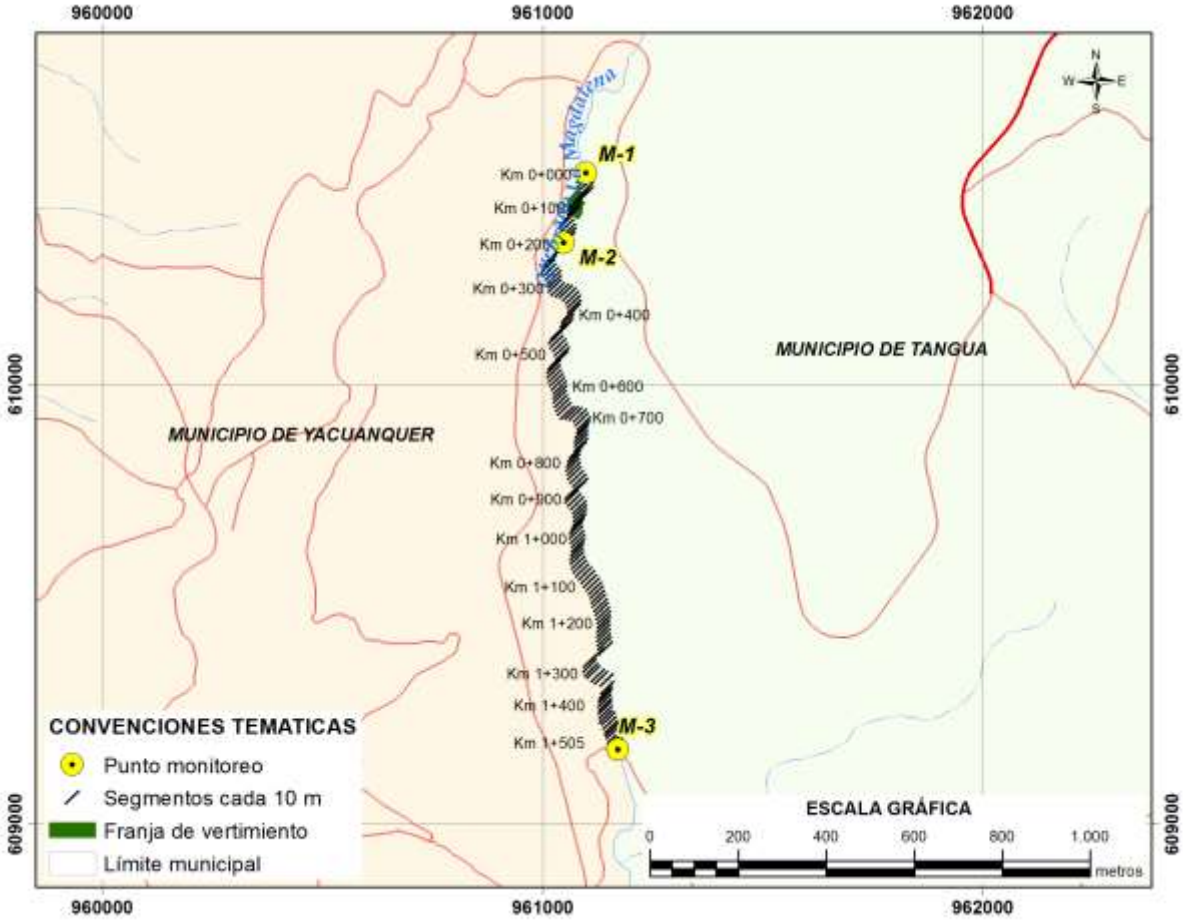
La estabilidad numérica de un sistema se obtiene cuando el número de Courant es menor a 1.

El QUAL2Kw incorpora por defecto diferentes posibles valores para el intervalo de tiempo (Δt), por lo cual una vez es determinada la longitud de cada segmento de la corriente a modelar, debe seleccionarse un valor del intervalo de tiempo tal, que permita dar cumplimiento al criterio de Courant para la estabilidad numérica del modelo.

Es así como en el caso de la quebrada La Magdalena, empleando segmentos de 10 m, se determinó un intervalo de tiempo (calculation step) de 0,18 minutos.

En la Figura 3-16 se ilustra la segmentación realizada del tramo de estudio.

Figura 3-16. Segmentos en la quebrada La Magdalena.

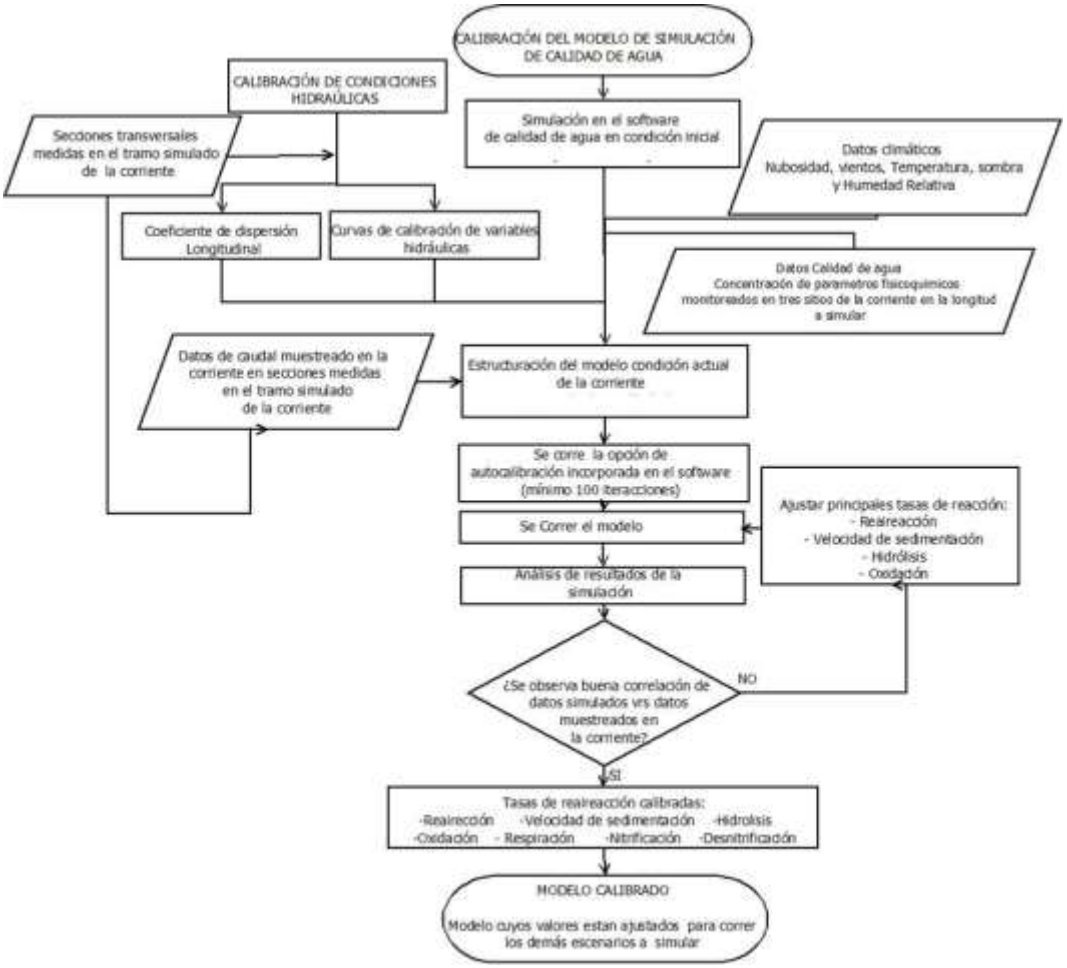


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.4.2 Calibración del modelo

Se dice que un modelo esta calibrado en la medida que los resultados obtenidos en el proceso de simulación se ajusten a las condiciones reales del sistema simulado, partiendo de esta premisa el proceso de calibración del modelo Qual2Kw para la realización de la simulación de la capacidad de asimilación de vertimiento del campamento Tangua en la quebrada La Magdalena, se indica en la Figura 3-17, en la cual se identifican los pasos seguidos para la mencionada calibración.

Figura 3-17. Diagrama de flujo proceso de calibración del modelo



Fuente:Elaborado por el autor, marzo de 2017

Es así como se identifican seis etapas principales: 1) Calibración de las características hidráulicas de la corriente 2) Estructuración del modelo para la condición actual de la corriente, ésta se realiza con ingreso de variables hidráulicas calibradas, caudal medido en la corriente, parámetros de calidad de agua monitoreados en la corriente y condiciones climáticas características del área de estudio. 3) Se corre el módulo de auto calibración en el software, 4) Se corre el modelo ya auto calibrado. 5) se realiza el análisis de resultado, en éste se identifica la correlación entre datos simulados versus datos de calidad de agua del monitoreo en campo y 6) Si se requiere se ajustan las tasas de reacción hasta obtener la aproximación más cercana de resultados simulados versus resultados del monitoreo. Cada una de estas etapas se describe con mayor detalle a continuación.

Etapa 1: Calibración de las características hidráulicas

Tal y como fue presentado en el numeral 3.3.5, la calibración de las características hidráulicas de la quebrada fue realizada a partir de la implementación del modelo Hec-Ras 4.1.0, con el cual se obtuvieron las diferentes correlaciones caudal vs profundidad y caudal vs velocidad, para cada uno de los segmentos analizados tal y como se presentó en la Tabla 3-21.

Adicionalmente, como parte de la calibración hidráulica de la corriente se calculó el coeficiente de dispersión longitudinal en la corriente, el cual fue estimado a partir de la realización de una prueba de trazadores desarrollada sobre la quebrada la Magdalena en el tramo de estudio, como se detalla en el numeral 3.3.6).

Etapa 2: Estructuración del modelo para la condición actual de la corriente

Para la estructuración del modelo en condición actual se tiene como información de entrada los datos descritos a continuación:

- ✓ Características hidráulicas: Se ingresa los datos de caudal monitoreado en la corriente (en las diferentes secciones transversales dentro de la longitud total simulada). A través de la calibración de variables hidráulicas realizada en la etapa 1 se ingresa los coeficientes y exponentes producto de las curvas de calibración. Por último se ingresa el coeficiente de dispersión longitudinal calculado para la corriente de interés (etapa 1). Adicionalmente la elevación a nivel del mar.

- ✓ Datos de calidad de agua: De acuerdo a las diferentes variables a modelar (pH, alcalinidad, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, sólidos suspendidos Inorgánicos, coliformes fecales, nitrógeno Amoniacal, nitrógeno orgánico, nitratos, fósforo orgánico e inorgánico, etc.) se ingresa el valor de concentración de cada uno de éstos, definiendo para cada uno la localización del sitio de muestreo de los mismos. Estos datos se obtienen del muestreo realizado en campo, tal como se describe en el Numeral 3.3.3 del presente documento.

- ✓ Datos climáticos: De acuerdo a información climática del área y verificación de mencionadas características en campo, se ingresa los datos solicitados por el software: temperatura, punto de rocío, velocidad del viento, nubosidad, radiación solar y porcentaje de sombra, cuyos valores ingresados se indica en el Numeral 3.1.

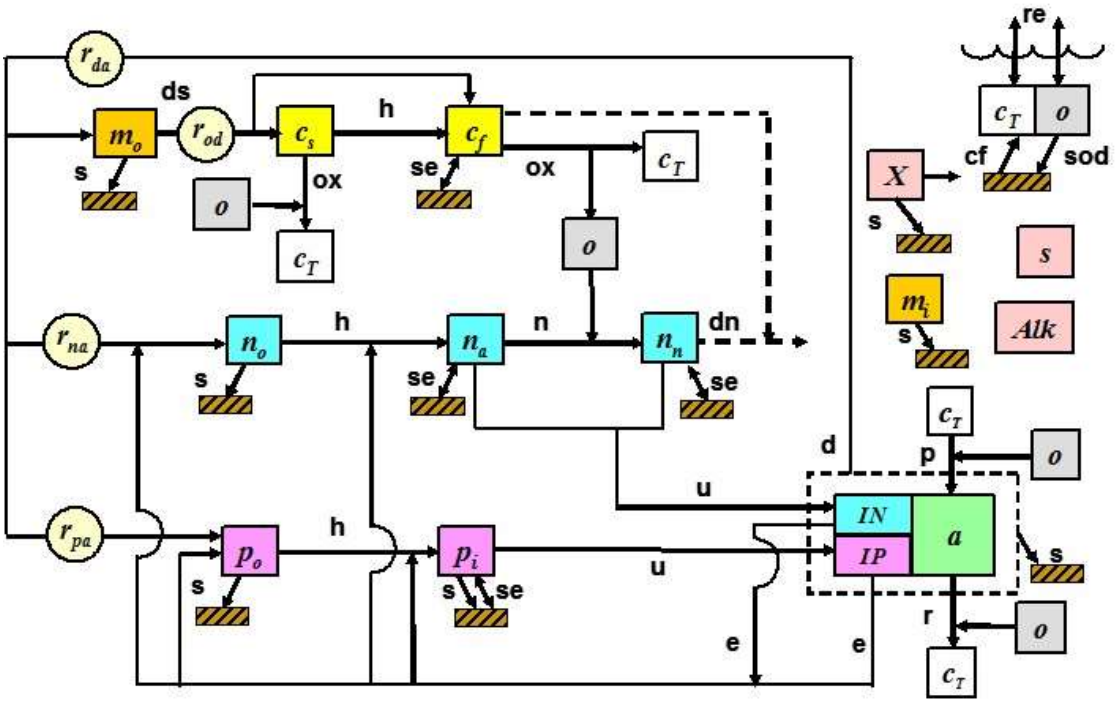
Es de acuerdo a lo anterior que se puede afirmar que se tuvieron en cuenta las características medioambientales propias de la corriente receptora de interés, que en este caso corresponde a la quebrada La Magdalena, en la cual se solicita permiso de vertimiento para la descarga de agua doméstica y residual industrial tratada proveniente del campamento Tangua.

Etapa 3: Correr módulo de auto calibración del software QUAL2Kw

Un algoritmo genético es una herramienta computacional eficiente y que ha sido utilizada con éxito en múltiples problemas de optimización de ingeniería. Está técnica se basa en conceptos de selección natural y genética, razón por la cual toda la terminología usada por ella es de carácter biológico con una connotación en la parte matemática de la programación usada.

El modelo QUAL2Kw posee de forma adicional dentro de su estructura una herramienta computacional llamada PIKAIA (Charbonneau and Knapp) que corresponde a una técnica metaehuristica de optimización matemática enmarcada dentro de los algoritmos genéticos y que es utilizada para realizar calibración de las variables cinéticas que intervienen en los diferentes procesos modelados, ya que la calibración de un modelo ambiental puede estar encaminado a la estimación de variables cinéticas que difícilmente se pueden establecer de manera experimental para un proyecto.

Figura 3-18. Modelo de la cinética y los procesos de transferencia de masa



Fuente: Manual del usuario de Qual2kw

Como se indica en la Figura 3-18, en el modelo QUAL2Kw los procesos cinéticos son: disolución (DS), hidrólisis (h), oxidación (OX), nitrificación (n), desnitrificación (DN), fotosíntesis (p), respiración (R), excreción (e), muerte (d), la respiración excreción (RX). Y los procesos de transferencia de masa son: reaireación (re), sedimentación (s), la demanda béntica de oxígeno (SOD), el intercambio con los sedimentos (se), y el flujo de carbono inorgánico (cf).

Es a partir de la aplicación de esta herramienta computacional articulada en el modelo, que se optimizan las variables usadas para la simulación de acuerdo a los datos ingresados, como datos de entrada. La Tabla 3-31**,** relaciona los rangos de variación de las constantes cinéticas considerados para el proceso de autocalibración del modelo QUAL2Kw en el tramo de estudio de la quebrada La Magdalena.

Tabla 3-31. Rangos de variación de constantes cinéticas - autocalibración del modelo QUAL2Kw

			Entradas autocalibración	
Parámetro	**Unidades**	**Símbolo**	**Valor mín.**	**Valor máx.**
Sólidos suspendidos inorgánicos				
Velocidad de sedimentación	m/d	v_i	0	2
Oxígeno:				
Modelo de reaireación			*f(u h)*	*f(u h)*
Corrección por temperatura		θ_a		
Efecto de reaireación causado por el viento				
O_2 para oxidación de carbono	gO_2/gC	r_{oc}		
O_2 para nitrificación NH_4	gO_2/gN	r_{on}		
Modelo de inhibición de CDBO por oxidación				
Parámetro de inhibición de Oxígeno por oxidación de la CDBO	L/mgO_2	K_{socf}	0,60	0,60
Modelo de inhibición de oxígeno por nitrificación				
Parámetro de inhibición de oxígeno por nitrificación	L/mgO_2	K_{sona}	0,60	0,60
Modelo de realce de oxígeno por denitrificación				
Parámetro de realce de oxígeno por denitrificación	L/mgO_2	K_{sodn}	0,60	0,60
Modelo de inhibición de oxígeno por respiración de fitoplancton				
Parámetro de inhibición de oxígeno por respiración de fitoplancton	L/mgO_2	K_{sop}	0,60	0,60
Modelo de realce de oxígeno por respiración de la biomasa algar				
Parámetro de realce de oxígeno por respiración de la biomasa algar	L/mgO_2	K_{sob}	0,60	0,60
N Orgánico:				
Hidrólisis	/d	k_{hn}	0,05	3
Factor de corrección por temperatura		θ_{hn}	1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{on}	0,05	2
Amonio:				
Nitrificación	/d	k_{na}	0,05	3
Factor de corrección por temperatura		θ_{na}	1	1,07
Nitratos:				
Denitrificación	/d	k_{dn}	0	2
Factor de corrección por temperatura		θ_{dn}	1	1,07
Coeficiente de transferencia por denitrificación a los sedimentos	m/d	v_{di}	0	1
Factor de corrección por temperatura		θ_{di}	1	1,07
P Orgánico:				
Hidrólisis	/d	k_{hp}	0.05	0.3
Factor de corrección por temperatura		θ_{hp}	1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{op}	0.05	2
P Inorgánico:				
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{ip}	0	2
Constante de saturación media por atenuación de oxígeno debido a la sedimentación del fósforo	mgO_2/L	k_{spi}	0	2
Detritus (POM):				

			Entradas autocalibración	
Parámetro	**Unidades**	**Símbolo**	**Valor mín.**	**Valor máx.**
Tasa de disolución	/d	k_{dt}	0,05	0,5
Factor de corrección por temperatura		θ_{dt}	1,07	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d	v_{dt}	0.05	2
Patógenos				
Tasa de decaimiento	/d	k_{dx}	0	20
Factor de corrección por temperatura		θ_{dx}	1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d	v_x	0	2
Constante alfa por extinción de la luz	/d per ly/hr	*apath*	0	1
pH:				
Presión parcial del dióxido de carbono	ppm	p_{CO2}		
Constituyente genérico				
Tasa de decaimiento	/d		0	20
Factor de corrección por temperatura			1	1,07
Velocidad de sedimentación	m/d		0	2

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Dentro de las variables patógenas se consideraron tanto los coliformes fecales como los coliformes totales, como indicadores de este tipo de contaminación.

Dentro de los constituyentes genéricos se realizó la calibración de parámetros tales como: cloruros y tensoactivos aniónicos – SAAM.

Para el desarrollo de la autocalibración del modelo QUAL2Kw, se debe especificar un parámetro estadístico que permita evaluar el grado de ajuste (fitness) de la información simulada por el modelo con respecto a la información del campamento. El QUAL2Kw trae por defecto, el inverso de la raíz media cuadrática, parámetro que fue considerado para la autocalibración del tramo de estudio de la quebrada La Magdalena.

Matemáticamente, la raíz media cuadrática (RMSE) para un número N de valores, es estimada de la siguiente manera:

1. Se calcula la diferencia entre los valores reales y los valores simulados, estimándose con ello los errores de medida.
2. Se elevan al cuadrado los errores de medida
3. Se extrae la media aritmética de los cuadrados de los errores de medida.
4. Finalmente se extrae la raíz cuadrada de la media aritmética estimada en el paso anterior, y esta es la raíz media cuadrática.

La raíz media cuadrática puede variar de cero a infinito, y cuanto más pequeño sea su valor (más cercana a cero), más ajustados estarán los datos simulados respecto a los datos reales.

Dado que el modelo QUAL2Kw incluye el inverso de esta variable, cuanto más grande sea dicho valor, más ajustado estará el modelo respecto a la realidad simulada, no existiendo un límite superior para dicha variable.

Etapa 4: Correr el modelo auto calibrado

Una vez se han suplido las etapas anteriores en el modelo ya estructurado y auto calibrado, se da la opción de corrida, con el fin de que el modelo realice sus procesos internos de cálculo y arroje los resultados de la condición actual de la corriente en relación a la concentración de los parámetros simulados en los segmentos localizados a lo largo del tramo simulado. Los resultados obtenidos en cada parámetro se comparan con los datos del reporte de muestreo de campo en relación a calidad de agua.

Etapa 5: Análisis de resultados

Se realiza un análisis de los resultados obtenidos en cada parámetro, según la normatividad ambiental vigente, realizando gráficas de distancia vs concentraciones, para identificar con mayor facilidad el comportamiento de las sustancias en el tramos definido para la quebrada La Magdalena.

- **Calibración del modelo**

A continuación se describen los resultados de la autocalibración, en función del ajuste que presentan los principales parámetros calibrados.

Empleando como estadístico de prueba el inverso de la raíz media cuadrática y a partir de los datos observados en el mes de febrero de 2017 sobre la quebrada La Magdalena, se obtuvo un ajuste (fitness) de 2,2713, resultado que si bien no es el mejor, corresponde a un valor aceptable con respecto a los datos observados en campo. Aunque se calibraron la mayoría de parámetros que se estima estarán presentes en el vertimiento doméstico y/o en el vertimiento industrial, no se desarrolló la calibración de sulfatos, grasas y aceites, ni metales, dado que las concentraciones medidas de estos parámetros sobre la quebrada fueron inferiores al límite de detección empleado por el laboratorio para su determinación. No obstante lo anterior, con en el fin de simular el comportamiento de los mismos, tal y como se expondrá más adelante dentro del análisis, previendo una condición más desfavorable, estos fueron modelados como sustancias conservativas.

De la Figura 3-19 a la Figura 3-40 se presentan los resultados obtenidos tras el ejercicio de autocalibración. Los valores medidos corresponden a los puntos en negro, mientras que los datos simulados corresponden a la línea continua.

En la Figura 3-19 se observan los resultados obtenidos para la variable temperatura, para la cual se encuentra un buen ajuste, dado que a lo largo del tramo estudiado la misma tiende a mantenerse estable, situación que se refleja de la misma manera en el comportamiento de la conductividad (Figura 3-20).

En el caso de los sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos (Figura 3-21 y Figura 3-22), los datos monitoreados reflejan un incremento, sin embargo dado que dentro del tramo de estudio no fueron identificados vertimientos, es posible que los mismos provengan de fuentes de contaminación difusa o

que hayan sido arrastrados por parte de la escorrentía superficial. Dado que no es posible precisar con certeza la fuente de origen de dichos aportes de sedimentos, los datos simulados no reflejan mayores variaciones en las concentraciones de sólidos suspendidos de la corriente sino un comportamiento con tendencia estable, situación que se observa de la misma manera en los sólidos suspendidos totales (Figura 3-23).

En el caso del oxígeno disuelto (Figura 3-24), los datos observados a diferencia de los simulados reflejan que se presenta un incremento de los niveles de manera cercana a la concentración de saturación, lo cual se debe posiblemente a procesos de reaireación que tienen lugar debido a la morfometría de la corriente (de tipo sinuoso), a la presencia de pendientes fuertes acompañadas de algunos depósitos de gravas en el lecho de la misma.

La DBO es representada en QUAL2Kw a partir de las DBO carbonácea de rápida degradación y la DBO carbonácea de lenta degradación. En la Figura 3-25 y Figura 3-26 se presentan los resultados obtenidos para la calibración de dicho parámetro. Según los datos observados, a lo largo del tramo de estudio se presenta un incremento de la misma. Dado que en la zona no se evidencian vertimientos puntuales, es posible que este tipo de aportes orgánicos provengan de fuentes de contaminación como las actividades agrícolas y pecuarias que se desarrollan en torno al tramo de estudio. Dado que para efectos de la modelación no fueron consideradas este tipo de fuentes de contaminación, el comportamiento de la variable simulada es netamente descendente en el caso de la CDBO rápida.

Con la DQO por su parte, (Figura 3-27) en la información simulada por el modelo, se refleja un ligero decaimiento a lo largo del tramo de estudio el cual tiende a acercarse al último monitoreo desarrollado. Dado que no fueron identificados vertimientos puntuales dentro del tramo, la información simulada no refleja el incremento evidenciado en la estación intermedia de monitoreo.

Por su parte, el QUAL2Kw simula parte del ciclo del nitrógeno, considerando las diferentes transformaciones que sufre el mismo, partiendo del nitrógeno orgánico el cual se convierte en nitrógeno amoniacal a través de procesos de hidrólisis, posteriormente dicho nitrógeno amoniacal es convertido en nitratos debido a la nitrificación y finalmente los nitratos son convertidos en nitrógeno molecular como resultado de procesos de denitrificación. De la Figura 3-28 a la Figura 3-31 se representa el comportamiento de los diferentes compuestos nitrogenados. Dado que los resultados obtenidos en campo para el nitrógeno orgánico fueron inferiores al límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio para su determinación, los datos observados no reflejan el decaimiento que sufre el nitrógeno, condición que si es evidenciada por los datos simulados.

Análogamente al nitrógeno, el QUAL2Kw simula la transformación del fósforo orgánico en fósforo inorgánico (Figura 3-32 y Figura **3-33**), debido a procesos de hidrólisis y mineralización. De allí que el leve descenso en los niveles de fósforo orgánico, se ven compensados con un incremento en los niveles de fósforo inorgánico en la misma proporción, manteniéndose las concentraciones del fosforo total estable a lo largo del tramo de estudio (Figura **3-34**).

Tanto la alcalinidad como el pH observados en el tramo de estudio del campamento Tangua cuentan con un comportamiento estable que es reflejado de la misma manera por los datos simulados por el modelo (Figura **3-35** y Figura **3-36**). Es de mencionar, que la totalidad de datos medidos en campo sobre la quebrada La Magdalena fueron inferiores al límite de detección de la técnica analítica, de allí que los mismos no evidencien los procesos de transformación natural del fósforo.

Los coliformes fecales y coliformes totales se reportan en la Figura **3-37** y Figura **3-38**, en las cuales se observa que existe un incremento dentro de los datos observados, por lo cual se presume que el origen de los mismos es debido a fuentes de contaminación difusa pues no fueron identificados vertimientos a lo largo del tramo de estudio.

Como constituyentes adicionales de las aguas residuales fue realizada la calibración de los tensoactivos (SAAM) y los cloruros, tal y como se presenta en la Figura 3-39 y Figura 3-40 respectivamente. Al igual que en otros parámetros tales como coliformes y DBO se evidencia un incremento en un punto intermedio del tramo de estudio, aunque en este caso seguido por un marcado descenso hasta el final del mismo. Considerando que no fueron identificadas fuentes puntuales que diesen cuenta de dicho incremento, el modelo no lo refleja, aunque si lo hace con el descenso posterior evidenciado en el último monitoreo desarrollado.

Figura 3-19. Resultados de la calibración de temperatura en la quebrada La Magdalena

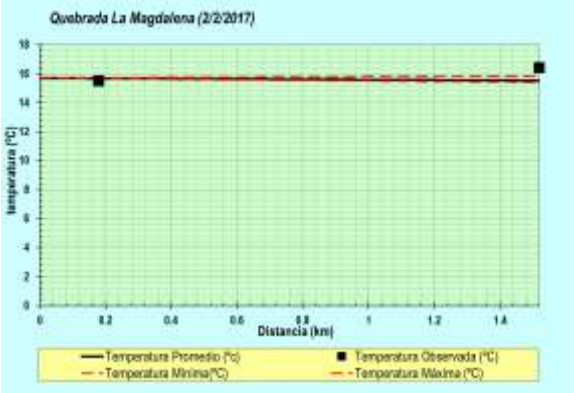


Figura 3-20. Resultados de calibración de conductividad en la quebrada La Magdalena

Figura 3-21. Resultados de calibración de los sólidos suspendidos inorgánicos de la quebrada La Magdalena

Figura 3-22. Resultados de calibración de detritus en la quebrada La Magdalena

Figura 3-23. Resultados de calibración de calibración del SST en la quebrada La Magdalena

Figura 3-24. Resultados de calibración del oxígeno disuelto en la quebrada La Magdalena

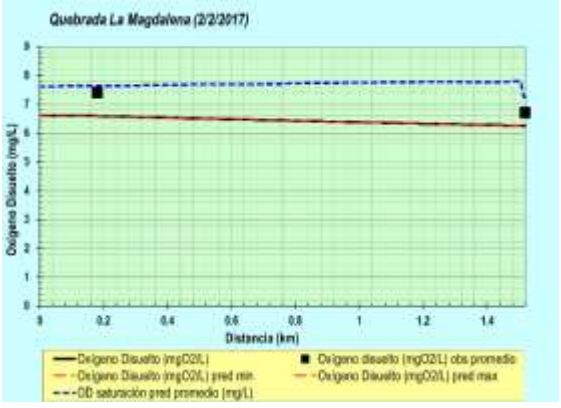


Figura 3-25. Resultados de la calibración de la DBO cabonácea lenta en la quebrada La Magdalena

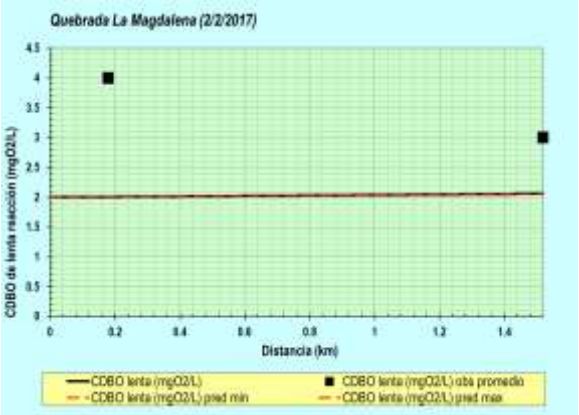


Figura 3-26. Resultados de calibración de la DBO carbonácea rápida en la quebrada La Magdalena

Figura 3-27. Resultados de calibración de la DQO en la quebrada La Magdalena

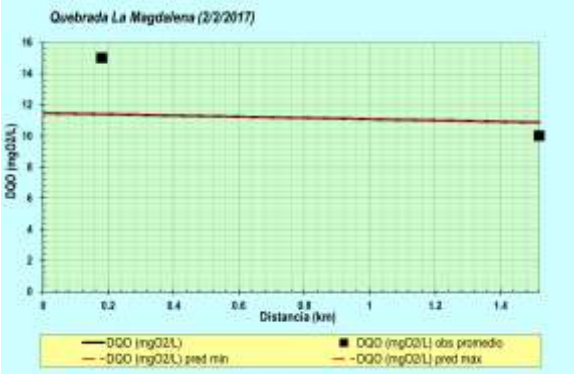


Figura 3-28. Resultados de la calibración del nitrógeno orgánico en la quebrada La Magdalena

Figura 3-29. Resultados de calibración del nitrógeno amoniacal en la quebrada La Magdalena

Figura 3-30. Resultados de la calibración del nitritos + nitratos en la quebrada La Magdalena

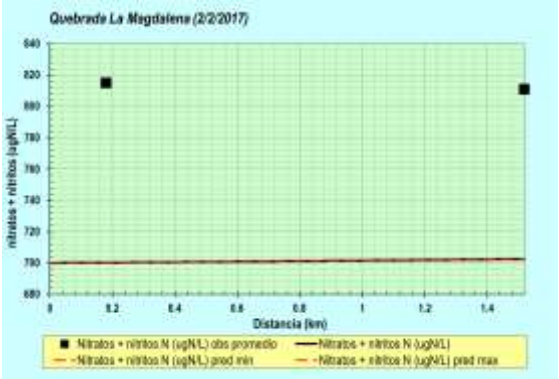


Figura 3-31. Resultados de calibración del Nitrógeno Total Kjeldahl en la quebrada La Magdalena

Figura 3-32. Resultados de la calibración del fósforo orgánico en la quebrada La Magdalena

Figura 3-33. Resultados de calibración del fósforo inorgánico en la quebrada La Magdalena

Figura 3-34. Resultados de calibración del fósforo total en la quebrada La Magdalena

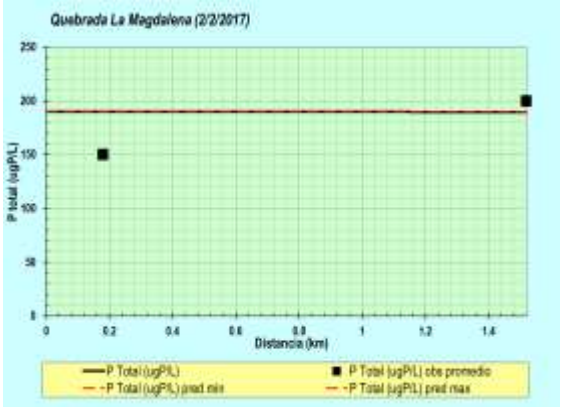


Figura 3-35. Resultados de calibración de la alcalinidad en la quebrada La Magdalena

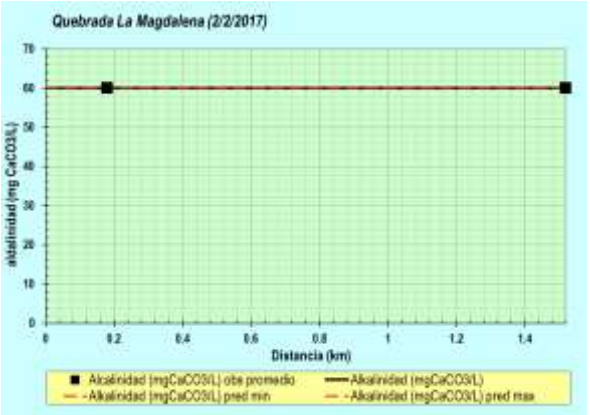


Figura 3-36. Resultados de calibración del pH en la quebrada La Magdalena

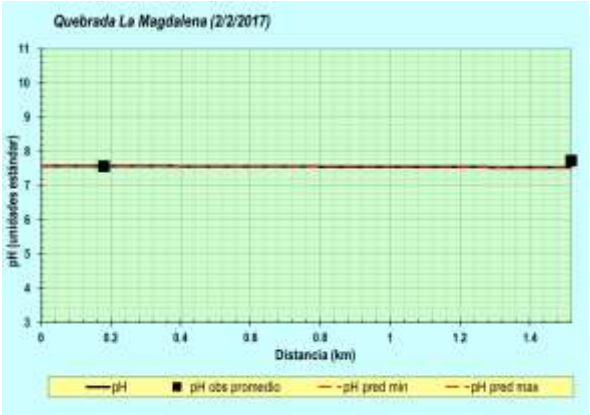


Figura 3-37. Resultados de calibración de los coliformes totales en la quebrada La Magdalena

Figura 3-38. Resultados de calibración de los coliformes fecales en la quebrada La Magdalena

Figura 3-39. Resultados de calibración de los tensoactivos (SAAM) en la quebrada La Magdalena

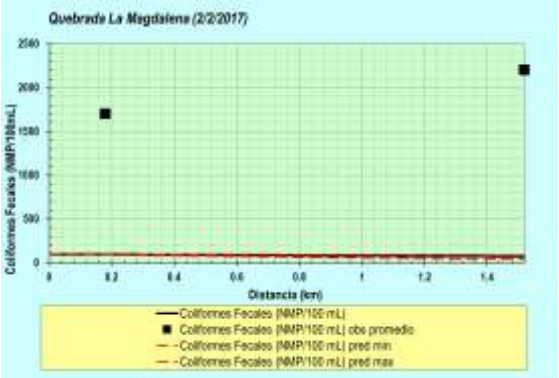


Figura 3-40. Resultados de calibración de cloruros en la quebrada La Magdalena

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En la Tabla 3-32 se resumen las constantes cinéticas obtenidas a partir de las calibraciones desarrolladas sobre el tramo de estudio.

Tabla 3-32. Constantes cinéticas obtenidas a partir de la calibración del tramo de estudio

Parámetro	Constante cinética	Valor
Sólidos Suspendidos Inorgánicos	Velocidad de sedimentación (m/d)	1,79
DBOC Lenta	Tasa de hidrólisis (d^{-1})	0,19
	Tasa de oxidación (d^{-1})	0,009
DBOC Rápida	Tasa de oxidación (d^{-1})	4,82
Nitrógeno Orgánico	Tasa de hidrólisis (d^{-1})	0,12
	Velocidad de sedimentación (m/d)	1,85
Nitrógeno Amoniacal	Tasa de nitrificación (d^{-1})	1,72
Nitratos	Tasa de denitrificación (d^{-1})	1,75
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0,003
Fósforo Orgánico	Tasa de hidrólisis (d^{-1})	0,16
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0,32

Parámetro	Constante cinética	Valor
Fósforo Inorgánico	Velocidad de sedimentación (m/d)	0,15
Coliformes Fecales	Tasa de decaimiento (d^{-1})	2,87
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0,49
	Constante alfa por extinción de la luz (d^{-1} x ly/hr)	1
Coliformes Totales	Tasa de decaimiento (d^{-1})	2,87
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0,49
	Constante alfa por extinción de la luz (d^{-1} x ly/hr)	1
Cloruros	Tasa de decaimiento (d^{-1})	15
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0
SAAM	Tasa de decaimiento (d^{-1})	20
	Velocidad de sedimentación (m/d)	0

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.4.3 Modelación predictiva

Los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, en su numeral 7.3.1, definen los escenarios necesarios para la modelación del vertimiento; por lo que en la Tabla 3-33 se pueden identificar estos, con la abreviación que se manejará para fines del presente estudio.

Tabla 3-33. Escenarios modelados

ID	Escenario
Escenario 0	Condición sin proyecto
Escenario 1	Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal mínimo sobre la corriente receptora
Escenario 2	Carga promedio en el vertimiento tratado y caudal promedio sobre la corriente receptora
Escenario 3	Carga máxima en el vertimiento tratado y caudal máximo sobre la corriente receptora
Escenario 4	Carga máxima en el vertimiento antes del tratamiento y caudal mínimo sobre la corriente receptora

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

En la Tabla 3-34 se resumen los caudales asociados a cada uno de los escenarios modelados y los diferentes parámetros climatológicos utilizados.

Tabla 3-34. Resumen de parámetros hidroclimatológicos de entrada al modelo

Parámetro	Escenario 0	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
Caudal corriente (m^3/s)	0,347	0,347	1,17	4,34	0,347
Caudal vertimiento Aguas residuales domésticas (m^3/s)	0	0,00042	0,0021	0,00042	0,00042
Caudal vertimiento aguas residuales industriales (m^3/s)	0	0,00078	0,0006	0,00078	0,00078
Temperatura del aire (ºC)	13	13	12,9	12,9	13
Temperatura de punto de rocío (ºC)	9,5	9,5	9,2	9,6	9,5
Velocidad del viento (m/s)	3,2	3,2	3,5	3,2	3,2
Nubosidad (octas)	75%	75%	62,5%	62,5%	75%
Radiación solar (W/m^2)	2.931	2.931	3.123	3.234	2.931

Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

Considerando que el caudal ambiental mínimo estimado para la quebrada La Magdalena en el sitio de vertimiento del campamento (0.83 m^3/s) fue superior al caudal medido sobre la quebrada durante el

desarrollo de los monitoreos fisicoquímicos realizados aguas arriba del vertimiento proyectado (0,347 m^3/s), se optó por emplear este último valor como caudal mínimo en la corriente receptora. La información climatológica tomada corresponde a los valores medios del mes de febrero, mes en el cual fueron realizados dichos monitoreos.

Para el escenario 2 (condición promedio), se tomaron los valores medios multianuales tanto de caudales como de parámetros climatológicos.

Entre tanto para el escenario 3 (condición de caudales máximos en la corriente) se tomaron los valores de los parámetros climatológicos correspondientes al mes de enero, mes de mayores caudales en la corriente para un periodo de retorno de 10 años.

Los valores de nubosidad reportados en octas fueron convertidos a porcentaje para su implementación dentro del modelo.

El porcentaje de sombra se estableció en 50%, teniendo en cuenta la influencia de la cobertura vegetal presente a los costados del cauce.

Los parámetros de calidad del agua asociados a los vertimientos (doméstico e industrial) para las condiciones con y sin tratamiento se relacionan de la Tabla 3-11 a la Tabla 3-15, y en la Tabla 3-23 se presentan las características fisicoquímicas de la corriente receptora aguas arriba del vertimiento. Los parámetros modelados correspondieron a aquellos reportados dentro de la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los vertimientos: pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, DBO_5, DQO, alcalinidad, cloruros, sulfatos, coliformes totales, coliformes fecales, SST, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal, nitritos + nitratos, fosforo orgánico, fósforo inorgánico y metales: arsénico, bario, cobre, mercurio y zinc. Los demás metales fueron omitidos debido a que las concentraciones estimadas fueron inferiores al límite de detección reportado por el laboratorio dentro de los monitoreos fisicoquímicos realizados sobre la quebrada La Magdalena o se encontraban muy por dejado de lo estipulado dentro del Decreto 1076 de 2015, en los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 referentes a los criterios de destinación del recurso hídrico para usos agrícola y pecuario, siendo estos los dos usos encontrados sobre la corriente.

Dado que la presencia de materia orgánica es indeseada en la preparación de mezclas de concreto, pues afecta de manera directa la resistencia y durabilidad de los elementos fabricados, se asumió que el vertimiento industrial no contaba con carga orgánica alguna, así como de nutrientes.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada uno de los parámetros mencionados y en el Anexo 6. Resultados de la modelación Qual2Kw, los archivos propios del modelo.

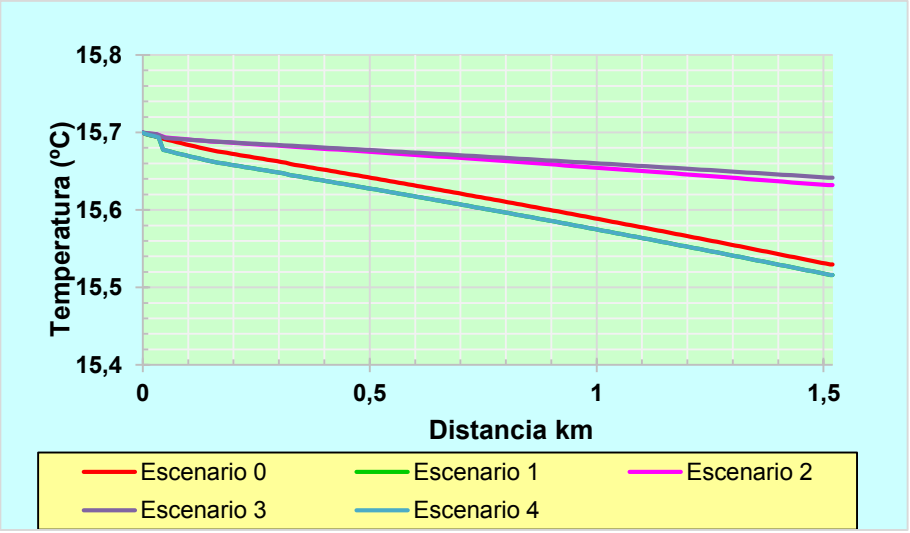
3.4.3.1 Temperatura

En la Figura 3-41 se indican los resultados obtenidos respecto a temperatura del agua, se observa que bajo todos los escenarios se mantiene un descenso generalizado de la misma, y que en ningún caso se sobrepasan los 5ºC a 100m de distancia del vertimiento, establecidos en la Resolución 0631 de 2015, toda vez que ninguno de los dos vertimientos cuenta con una temperatura sustancialmente diferente de la que tiene el agua dentro de la corriente receptora. Dado que el descenso máximo previsto de la

temperatura es de tan solo 0.2ºC no se prevén ningún tipo de alteración sobre la corriente en lo que respecta a este parámetro.

Dado que se asumió que las aguas a ser vertidas contaban con una temperatura de 1ºC por debajo de la temperatura ambiente, los mayores descensos se reportan para los escenarios 1 y 4, en los cuales están presentes los caudales mínimos de la corriente receptora.

Figura 3-41. Resultados Temperatura vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

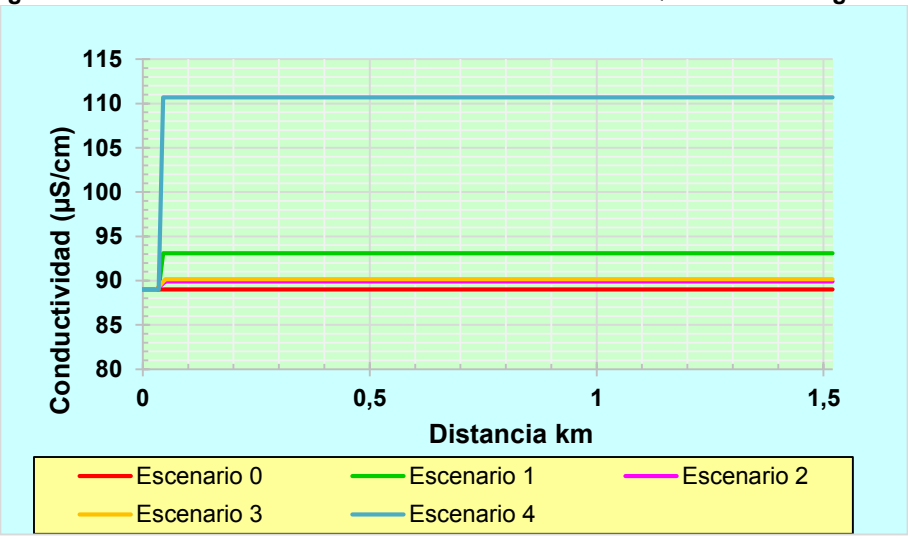


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017.

3.4.3.2 Conductividad

Los resultados de la modelación permiten evidenciar que para todos los escenarios en los cuales están presentes los dos vertimientos, se presenta un incremento en la conductividad, siendo como era de esperarse, dentro del escenario 4 (vertimiento con la carga máxima y sin tratamiento y caudales mínimos en la corriente), donde se presenta el mayor incremento de la conductividad, la cual pasa de 90 µS/cm a un poco más de 110 µS/cm, seguida en segundo lugar por el escenario 1 donde el incremento es de alrededor de 4 µS/cm con respecto a la conductividad inicial. Teniendo en cuenta que no existe límite normativo para este parámetro, no se prevén alteraciones significativas sobre la corriente receptora por el incremento de este parámetro.

Figura 3-42. Resultados Conductividad vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

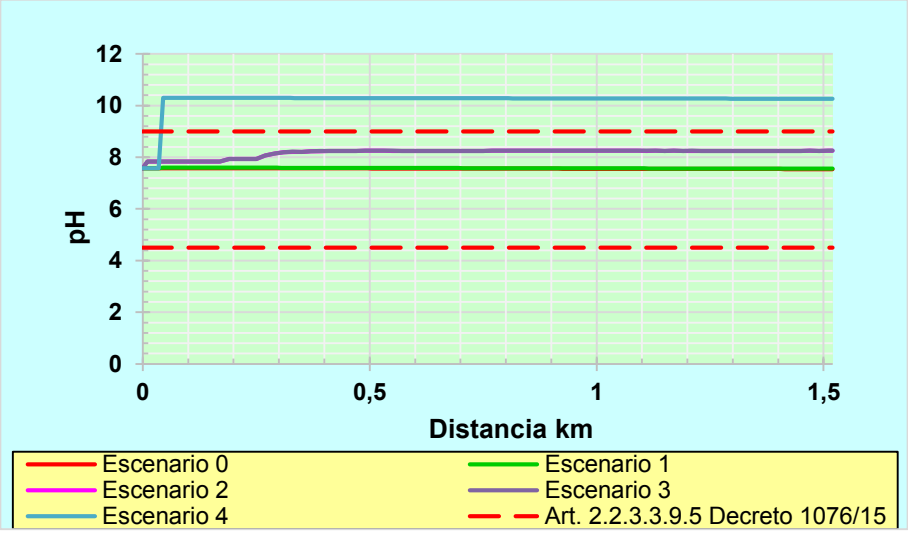


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.3 pH

Los resultados obtenidos de pH permiten evidenciar que las aguas residuales bajo todos los escenarios con tratamiento cumplen con los criterios de destinación del recurso hídrico admisibles para uso agrícola y pecuario (ver Figura 3-43). Solo en el caso de escenario sin tratamiento (escenario 4), la modelación arroja que se puede presentar un incremento hasta un valor de 10.3 unidades de pH, dada la elevada alcalinidad de las aguas industriales y el carácter básico de las mismas.

Figura 3-43. Resultados pH vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



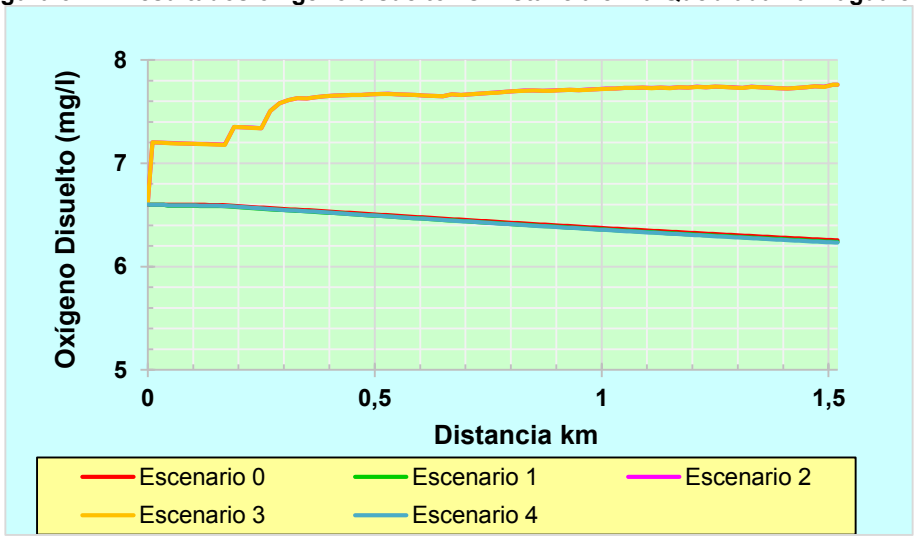
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.4 Oxígeno Disuelto

De acuerdo con la Figura 3-44, los niveles de oxígeno disuelto se incrementan durante el escenario 3, en el cual está presente el caudal máximo en la corriente receptora, y el caudal máximo de vertimiento, lo cual se explica en que al presentarse un mayor caudal, son mayores las velocidades y mayor la turbulencia en la corriente, de tal forma que se ven favorecidas las condiciones de reaireación de la misma. Los demás escenarios aunque no se superponen entre si son bastante cercanos en cuanto a las concentraciones estimadas, manteniéndose en todos ellos concentraciones por encima de 6 mg/l, condición que es favorable para la preservación de flora y fauna, la cual requiere que se presenten niveles de oxígeno superiores a 4 mg/l.

Se observa que en caso de presentarse un vertimiento con condiciones limitadas de tratamiento, no se verían afectadas las condiciones de la quebrada, ello debido a que los caudales a ser vertidos son demasiado bajos para generar un impacto significativo sobre los niveles de oxígeno disuelto, predominando las condiciones asociadas a su régimen natural.

Figura 3-44. Resultados oxígeno disuelto vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.5 DBO_5

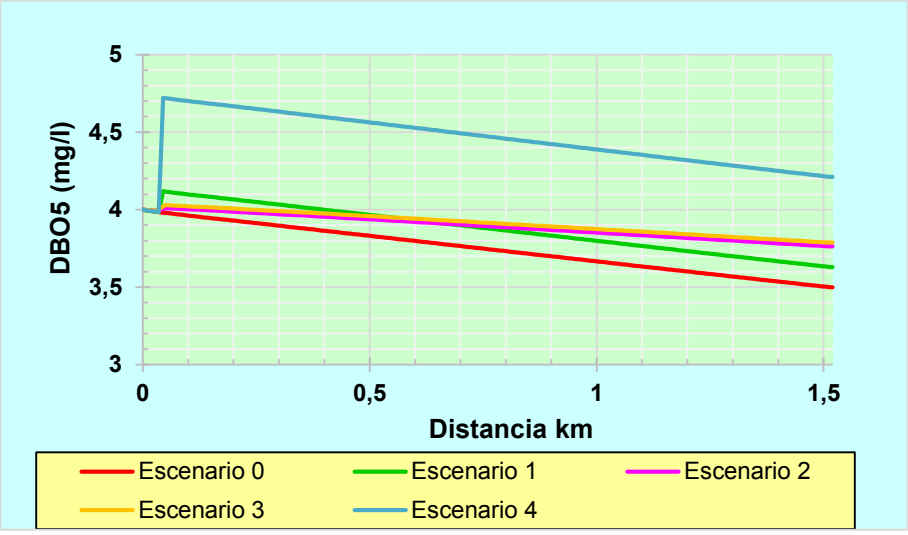
En la Figura 3-45 se presenta la variación de la DBO_5 a lo largo del tramo de estudio del campamento Tangua, se resalta que en todos los escenarios en los cuales está presente el vertimiento se presenta un incremento en los niveles de DBO_5 de la corriente, manifestándose el mayor incremento bajo la condición de vertimiento sin tratamiento (escenario 4), en el cual la DBO_5 podría llegar hasta valores cercanos a 4.7 mg/l, los cuales si bien decaen con posterioridad al vertimiento, estos no vuelven a las mismas condiciones iniciales dentro del tramo estudiado.

Bajo el escenario 1, se estima que los niveles de DBO_5 pueden llegar a ascender hasta valores cercanos a 4.1 mg/l, retornándose a las mismas condiciones iniciales en una distancia aproximada de 500 m contados desde la cabecera del tramo estudiado o 460 m aguas debajo de la coordenada superior de la franja de vertimiento proyectada.

Bajo los escenarios 2 y 3, los niveles de DBO aunque sufren un ligero incremento, su magnitud es de tan solo 0,03 mg/l, por lo cual este no es significativo.

Se resalta que para los usos agrícola y pecuario, la DBO no corresponde a un criterio de destinación del recurso, por lo cual no se prevén afectaciones sobre los usos del agua ya establecidos.

Figura 3-45. Resultados DBO_5 vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

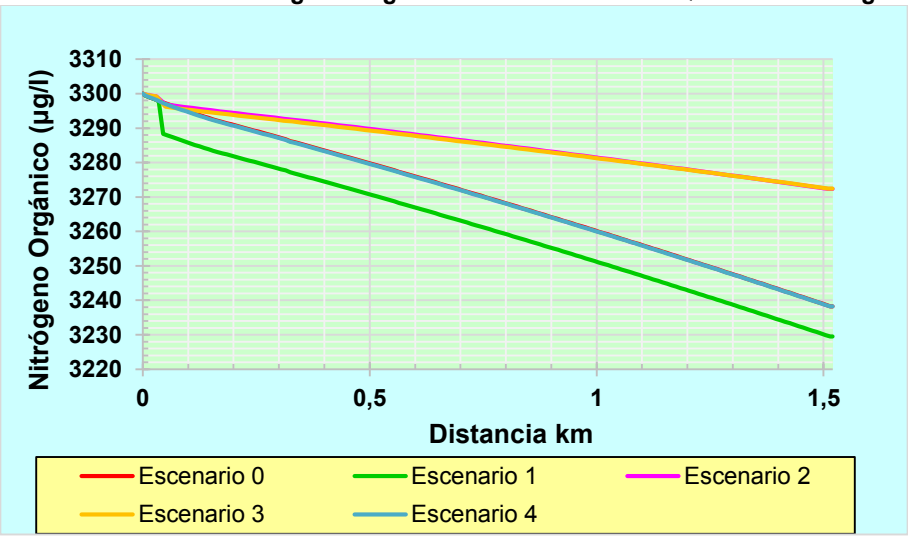
3.4.3.6 Nitrógeno Orgánico y Nitrógeno Amoniacal

El nitrógeno orgánico en todos los escenarios analizados presenta un incremento debido a los procesos de transformación del mismo en nitrógeno amoniacal mediante un proceso de mineralización, de allí que la reducción en los niveles de nitrógeno orgánico se vea compensada por un incremento de las concentraciones de nitrógeno amoniacal, tal y como se observa en la Figura 3-46 y Figura 3-47.

En el caso del nitrógeno orgánico, el máximo descenso dentro del tramo de 1,4 km se da con respecto a los datos del escenario 1 (vertimiento tratado con la carga máxima y caudal mínimo de vertimiento), con el cual se obtiene una disminución de aproximadamente 70 µg/l, mientras que con el escenario 3 (vertimiento tratado con la carga máxima y caudal máximo en la corriente receptora), el descenso es menor y es de solo 30 µg/l.

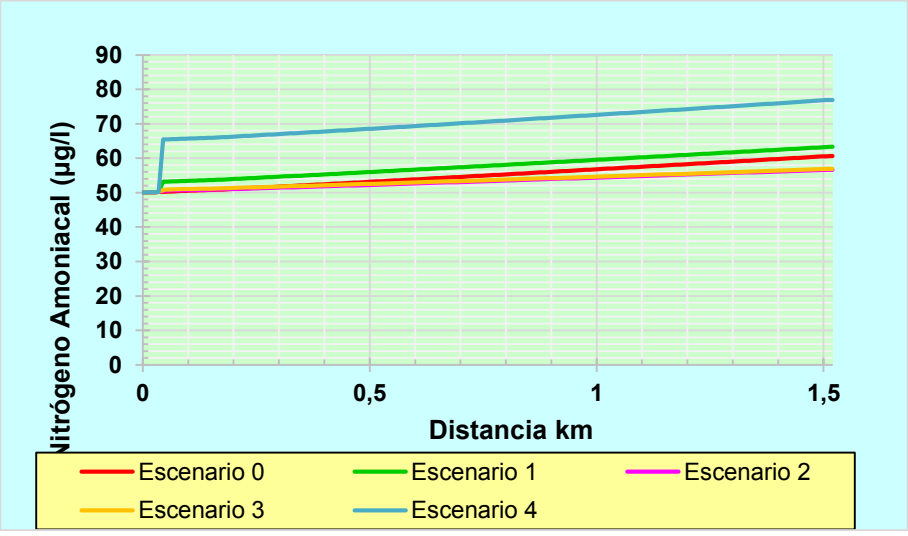
En cuanto al nitrógeno amoniacal, el efecto del vertimiento se manifiesta con un incremento sostenido a lo largo del tramo, siendo el escenario 4 (vertimiento sin tratamiento) donde se presenta el mayor incremento casi cercano a 30 µgl, entre tanto con el escenario 1 (vertimiento con la carga máxima probable y caudales mínimos de la corriente receptora) el efecto es de tan solo 1 µg/l con respecto al escenario 0 (sin vertimiento), por lo que se puede concluir que el efecto generado en términos del nitrógeno de la corriente no es significativo.

Figura 3-46. Resultados Nitrógeno Orgánico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Figura 3-47. Resultados Nitrógeno Amoniacal vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



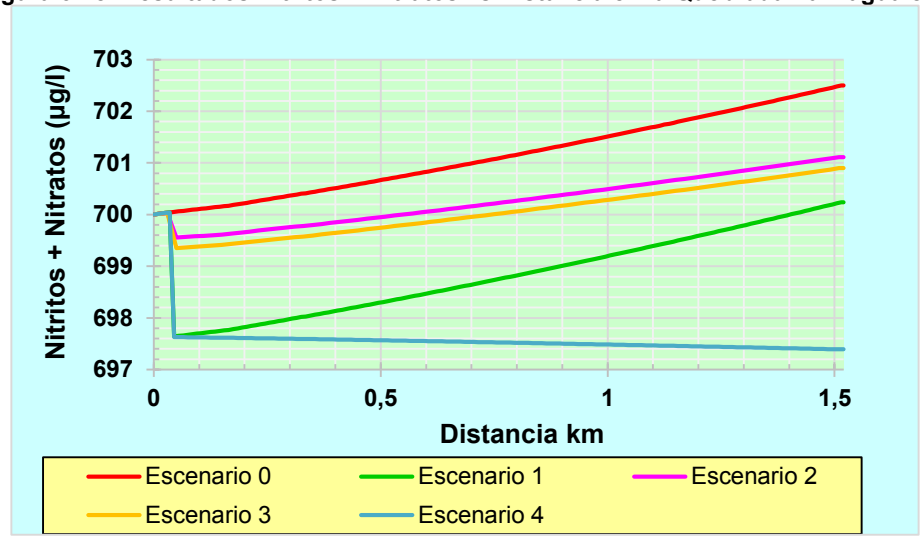
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.7 Nitritos + Nitratos

En cuanto a los nitritos y nitratos, en la Figura 3-48 se observa que con el vertimiento hay un descenso en la concentraciones de ambos compuestos nitrogenados, lo que se explica porque el vertimiento cuenta con menores cargas de estos parámetros con respecto a las que transporta el cuerpo de agua, generándose un efecto de dilución, aunque con un descenso de un poco más de 2 µg/l que es más pronunciado para el escenario 4 (vertimiento sin tratamiento y caudales mínimos de la corriente).

En el artículo 2.2.3.3.9.5 del Libro 2, Parte 2, Título 3, Capítulo 3, Sección 9 del Decreto 1076 de 2015, establece que para la destinación del recurso para uso pecuario, la sumatoria entre los nitritos y nitratos debe ser menor a 100 mg/l, por lo cual incluso bajo la condición de vertimiento sin tratamiento no se está generando ningún tipo de afectación de los usos existentes.

Figura 3-48. Resultados Nitritos + Nitratos vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



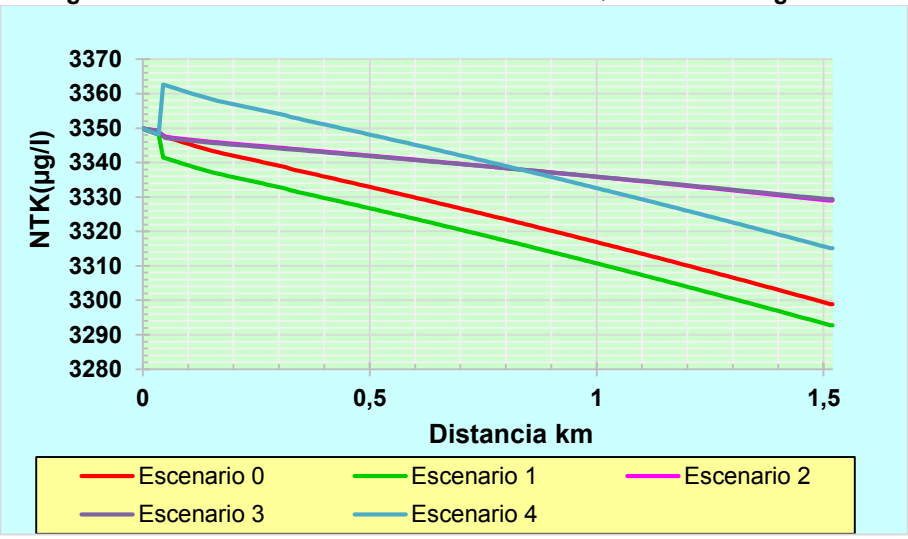
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.8 Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK)

En la Figura 3-49 se ilustran los resultados obtenidos para el nitrógeno total Kjeldahl (NTK). Se observa que bajo todos los escenarios con tratamiento hay un proceso de decaimiento de las concentraciones de este parámetro, esto debido a los procesos de mineralización y nitrificación, a partir los cuales por la oxidación biológica del amonio, el nitrógeno presente en la corriente se transforma en nitritos y posteriormente en nitratos.

Para una condición de vertimiento sin tratamiento (escenario 4), se observa que podría presentarse un incremento inicial hasta de un poco más de 10 µg/l, el cual decae rápidamente hasta concentraciones inferiores a las presentadas al inicio del tramo de estudio. Considerando que el escaso incremento en las concentraciones de este parámetro, se estima que aún bajo un escenario sin tratamiento, no se generarían cambios significativos en la corriente.

Figura 3-49. Resultados NTK vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



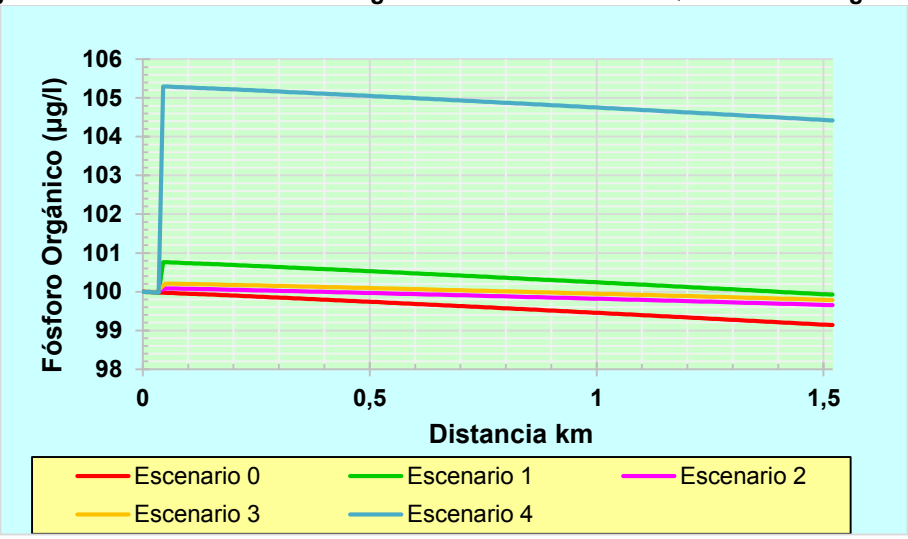
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.9 Fósforo Orgánico y Fósforo Inorgánico

Con relación al fósforo orgánico se tiene que bajo todos los escenarios en los que están presentes los vertimientos hay un incremento del mismo sin que se retorne a las mismas condiciones iniciales a lo largo del tramo modelado. El mayor incremento se da bajo el escenario sin tratamiento (escenario 4), bajo el cual se aumentan las concentraciones de la quebrada en un poco más de 5 µg/l, por lo cual se puede determinar que el efecto no es significativo.

Para los escenarios con tratamiento (1 a 3), el incremento que puede alcanzarse en la quebrada es de menos de 1 µg/l, por lo cual no se prevén mayores afectaciones sobre la corriente, pues estas son casi despreciables.

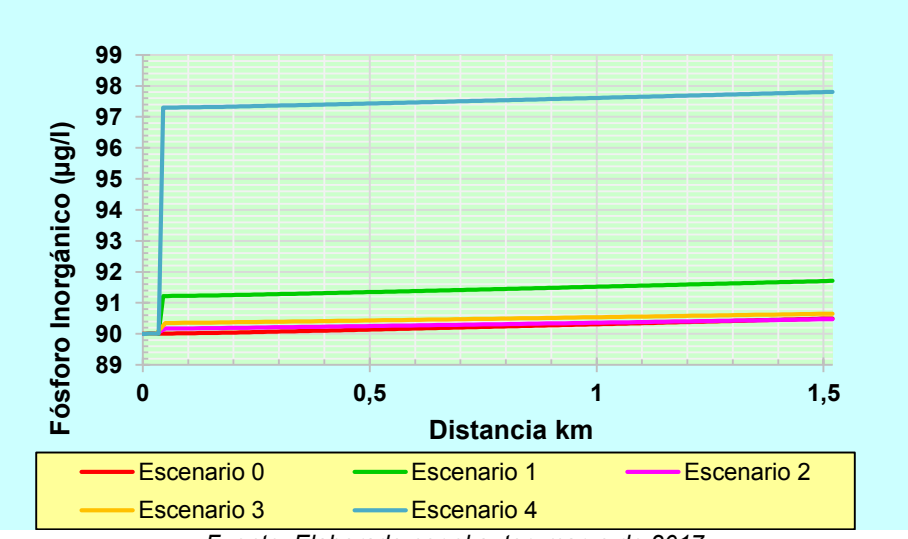
Figura 3-50. Resultados Fósforo Orgánico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

Con respecto al fósforo inorgánico, en la Figura 3-51 se observa que igualmente se presenta un incremento, que en el caso del escenario sin tratamiento corresponde a un valor de 7 a 8 µg/l, mientras que en los escenarios con tratamiento, el aumento en los niveles fósforo es de solo 1,7 µg/l, lo cual es despreciable con respecto a las concentraciones iniciales exhibidas por la quebrada, no siendo predecible la generación de afectaciones por el vertimiento en cuanto a fósforo se refiere.

Figura 3-51. Resultados Fósforo Inorgánico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

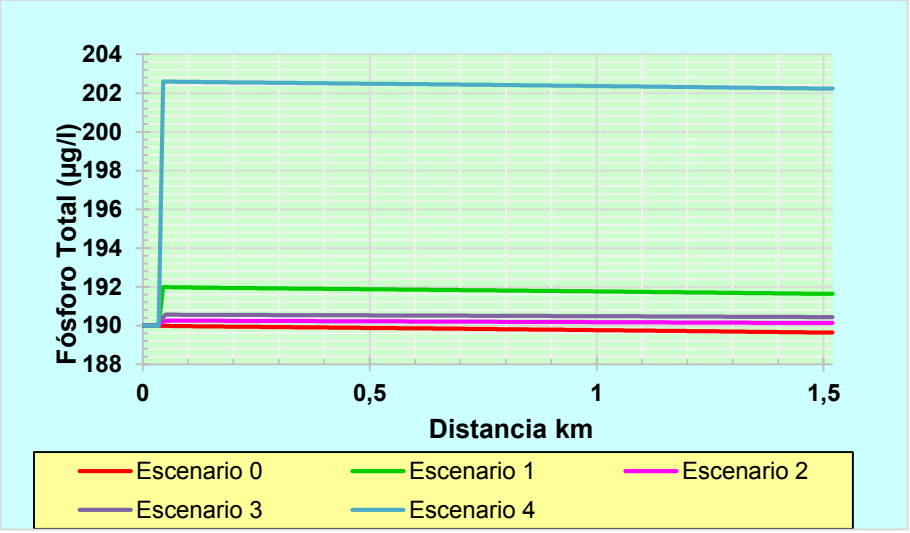


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.10 Fósforo Total

En la Figura 3-52 se presentan los resultados obtenidos para el fósforo total. Se observa que en general bajo todos los escenarios con vertimiento analizados, se presentaría un incremento en las concentraciones de fósforo total, en especial bajo la condición sin tratamiento (escenario 4), en la cual se estima podrían incrementarse los niveles de 190 µg/l a 202 µg/l, seguido por el escenario 1 (vertimiento tratado con la carga máxima y caudal mínimo de la corriente), en cuyo caso, las concentraciones de fósforo llegarían hasta 192 µgl, mientras que para los demás escenarios el incremento es de como máximo 0,5 µg/l. Considerando la baja magnitud del aumento estimado en las concentraciones de fósforo de la quebrada, se determinó que el vertimiento no generará un impacto significativo sobre la corriente en lo que respecta a este parámetro, aún bajo una condición sin tratamiento.

Figura 3-52. Resultados fósforo total vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



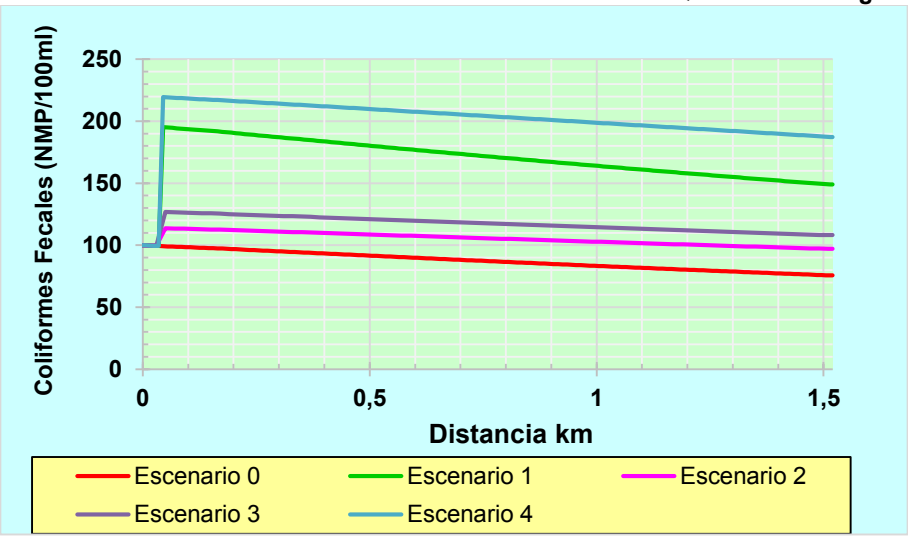
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.11 Coliformes Fecales

En la Figura 3-53 se presentan los resultados obtenidos para coliformes fecales, donde se observa que los mismos se incrementan bajo los diferentes escenarios en los cuales está presente el vertimiento, siendo el más extremo el escenario sin tratamiento, con el cual llegan hasta un pico de 219 NMP/100 ml, seguido por el pico asociado al escenario 1 (vertimiento con la carga máxima probable y caudales mínimos en la corriente receptora), el cual llega hasta un valor de 194 NMP/100 ml.

Teniendo en cuenta que para la destinación del recurso para uso agrícola para el riego de frutas el límite corresponde a un valor de 1000 NMP/100 ml, no se prevé la existencia de conflictos sobre el uso del agua asociados al vertimiento de las aguas del campamento.

Figura 3-53. Resultados Coliformes Fecales vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

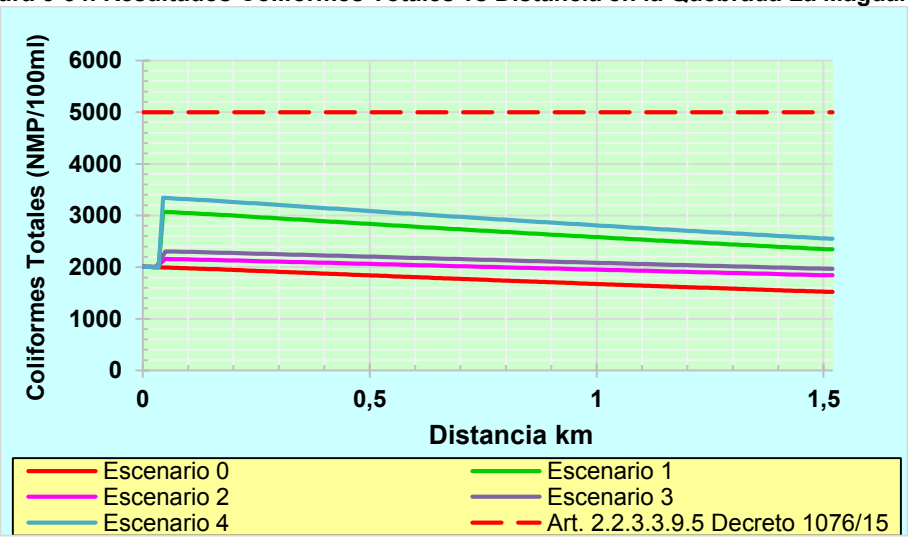


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.12 Coliformes Totales

Con respecto a los coliformes totales (Figura 3-54), el incremento para el escenario sin tratamiento es hasta de 1340 NMP/100 ml por encima de los niveles registrados aguas arriba del vertimiento del campamento Tangua. Por su parte, bajo los escenarios con tratamiento, el incremento es de aproximadamente 1000 NMP/100 ml, no obstante este no es lo suficientemente grande para que se sobrepasen los criterios de calidad del recurso para los usos actuales (agrícola y pecuario), establecidos en 5000 NMP/100 ml cuando existe riego de frutas u hortalizas.

Figura 3-54. Resultados Coliformes Totales vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



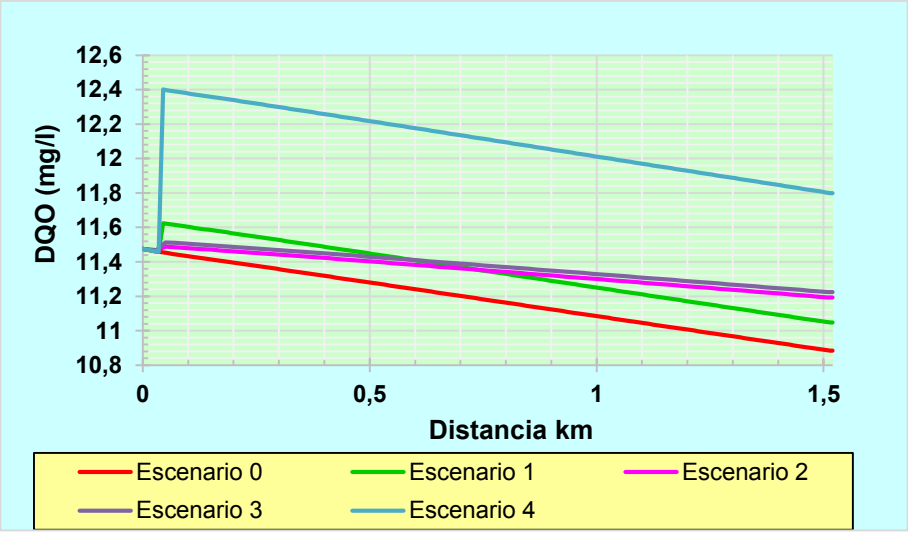
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.13 DQO

En la Figura 3-55 se presenta la variación espacial de la DQO a lo largo del tramo de estudio. Como era de esperarse el mayor incremento se da bajo el escenario 4 (vertimiento sin tratamiento) en el cual la DQO pasa de 11,5 a 12,4 mg/l, mientras que para el escenario con tratamiento, durante el escenario 1 (carga máxima en el vertimiento y caudales mínimos en la corriente receptora), el incremento llega hasta 11,6 mg/l. Cabe mencionar que este parámetro no forma parte de los criterios de destinación del recurso para los usos mencionados, por lo cual no se prevé afectaciones sobre los usos actuales del mismo derivados del incremento de esta medida.

Bajo una condición sin tratamiento, las concentraciones de la quebrada no retornan a las condiciones iniciales, mientras que para el escenario 1, la longitud estimada de influencia del vertimiento es de aproximadamente 500 m aguas abajo del vertimiento.

Figura 3-55. Resultados DQO vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



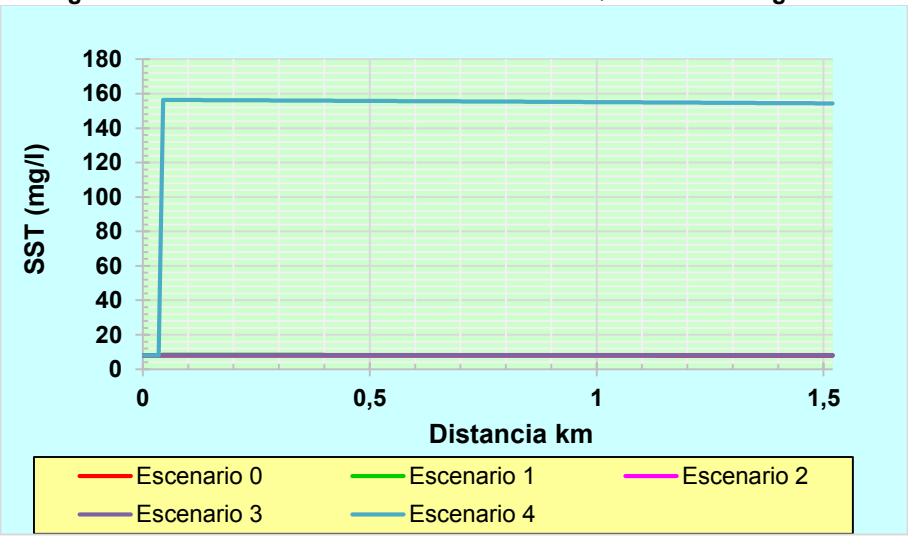
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.14 Sólidos Suspendidos Totales

Respecto a los SST (Figura 3-56) es evidente el incremento bajo el escenario de vertimiento sin tratamiento, pues los mismos pasan de un valor de 8 mg/l a otro cercano a los 160 mg/l, lo cual se encuentra asociado especialmente al vertimiento industrial, aunque el vertimiento doméstico también realiza aportes al mismo.

Para los escenarios con tratamiento se observa cierta similitud entre los resultados, los cuales aparentan superponerse entre sí, pues las variaciones máximas son de hasta 0,4 mg/l, valor que puede considerarse despreciable. Se resalta que para este parámetro no existen límites normativos con los cuales se pueda establecer algún comparativo.

Figura 3-56. Resultados SST vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



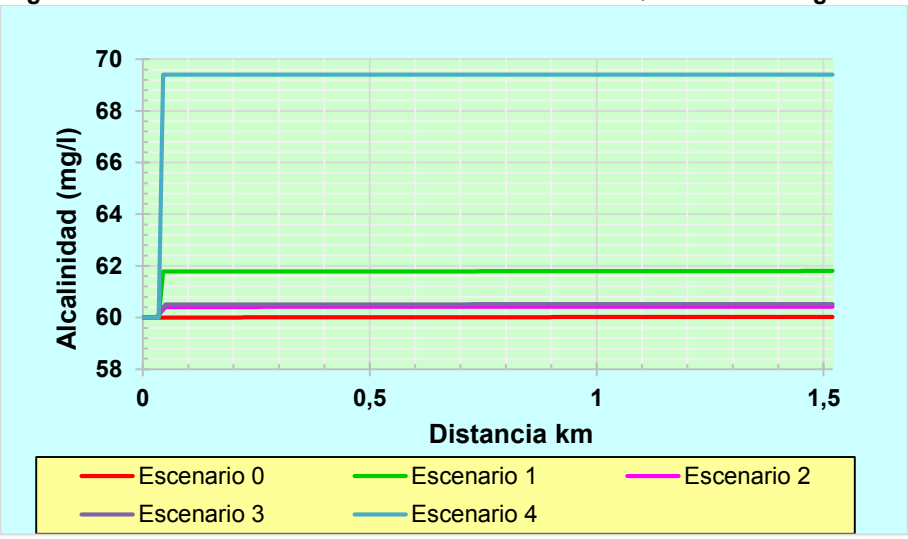
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.15 Alcalinidad

En la Figura 3-57 se presentan los resultados obtenidos para la alcalinidad dentro del tramo de estudio del vertimiento del campamento Tangua. Se observa que la misma se incrementa dentro del escenario 4 (sin tratamiento) de 60 a 69 mg/l, mientras que para la condición con tratamiento (escenarios 1 a 3) los incremento son menores, tal es el caso del escenario 1 en el que la concentración esperada aguas abajo corresponde a un valor de 61,8 mg/l.

Dado que este parámetro no constituye un criterio de destinación del recurso para los usos actuales de la quebrada La Magdalena, no se contemplan afectaciones a los mismos.

Figura 3-57. Resultados Alcalinidad vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



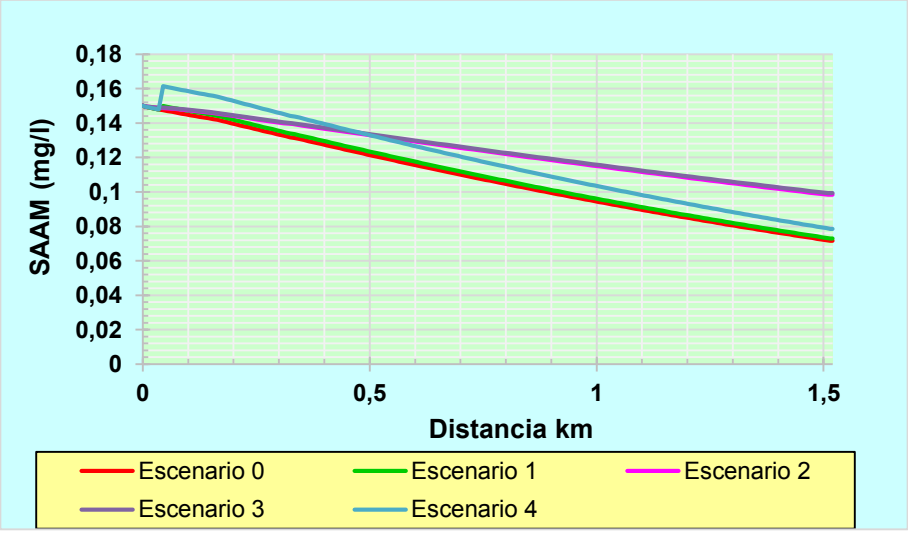
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.16 Sustancias Activas al Azul de Metileno (SAAM)

En la Figura 3-58 se presentan los resultados obtenidos para los SAAM dentro del tramo de estudio, en la cual se identifica la ocurrencia de un ligero incremento seguida de un descenso. Para el escenario sin tratamiento, tal incremento es de 0.1 mg/l, mientras que para los escenarios con tratamiento, el incremento es despreciable, prevaleciendo el mecanismo de decaimiento.

Dado que este parámetro no forma parte de los criterios admisibles para destinar las aguas para uso agrícola y pecuario, no se prevén afectaciones sobre los usuarios de la corriente.

Figura 3-58. Resultados SAAM vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



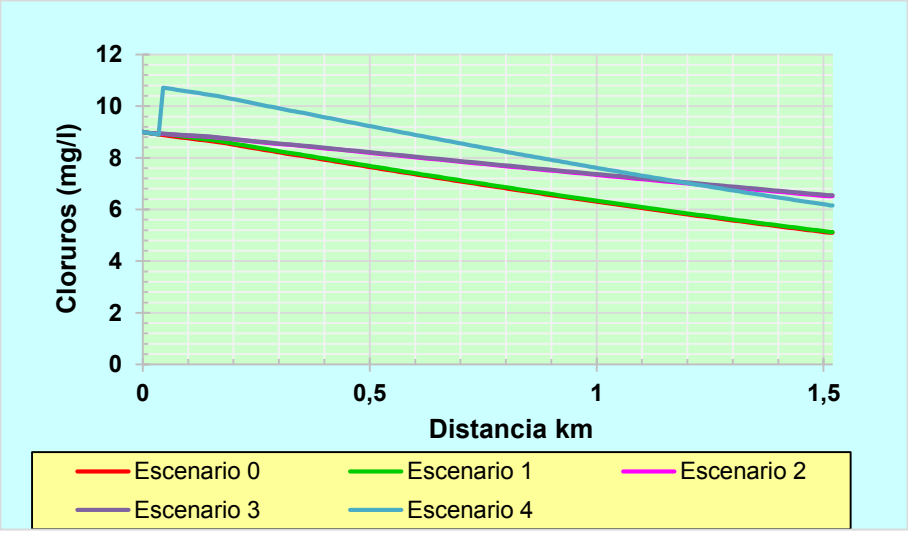
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.17 Cloruros

El comportamiento de los cloruros a lo largo del tramo de estudio se presenta en la Figura 3-59. El incremento máximo esperado bajo el escenario sin tratamiento es de 2,7 mg/l, mientras que para los escenarios con tratamiento no se espera un incremento sino un decaimiento del mismo que se mantiene a lo largo del tramo de estudio.

Por tanto, el vertimiento tratado no genera un impacto significativo sobre la carga de cloruros transportada por la quebrada.

Figura 3-59. Resultados Cloruros vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



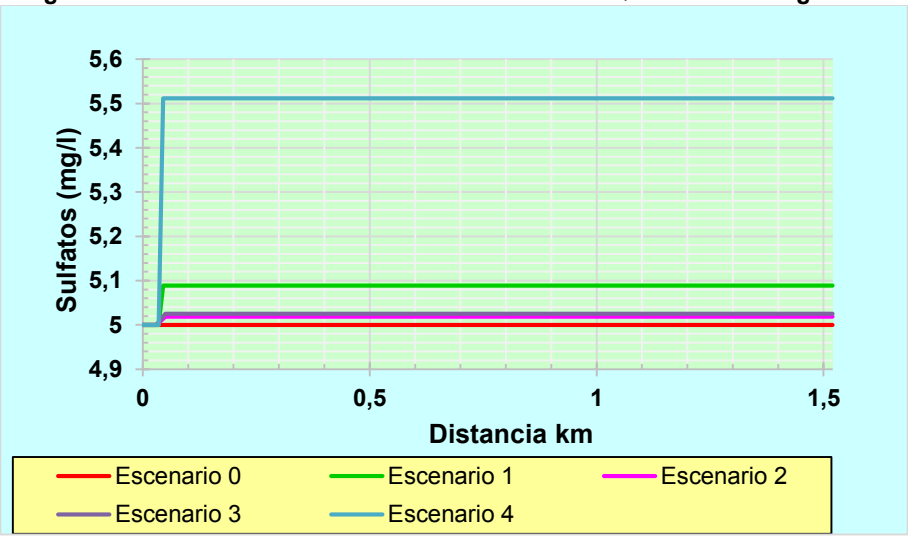
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.18 Sulfatos

Aunque los sulfatos estrictamente hablando no son sustancias conservativas pues bajo condiciones anaerobias estos se pueden reducir a sulfuros, dada la inexistencia de este tipo de condiciones en la quebrada, se realizó la modelación de los mismos tomándolos como tal. En la Figura 3-60 se ilustra la variación espacial de los sulfatos a lo largo del tramo de estudio.

Se estima que bajo un escenario sin tratamiento los sulfatos pueden aumentar de 5 a 5,5 mg/l, mientras que para una condición de tratamiento con las cargas máximas en el vertimiento y caudales mínimos en la corriente (escenario 1) el incremento es de solo 0,1 mg/l, por lo cual se puede inferir que no se generaran cambios significativos en la calidad de la corriente en lo que respecta a este parámetro.

Figura 3-60. Resultados Sulfatos vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



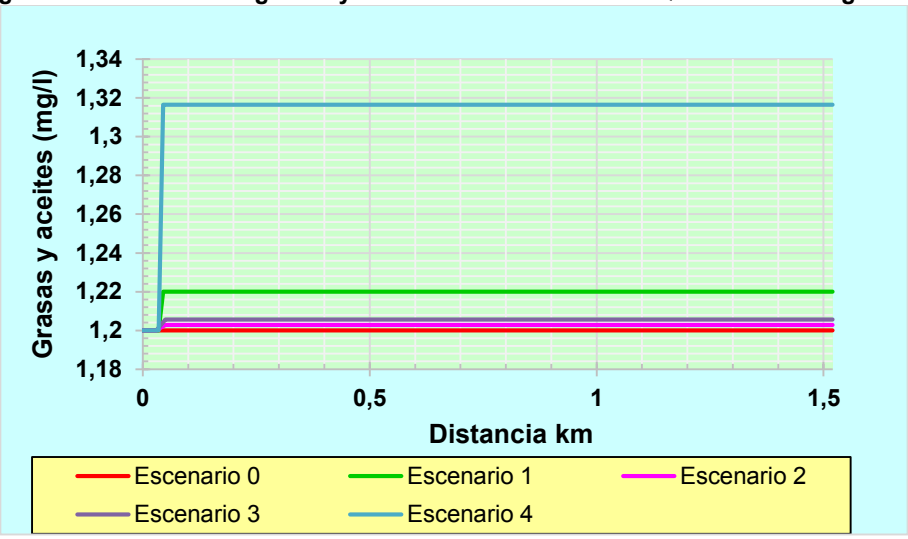
Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

3.4.3.19 Grasas y aceites

Los resultados obtenidos de grasas y aceites se presentan en la **Figura 3-61**, en la que se observa que bajo el escenario sin vertimiento (escenario 0) los niveles se mantienen constantes, esto debido a que dentro de los monitoreos desarrollados, todas las mediciones dieron por debajo del límite de detección de la técnica analítica empleada por el laboratorio (1.2 mg/l). Por otro lado se observa que bajo una condición de caudal medio o de caudal máximo en la corriente y considerando un comportamiento conservativo del parámetro, el incremento de los niveles de grasas y aceites en la corriente es insignificante pues es de máximo 5 µg/l. Bajo el escenario 1 (caudales mínimos en la corriente y carga máxima en el vertimiento tratado), se estima que el incremento de los niveles de grasas y aceites en la corriente podría ser hasta de 20 µg/l, por lo cual se considera que bajo los diferentes escenarios con tratamiento el efecto de los vertimientos no es significativo.

Bajo una condición de vertimiento sin tratamiento (escenario 4), se estima que las concentraciones de grasas y aceites pueden incrementarse de 1,2 a 1,32 mg/l, incremento que se podría considerar bajo dada la proporción existente entre el caudal máximo del vertimiento y el caudal mínimo de la Quebrada La Magdalena, que es de aproximadamente el 4%. Es de mencionar que de acuerdo con los usos del agua identificados (agrícola y pecuario) y los criterios de destinación del recurso para dichos usos, consignados en los artículos 2.2.3.3.9.5 y 2.2.3.3.9.6 del Decreto 1076 de 2015, la concentración de grasas y aceites no constituye un factor limitante que restringa la utilización del recurso, por lo cual no se prevén conflictos con los usos existentes, aun bajo un escenario de vertimiento sin tratamiento, en lo que respecta a este parámetro.

Figura 3-61. Resultados grasas y aceites vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

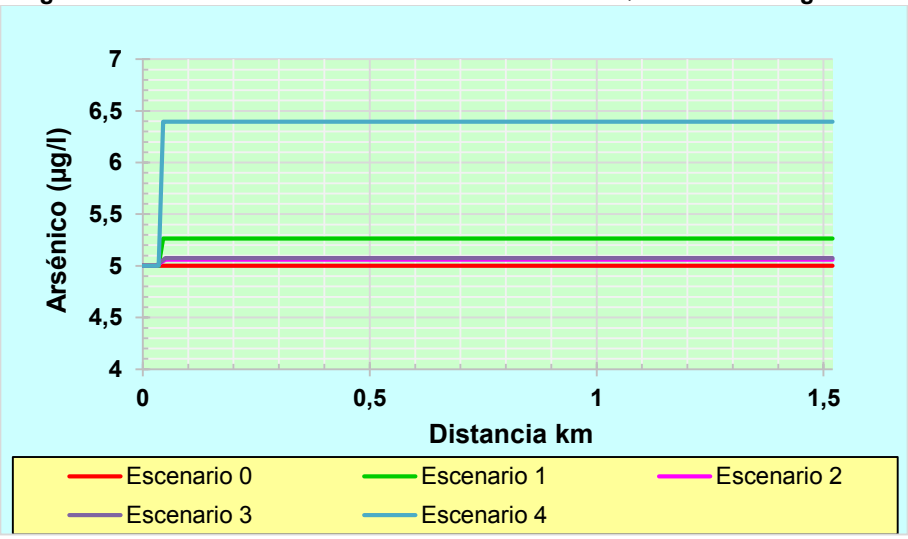
3.4.3.20 Metales

De la Figura 3-62 a la Figura 3-66 se presentan los resultados obtenidos para los diferentes metales simulados, todos ellos como sustancias conservativas, es decir que no son afectadas por procesos naturales, sino que en principio son reducidas por dilución.

- **Arsénico**

En cuanto al arsénico (Figura 3-62) se observa que la concentración máxima estimada correspondiente al escenario 4 (sin tratamiento) en la que se alcanza un máximo de 6,5 µg/l, sin embargo dado que el valor límite para destinar las aguas para uso agrícola y pecuario es 1 mg/L, se considera que incluso bajo un escenario sin tratamiento no se altera la calidad fisicoquímica de la quebrada.

Figura 3-62. Resultados Arsénico vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

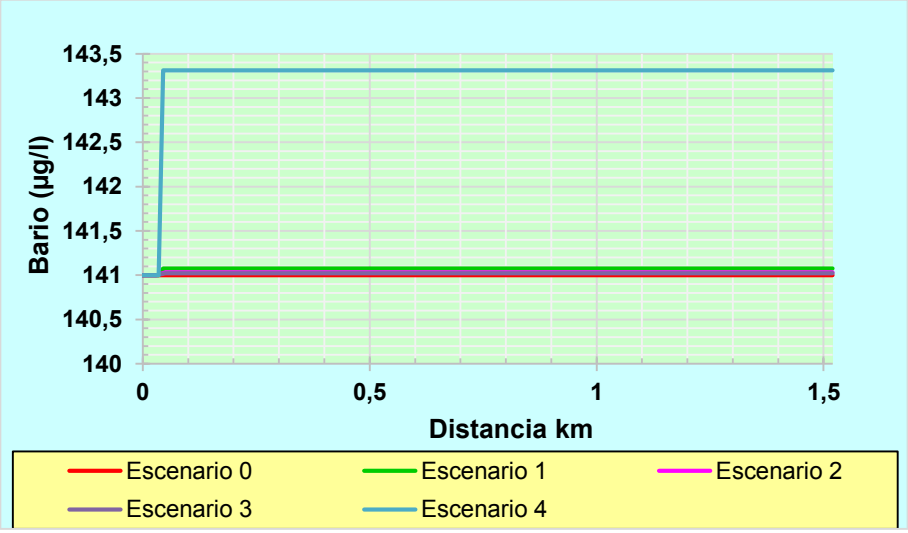


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Bario**

Con respecto al bario (Figura 3-63), ocurre algo similar y la concentración máxima para el escenario sin tratamiento (143 µg/l) es baja, considerando la concentración máxima admisible para uso agrícola y pecuario.

Figura 3-63. Resultados Bario vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

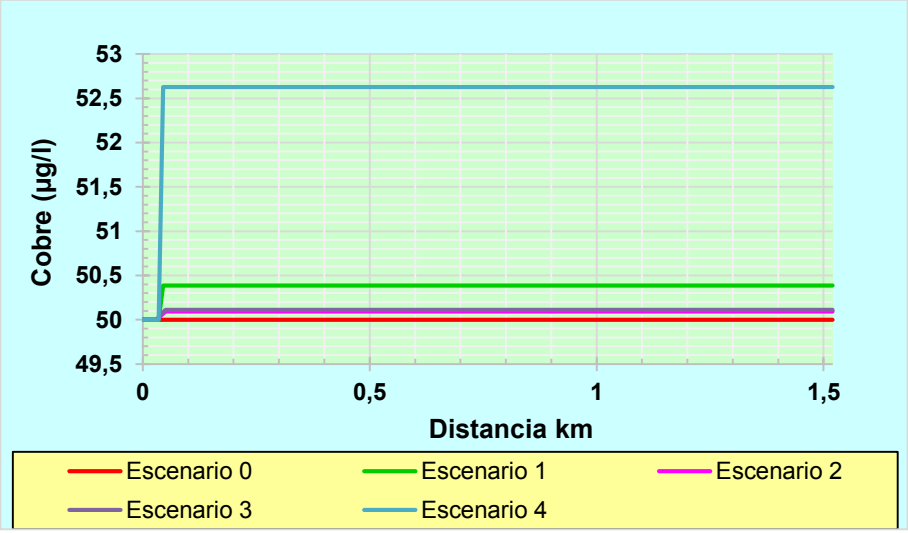


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Cobre**

En el caso del cobre (ver Figura 3-64), las concentraciones máximas para el escenario mínimo sin tratamiento (2.06) son igualmente inferiores al criterio de destinación del recurso hídrico (1 mg/l), por lo cual tampoco se prevén alteraciones sobre la calidad del agua.

Figura 3-64. Resultados Cobre vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

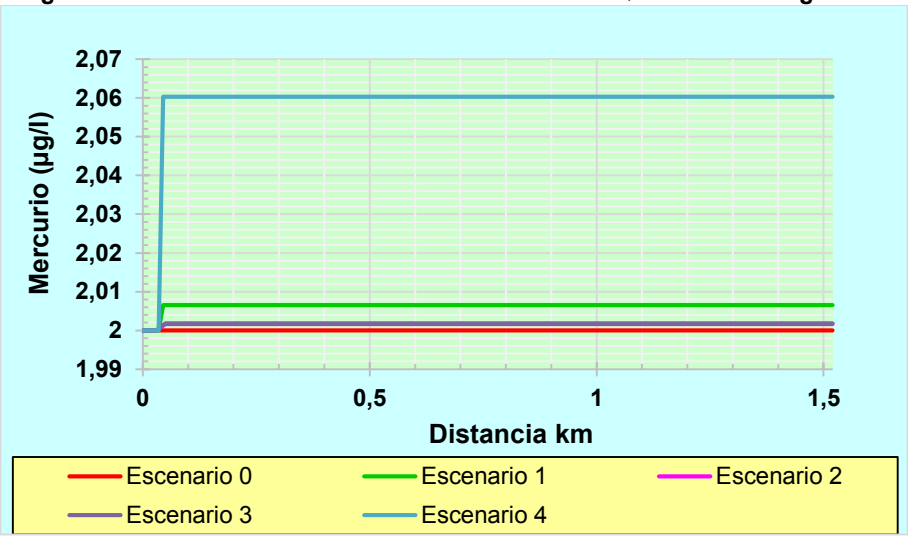


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Mercurio**

En términos del mercurio (ver Figura 3-65), se estima que para el escenario sin tratamiento los niveles máximos pueden llegar a ser de 2,06 µg//l. Ahora bien, considerando que el límite normativo para que las aguas dejen de ser aptas para uso pecuario es 10 µg/l (0.01 mg/l) y que para uso agrícola este parámetro no corresponde a un criterio para indicar la aptitud de las aguas para su utilización, aun para condiciones de vertimiento sin tratamiento, no se prevén alteraciones significativas sobre la calidad del agua de la quebrada o los usos existentes.

Figura 3-65. Resultados Mercurio vs Distancia en la Quebrada La Magdalena

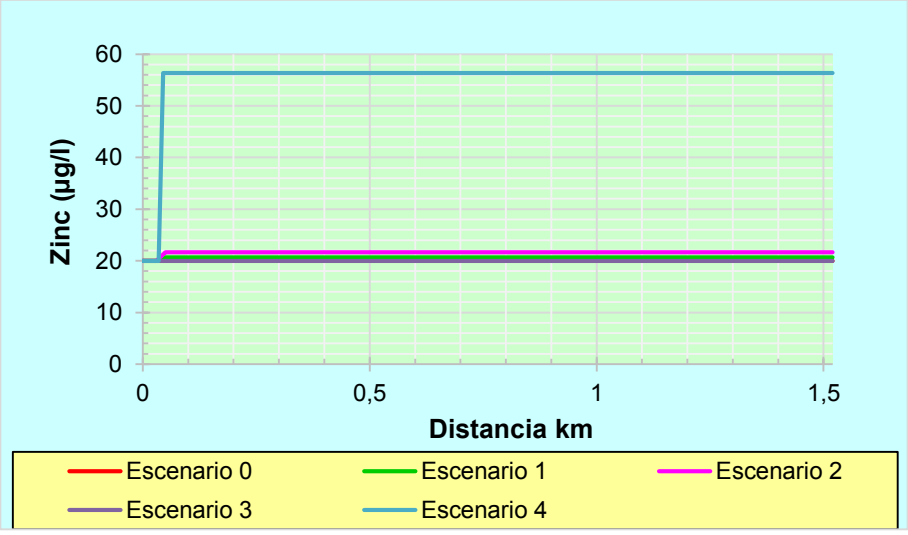


Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

- **Zinc**

Finalmente, en cuanto al zinc (Figura 3-66), se considera que para el escenario sin tratamiento los niveles máximos pueden llegar a ser de 56 µg//l. Sin embargo, teniendo en cuenta que el límite normativo para que las aguas dejen de ser aptas para uso agrícola es de 2.000 µg/l (2 mg/l) y para uso pecuario es 15000 µg/l (15 mg/l), incluso de llegar a presentarse el escenario 4 (vertimiento sin tratamiento), no se prevén alteraciones sustanciales sobre lo que respecta a este parámetro sobre la calidad de las aguas de la quebrada La Magdalena.

Figura 3-66. Resultados Zinc vs Distancia en la Quebrada La Magdalena



Fuente: Elaborado por el autor, marzo de 2017

4 CONCLUSIONES

De acuerdo la modelación matemática realizada para evaluar el efecto del vertimiento proyectado de aguas residuales domésticas e industriales sobre la Quebrada La Magdalena, bajo condiciones con y sin tratamiento, se concluye lo siguiente:

- El modelo Qual2kw empleado en la modelación resultó ser apropiado, ya que permitió lograr una adecuada calibración para la simulación de escenarios futuros.
- De acuerdo con los ensayos de trazadores desarrollados, la longitud de mezcla de los vertimientos a ser realizados sobre la quebrada La Magdalena varía entre 9,7 y 11,8 m, lo cual indica que los vertimientos se mezclan muy rápidamente con el agua natural.
- La condición más desfavorable para el cuerpo de agua receptor es la temporada seca, donde el caudal ambiental se estimó en 0,83 m^3/s, el cual se tiene en el mes de agosto. Lo anterior, debido a que para este caudal la capacidad de dilusión y amortiguación es baja.
- La calidad fisicoquímica y bacteriológica de la quebrada La Magdalena aguas arriba del vertimiento muestra que la corriente receptora cuenta con buenas condiciones de calidad, aunque tiene presencia de coliformes fecales y totales, atribuidos posiblemente a la actividad ganadera de la región.
- De acuerdo con los monitoreos desarrollados aguas abajo del vertimiento se presenta un incremento en la concentración de algunos parámetros entre estos los coliformes y la DBO, que sugieren la existencia de fuentes de contaminación difusa.
- A partir de las diferentes modelaciones realizadas sobre la quebrada La Magdalena, en los escenarios de vertimiento con tratamiento, se evidencia que el vertimiento proyectado del campamento Tangua, no presenta un efecto importante sobre el comportamiento de la mayoría de constituyentes en la corriente receptora, siempre y cuando se dé cabal cumplimiento a las disposiciones de la Resolución 0631 de 2015 y/o calidad del vertimiento con la cual se realizó la modelación. Por lo tanto se considera viable el vertimiento de las aguas residuales domésticas e industriales procedentes del campamento Tangua sobre la quebrada La Magdalena.
- Si bien la quebrada La Magdalena no cuenta con objetivos de calidad definidos por parte de la autoridad ambiental, se encontró que sobre la misma son desarrolladas actividades de aprovechamiento para uso agrícola y pecuario, con respecto a los cuales fue analizado el modelamiento.
- Si bien la longitud de influencia de los vertimientos puede sobrepasar los límites del tramo modelado, pues serán vertidas sustancias conservativas tales como metales pesados, el impacto generado por dichos vertimientos no afecta de manera significativa la calidad de la corriente ni los usos existentes sobre la misma.

5 RECOMENDACIONES

- Monitorear periódicamente el cuerpo de agua receptor aguas arriba de los vertimientos procedentes del campamento Tangua y aguas abajo de los mismos, procurando efectuar estos monitoreos hasta después de la zona de mezcla calculada para dicho vertimiento (11,8 m); esto con el fin de hacer seguimiento al comportamiento de la corriente en las diferentes épocas del año.
- Garantizar que durante el tiempo de duración de los campamentos se dé cumplimiento a la normatividad ambiental vigente definida en materia de vertimientos, en este caso representada por la Resolución 0631 de 2015. Lo anterior implica realizar monitoreos de caudal y calidad del agua cruda y tratada de los sistemas de tratamiento a implementar.
- Realizar mantenimiento continúo a los diferentes sistemas de tratamiento tanto de aguas residuales domésticas como de aguas residuales industriales, con el fin de garantizar su adecuado funcionamiento y que el efluente del mismo dé cabal cumplimiento a la normatividad ambiental vigente

6 BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Afrons, E. (2013). *Serie de Reportes Técnicos - Reporte Técnico CRC-SAS-2013-003 - Aproximación a la Homogeneización de una Red Regional de Series Climáticas a Resolución Diaria.* Tarragona (España): Centro de Cambio Climático.

Aldrige, B. N., & Garrett, J. M. (1973). *Roughness coefficients for stream channels in Arizona.* U.S. Geological Survey.

Calisto, O. E. (1996). Solução das distribuições de velocidades baseada na entropia usando dois dados de velocidade. *XVII Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Memorias.*, (págs. 212-222). Guayaquil.

Carvajal, L. F., & Roldán, E. (s.f.).

Chiang, S. L., & Johnson, F. W. (1976). Low flow criteria for diversions and impoundments. *Journal of Water Resources Planning and Management Division*, 227 - 238.

Chow, V. (1959). *Open Channel Hydraulics.*

Chow, V. T. (1980). *Hidráulica de canales abiertos.* México: Mc Graw-Hill.

Conrad, V., & Pollak, L. W. (1962). *Methods in Climatology.* Cambridge: Harvard University Press.

Constaín A, A. J., & Lemos Ruiz, R. (2011). Una ecuación de la velocidad media del flujo en régimen no uniforme, su relación con el fenómeno de dispersión como función del tiempo y su plicación a los estudios de calidad de agua. *Revista de Ingeniería Civil - CEDEX N" 164*, 114-135.

Constaín Aragón, A. J. (2013). A thermodynamic view of tracer plumes plumes evolution: Complete mixing condition evolution. *European Physical Journal No. 110*.

Constain, A. (2013). Avances en los estudios de Calidad de Aguas.: Parámetros de la metodología ADZ en función de parámetros IDF. *ACODAL N° 2323*, 24-44.

Constaín, A. J., & Corredor , J. (2013). Revalidación de la ecuación de Elder para la medición precisa de coeficientes de transporte en flujos naturales. *Revista DYNA*, 19-27.

Cowan, W. (1956). Estimating hydraulic roughness coefficients. *Agricultural Engineering*, 473-475.

Cruz Henao, C. P. (2015). *Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento piloto para las aguas residuales provenientes de la construcción del sector inmobiliario privado en la ciudad de Manizales.* Manizales: Universidad de Manizales.

French , R. (1987). *Open Channel Hydraulics.* New York: Mc - Graw Hill.

Guijarro Pastor, J. (2004). *Climatol: Software libre para la depuración y homogeneización de datos climatológicos.* Cantabira (España): Centro Meteorológico en Illes Balears, Instituto Nacional de Meteorología.

Hargreaves, G. H., & Samani, Z. A. (1985). Reference crop evapotranspiration from air temperature. *Applied Engineering in Agriculture*, 96-99.

Kilpatrick , F. A., & Wilson, J. F. (1989). *Measurement of time of travel in streams by dye tracing.* Obtenido de U.S. Geological Survey: https://pubs.er.usgs.gov/publication/twri03A9

Krasnov. (1967). *Hidráulica.* Moscú: MIR.

Leopold, L. B. (1962). Rivers. En L. B. Leopold, *Rivers* (págs. 511 - 537). American Scientist.

Leopold, L., & Maddock, T. (1953). *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications.* USGS paper.

Metcalf & Eddy/AECOM. (2014). *Wasterwater Engineering Treatment and resource recovery.* New York: Mc Graw Hill.

Metcalf & Eddy/AECOM. (2014). *Wasterwater Engineering Treatment and resource recovery.* New York: Mc Graw Hill.

Perrin, C., Michel, C., & Andreassian, V. (2003). Improvement of a parsimonious model for streamflow simulation. *Journal of Hydrology*, 275-289.

Romero Rojas, J. A. (2010). *Tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieria.

Romero Rojas, J. A. (2010). *Tratamiento de aguas residuales. Teoria y principios de diseño.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingenieria.

Ronzano, E., & Dapena, J. L. (1995). *Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales.* Madrid: Díaz y Santos.

Seo, I. W., & Baek, K. O. (20002). *Estimation of longitudinal dispersion coefficient for streams.* Netherlands: River Flow: Bousmar & Sech.

U.S. EPA. (2006). *Data Quality Assessment Statiscial Methods for Practitioners EPA Q/A/G9-S.* Washington D.C.: EPA.

Villón , B. M. (2006). *Hidrología Estadística.* Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Wang, X. (2008). Penalized maximal F test for detecting undocumented mean shift without trend change. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technhology*, 368 - 384.

Wang, X. L., & Feng, Y. (Julio de 2013). *RHtestsV4 User Manual.* Obtenido de Climate Research Division, Atmospheric Science and Technology Directorate: http://etccdi.pacificclimate.org/software.shtml

Wang, X. L., Chen, H., Wu, Y., Feng, Y., & Pu, Q. (2010). New techniques for detection and adjustment of shifts in daily precipitation data series. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*.

Wang, X. L., Wen, Q. H., & Wu, Y. (2007). Penalized maximal t test for detecting undocumented mean change in climate data series. *Journal of Applied Meteorology Vol.46*, 916 - 931.

Ziman, J. (1981). *La Credibilidad de la Ciencia .* Madrid: Alianza Editorial.

Por el bienestar de Tangua

NIT. 900299548-2

ADMINISTRACION PÚBLICA COOPERATIVA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO DE TANGUA "EMPOTANGUA"
NIT: 900.299.548 - 2

CERTIFICA

Que existe disponibilidad del servicio de Agua Potable, para el campamento **TANGUA** ubicado en el PK 14+200 del proyecto doble calzada **PASTO RUMICHACA** de la jurisdicción del Municipio de Tangua,

Dado en Tangua a los veintidós (22) días del mes de Junio del año Dos Mil Diecisiete (2017)

Empo Tangua
NIT. 900.299.548-2

JORGE LUIS PUCHANA DE LA CRUZ
Gerente

B/ Los Andes. Celular 3206613906. Correo Electrónico: empotangua@yahoo.es
Empotangua, por una mejor calidad de Agua

Scanned by CamScanner

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA
Rad No. 2017-409-011172-2
Fecha: 02/02/2017 14:14:03->606
OEM: SOCIEDAD CONCESIONARIA VIAL UNION D
Anexos:SIN ANEXOS

CONCESIONARIA VIAL UNION DEL SUR

VIGILADO SUPERTRANSPORTE

San Juan de Pasto, 31 de enero del 2016

GA 010-17

Señor
IVAN DARIO MUÑOZ GARCIA
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental
CORPONARIÑO
Calle 25 #7 este -84, este
La Ciudad

Referencia: **Contrato No. 001 de 2015. Consultoría para la Elaboración de Diseño para la ejecución de los estudios de trazado y Diseño Geométrico y Estudio de Detalles de las intervenciones y otras Actividades Preconstructivas.**

Asunto: **Solicitud de documentación legal para concesión de aguas y vertimientos de la empresa EMPOTANGUA.**

Respetado Ingeniero,

En el marco del proyecto Rumichaca - Pasto, se contempla la contratación de la empresa EMPOTANGUA para prestar sus servicios de alcantarillado y acueducto a nuestro proyecto, en este sentido nos encontramos en el proceso de verificación de los permisos necesarios para el funcionamiento de la empresa y el manejo de los recursos hídricos. Acorde con lo anterior les solicitamos de manera respetuosa nos faciliten la información relacionada con las autorizaciones emitidas por Corponariño para actividades de concesión de aguas para uso industrial y doméstico de igual forma para vertimientos domésticos e industriales de la empresa EMPOTANGUA.

Agradezco de antemano su amable atención y colaboración,

Cordialmente,

CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR SAS
NIT: 900.880.846-3

MIGUEL ANDRÉS FRÍAS
Gerente General
Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S.

Proyectó: CSH

CC. Ing. Francisco Orduz, Supervisión del Contrato
CC. Ing. Giovanna Menjura Supervisora Líder equipo VGC, Agencia Nacional de Infraestructura ANI.
CC. Ing. Diego Benavides Jurado – Director de Interventoría

HMV INGENIEROS

02 FEB 2017
RECIBIDO
12:29 PM

Agencia Nacional de Infraestructura

CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR

CONSORCIO SH

PROYECTO RUMICHACA - PASTO
TRAMO PEDREGAL - PASTO
FASE DE PRECONSTRUCCIÓN

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No. 15 de 2015

INGETEC INGENIERÍA & DISEÑO

DISEÑOS FASE III

UNIDAD FUNCIONAL 4

PEDREGAL - TANGUA

VOLUMEN VII ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN

DOCUMENTO N° CSH-4-VD-G-G-7000-2

NOVIEMBRE DE 2016

LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DEPENDENCIA	No. de copias
CLIENTE CONSORCIO SH	1
Centro de Documentación del Proyecto	1

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Revisión del documento	Sección modificada	Fecha de modificación	Observaciones
0	-	15-07-2016	Versión original
1	2.1, 2.6, 2.8, 3.1, 3.2, 3.3 y 5	26-09-2016	Comentarios Interventoría HMV-2887-C200-216
2	2, 3, 4 y 5	03-11-2016	Comentarios Interventoría HMV-2887-C200-252

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Contrato:			004		
Título Documento:			VOLUMEN VII ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN		
Documento No. :			CSH-4-VD-G-G-7000-2		
APROBACIÓN	**Número de revisión**		0	1	**2**
	Ingeniero ejecutor	Nombre	L. Bohorquez	L. Bohorquez	N. Tinjaca
		Firma			Nathalia Tinjaca
		Fecha	15-07-2016	26-09-2016	03-11-2016
	Vo. Bo Director de Departamento	Nombre	C. Barrera	C. Barrera	C. Barrera
		Firma			
		Fecha	15-07-2016	26-09-2016	03-11-2016
	Vo. Bo Director de División	Nombre	J. Castaño	J. Castaño	J. Castaño
		Firma			
		Fecha	15-07-2016	26-09-2016	03-11-2016
	Vo. Bo Director del Proyecto	Nombre	I. Dussan	I. Dussan	I. Dussan
		Firma			
		Fecha	15-07-2016	26-09-2016	03-11-2016

TABLA DE CONTENIDO

1 OBJETIVOS Y ALCANCES 7

1.1 OBJETIVO 7

1.2 ALCANCE 7

2 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS 8

2.1 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE 8

2.2 METODOLOGÍA 10

2.3 CARTOGRAFÍA 10

2.4 CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA 10

2.4.1 Temperatura 10
2.4.2 Humedad Relativa 14
2.4.3 Nubosidad 15
2.4.4 Brillo Solar 16
2.4.5 Evaporación 18
2.4.6 Evapotranspiración Potencial 19
2.4.1 Velocidad media del viento 22

2.5 ANÁLISIS DE LLUVIAS 23

2.5.1 Variación Temporal de Precipitación 23
2.5.2 Precipitaciones Máximas en 24 horas 25

2.6 ANÁLISIS DE CAUDALES 29

2.6.1 Características Morfométricas de las Cuencas de la Vía Pedregal Pasto 29
2.6.2 Método Racional 31
2.6.3 Método del hidrograma unitario 38
2.6.4 Hidrograma unitario de Snyder 44
2.6.5 Hidrograma unitario de Clark 46
2.6.6 Caudales máximos del río Guáitara 46

2.7 JUSTIFICACIÓN DE FÓRMULAS EMPLEADAS 49

2.8 APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS Y MÉTODOS DE PREDICCIÓN 50

3 ESTUDIOS HIDRÁULICOS 56

3.1 ANALISIS HIDRÁULICO DEL DRENAJE SUPERFICIAL 56

3.1.1 Obras de Drenaje Transversal, Alcantarillas y Box Culvert 56
3.1.2 Diámetro Mínimo 60
3.1.3 Drenaje Proyectado 62

3.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO RÍO GUÁITARA 69

3.2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 69

3.2.1 MODELACIÓN HIDRÁULICA 69
3.2.2 Perfiles hidráulicos resultantes en el río Guáitara 71

3.3 SUBDRENAJE 75

3.3.1 Funciones Básicas del Subdrenaje 75
3.3.2 Clases de Subdrenajes 75
3.3.3 Información Requerida para el Diseño de Subdrenajes. 77
3.3.4 Metodología de cálculo para subdrén longitudinal 78

3.4 ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE DISEÑO 78

3.4.1 Caudal por infiltración 78
3.4.2 Caudal por abatimiento del nivel freático 80

3.5 ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL 86

3.5.1 Cunetas 86
3.5.2 Zanjas de Coronación 87
3.5.3 Funcionamiento Hidráulico 87
3.5.4 Obras Adicionales 93

4 ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN 111

4.1 SOCAVACIÓN GENERAL 111

4.2 RESULTADOS DE SOCAVACIÓN OBRAS DE DRENAJE 115

4.3 PROTECCIÓN A LA SOCAVACIÓN 116

4.4 RESULTADOS SOCAVACIÓN DEL RÍO GUÁITARA 118

4.4.1 GEOMORFOLOGIA 118

5 CANTIDADES DE OBRA 121

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 123

7 BIBLIOGRAFÍA 125

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Estaciones meteorológicas utilizada en el estudio 8
Tabla 2.2 Evapotranspiración potencial (método de thornthwaite). Estación Botana. 19
Tabla 2.3 Evapotranspiración potencial (método de thornthwaite). Estación sindagua. 20
Tabla 2.4 Evapotranspiración potencial (método de Penman). Estación Botana. 20
Tabla 2.5 Evapotranspiración potencial (método de Penman). Estación Sindagua. 21
Tabla 2.6 Evapotranspiración potencial (método del Tanque Evaporímetro). Estación Botana 21
Tabla 2.7 Evapotranspiración potencial (método del Tanque Evaporímetro). Estación Sindagua . 22
Tabla 2.8 Resultados obtenidos de evapotranspiración potencial 22
Tabla 2.9 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Sindagua 25
Tabla 2.10 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Tangua 25
Tabla 2.11 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Imués 25
Tabla 2.12 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Obonuco 26
Tabla 2.13 Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno 29
Tabla 2.14 Tiempo de concentración, ecuaciones. 30
Tabla 2.15 Coeficientes de Escorrentía Utilizados por el Método Racional 33
Tabla 2.16 Coeficientes de escorrentía adoptados para diferentes períodos de retorno 33
Tabla 2.17 Coeficientes de la ecuación de regionalización de las IDF 34
Tabla 2.18 Datos de lluvia para elaborar las curvas IDF 34
Tabla 2.19 Estación Sindagua. Valores de Intensidades máximas 35
Tabla 2.20 Estación Tangua. Valores de Intensidad-Duración-Frecuencia 35
Tabla 2.21 Estación Imués. Valores de Intensidad-Duración-Frecuencia 35
Tabla 2.22 Intensidades de lluvia para el diseño de las obras de drenaje, tc= 15 minutos. 38
Tabla 2.23 Valores de CN II para Diferentes Usos de Tierra 43
Tabla 2.24 Cálculo del número de curva de la cuenca quebrada La Magdalena 44
Tabla 2.25. Tiempo de rezago de las cuencas. 45
Tabla 2.26 Caudales máximos para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Pilcuán 48
Tabla 2.27 Caudales máximos para diferentes funciones de distribución de frecuencia San Pedro 48
Tabla 2.28 Caudales máximos del río Guáitara hasta el sitio de Puente de la vía Pedregal – Pasto, a partir de la estación San Pedro. 49
Tabla 2.29 Resumen de parámetros de modelación para estimar caudales máximos en cuencas mayores a 2,5 km² 50
Tabla 2.30 Intensidades diseño para diferentes períodos de retorno 50
Tabla 2.31 Caudales de la quebrada La Magdalena 52
Tabla 2.32 Caudales de diseño para diferentes periodos de retorno para las cuencas aferentes a las obras de drenaje. 53
Tabla 3.1 Resumen de obras existentes en la UF4 60
Tabla 3.2 Obras existentes que se conservan en el carril existente y se prolongan en el carril proyectado de la UF4 61
Tabla 3.3 Obras de drenaje existentes que se conservan en el carril existente y no se prolongan al carril proyectado. 62
Tabla 3.4 Resumen datos Box Culvert K0+136.95 63
Tabla 3.5 Resultados del análisis para la obra K0+136.95 63
Tabla 3.6 Resumen datos Box Culvert K0+602.88 63

Tabla 3.7 Resultados del análisis para la obra K0+602.88 64
Tabla 3.8 Resultado de análisis para obras menores 65
Tabla 3.9 Valores para el cálculo de la rugosidad 70
Tabla 3.10 Resultados de la altura de la modelación en la sección 183.6 (Eje de la vía) 73
Tabla 3.11. Valores recomendados de Fi 79
Tabla 3.12. Valores recomendados de FR 79
Tabla 3.13. Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de drenajes 85
Tabla 3.14 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta lateral 88
Tabla 3.15 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía 88
Tabla 3.16 Zonas críticas 89
Tabla 3.17 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta de separador central 91
Tabla 3.18 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía 91
Tabla 3.19 Capacidad hidráulica de las zanjas de coronación. 92
Tabla 3.20 Áreas de drenaje de las zanjas de coronación. 92
Tabla 3.21 Resumen resultados de diseño Nappe Flow Tramo 1. 96
Tabla 3.22 Resumen resultados de diseño Nappe Flow Tramo 3. 96
Tabla 3.23 Resultado diseño Skimming Flow Tramo 2 97
Tabla 3.24 Caudales para canales 99
- Tabla 3.25 Propiedades geométricas de la sección 99
Tabla 3.26 Parámetros de diseño. 100
Tabla 3.27 Estructuras de disipación con entrega a caja. 103
Tabla 3.28 Estructuras de disipación con entrega a cuneta. 104
Tabla 3.29 Resultado diseño Skimming flow Estructuras en cortes. 105
Tabla 3.30 Estructuras de disipación con entrega a la salida. 107
Tabla 3.31 Resultado diseño Skimming flow Estructuras en la salida de las obras 108
Tabla 3.32 Skimming flow Canales escalonados como continuación a las zanjas de coronación 109
Tabla 4.1 Coeficiente β. 113
Tabla 4.2 Densidad del material transportado. 115
Tabla 4.3 Geometría a la salida de la estructura. 115
Tabla 4.4 Socavación en alcantarillas. 116
Tabla 4.5 Socavación en *Box Culverts.* 116
Tabla 4.6 Enrocado de protección para las alcantarillas 117
Tabla 4.7 Enrocado de protección para Box Culvert 117
Tabla 4.8 Tipo de enrocado de protección para obras de drenaje 117
Tabla 5.1 Cantidades canales en Zodmes. 121
Tabla 5.2 Cantidades de tubería en concreto 122
Tabla 6.1 Parámetros de caracterización climatológica. 123

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Localización de estaciones en la zona de estudio 9
Figura 2.2 Variación mensual de la temperatura media en la estación Botana 11
Figura 2.3 Variación mensual de la temperatura media en la estación Sindagua 11
Figura 2.4 Variación mensual de la temperatura máxima en la estación Botana 12
Figura 2.5 Variación mensual de la temperatura máxima en la estación Sindagua 13
Figura 2.6 Variación mensual de la temperatura mínima en la estación Botana 13
Figura 2.7 Variación mensual de la temperatura mínima en la estación Sindagua 14
Figura 2.8 Variación mensual de la humedad relativa media en la estación Botana 14
Figura 2.9 Variación mensual de la humedad relativa media en la estación Sindagua 15
Figura 2.10 Variación de la nubosidad media mensual en la estación Botana 15
Figura 2.11 Variación de la nubosidad media mensual en la estación Sindagua 16
Figura 2.12 Variación mensual del brillo solar en la estación Botana 17
Figura 2.13 Variación mensual del brillo solar en la estación Sindagua 17
Figura 2.14 Variación mensual de la evaporación en la estación Botana 18
Figura 2.15 Variación mensual de la evaporación en la estación Sindagua 18
Figura 2.16 Variación mensual de velocidad media del viento en la estación Obonuco. 23
Figura 2.17 Variación mensual de la precipitación media en la estación Sindagua 23
Figura 2.18 Variación mensual de la precipitación media en la estación Tangua 24
Figura 2.19 Variación mensual de la precipitación media en la estación Imués 24
Figura 2.20 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Sindagua 27
Figura 2.21 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Tangua 27
Figura 2.22 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Imués 28
Figura 2.23 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Obonuco 28
Figura 2.24 Estación Sindagua - Curvas IDF 36
Figura 2.25 Estación Tangua - Curvas IDF 37
Figura 2.26 Estación Imués - Curvas IDF 37
Figura 2.27 Hidrograma Unitario Triangular del SCS 39
Figura 2.28 Tipos de distribución de precipitación del SCS. 40
Figura 2.29 Hietograma de diseño. Distribución SCS tipo II. 41
Figura 2.30 Relaciones duración profundidad 42
Figura 2.31 Ajuste probabilístico de caudales máximos - Estación río Guáitara – Pilcuán 47
Figura 2.32 Ajuste probabilístico de caudales máximos - Estación río Guáitara – San Pedro 47
Figura 3.1 Alternativas para localización en planta de alcantarillas 57
Figura 3.2 Condiciones de Flujo en Alcantarillas 58
Figura 3.3 Levantamiento topográfico puente río Guáitara 69
Figura 3.4 Modelo Hidráulico en HEC-RAS 72
Figura 3.5 Sección en el eje de la vía implantando en el modelo HEC-RAS. 72
Figura 3.6 Sección en el eje de la vía implantando en el modelo HEC-RAS. 73
Figura 3.7 Sección 0+067.42, tiempo de retorno 100 años. 74
Figura 3.8 Esquema dren longitudinal 76
Figura 3.9 Dren transversal en vía en corte con alineamiento perpendicular al contorno existente (Perfil) 76
Figura 3.10 Dren horizontal en corte a media ladera 77
Figura 3.11. Curva IDF estación Tangua 78
Figura 3.12. Coeficientes de permeabilidad para suelos 80
Figura 3.13 Sección transversal del sistema de subdrenes laterales en una vía 81

Figura 3.14 Pendiente vs. Velocidad, según el tamaño del agregado 82
Figura 3.15 Nomograma para el cálculo de la tubería a utilizar 83
Figura 3.16 Elementos de drenaje longitudinal 86
Figura 3.17 Cuneta lateral 88
Figura 3.18 Cuneta separador central 90
Figura 3.19 Cuneta berma de corte 91
Figura 3.20 Zanja de coronación 92
Figura 3.21 Sección longitudinal del Box Culvert de la quebrada La Magdalena. 94
Figura 3.22 Estructura de disipación con caja de entrada a alcantarilla 102
Figura 3.23 Estructura de disipación con entrega a cuneta 104
Figura 3.24 Estructura de disipación a la salida 107
Figura 3.25 Drenaje perimetral de botadero 110
Figura 4.1 Profundidad de la sección transversal por una expansión abrupta en una obra Box Culvert (A) y una obra circular (B) 112
Figura 4.2 Cálculo de la socavación por el método gráfico. 114
Figura 4.3 Perfil Litográfico río Guitara 119
Figura 4.4 Perfil del puente del río Guáitara 120

1 OBJETIVOS Y ALCANCES

1.1 OBJETIVO

En el presente informe se describen los análisis realizados, las metodologías utilizadas y resultados de los estudios hidrológicos y diseños hidráulicos y de socavación de las obras de drenaje de la vía del proyecto vial Rumichaca-Pasto, para el tramo Pedregal - Tangua correspondiente a la unidad funcional 4.

1.2 ALCANCE

Comprende la obtención de la información cartográfica, hidrológica e hidráulica, geotécnica y de diseño vial necesaria para realizar el diseño hidráulico definitivo de los drenajes longitudinales y transversales, modelación hidráulica y estimación de la socavación en los puentes necesarios para asegurar el correcto funcionamiento y vida útil de la vía.

En este documento se incluyen los siguientes capítulos:

CAPÍTULO 1: OBJETIVOS Y ALCANCES.

CAPÍTULO 2: ESTUDIOS HIDROLÓGICOS.

CAPÍTULO 3: ESTUDIOS HIDRÁULICOS.

CAPÍTULO 4: ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

CAPÍTULO 5: CANTIDADES DE OBRA.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA.

2 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

Los estudios hidrológicos desarrollados se enfocaron en la definición de los caudales máximos para diferentes períodos de retorno, con el propósito de dimensionar las obras de drenaje requeridas para el manejo de la escorrentía superficial que se genera en las áreas aferentes a la vía.

2.1 RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Para el análisis hidrológico de las cuencas aferentes a las obras de drenaje, se recopiló la información existente de la zona en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

En la Tabla 2.1 se presenta el nombre, tipo y código de las estaciones analizadas y sus características de localización y elevación.

Tabla 2.1 Estaciones meteorológicas utilizada en el estudio

Código	Estación	Tipo	Coordenadas		Periodo de registro
			Este	Norte	
5205504	Botana	AM	643 519,1	620235,6	1979-2015
5205509	Sindagua	CP	631187,9	614444,1	1987-2015
5205008	Tangua	PM	630895,2	612958,4	1957-2015
5205009	Imués	PM	618895,6	608661	1957-2015
5204501	Obonuco	AM	640817,7	624261,316	1953-2015
5205701	Pilcuán	LG	621874,2	604950	1979-2013
5205705	San Pedro	LG	620868	644695,9	1980-2014

En el ANEXO 1 se presentan los registros del IDEAM de las estaciones mencionadas.

En la Figura 2.1 se presenta la localización de las estaciones y del tramo de vía en estudio.

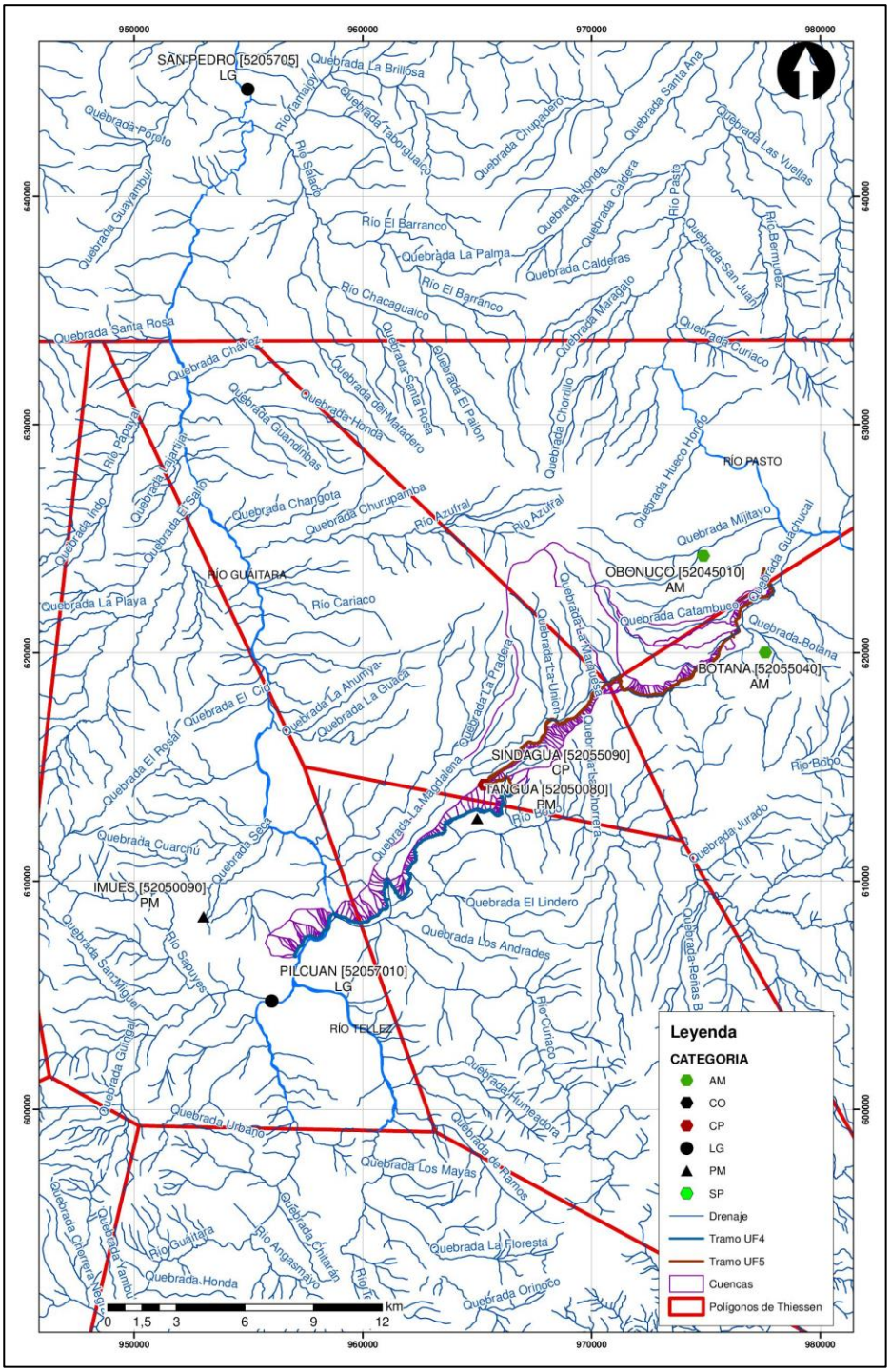


Figura 2.1 Localización de estaciones en la zona de estudio

2.2 METODOLOGÍA

Para el dimensionamiento o verificación de las obras de drenaje, se delimitaron las cuencas aferentes a éstas. Posteriormente se determinaron las características morfométricas (área de drenaje, pendiente, tiempo de concentración) e hidrológicas (Coeficiente de escorrentía, intensidad de precipitación, distribución temporal y espacial de la precipitación, CN, entre otras.) requeridas para el cálculo de los caudales máximos.

Los estudios hidrológicos desarrollados se enfocaron en la definición de los caudales máximos para diferentes períodos de retorno, con el propósito de dimensionar las obras de drenaje longitudinal y transversal requeridas para el manejo de la escorrentía superficial que se genera en las áreas aferentes al corredor vial.

2.3 CARTOGRAFÍA

Para la delimitación de las cuencas hidrográficas se utilizó Cartografía a escala 1:100.000 suministrada por el IGAC de la zona de estudio dentro de una geodatabase en formato SIG y un modelo de elevación digital de resolución 30x30.

2.4 CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA

La caracterización climatológica de la zona de estudio se realizó con las estaciones climatológicas disponibles: Sindagua y Botana.

2.4.1 Temperatura

2.4.1.1 Temperatura media

La estación Botana registra un valor de temperatura media mensual multianual de 12,4 ºC. Como se presenta en la Figura 2.2 tiene un comportamiento bimodal, donde los periodos de mayor temperatura se presentan entre los meses de febrero a mayo y de octubre a noviembre, siendo mayo el de mayor temperatura media con 12,9 ºC. El menor valor de temperatura media mensual es de 11,7 ºC, correspondiente al mes de julio.

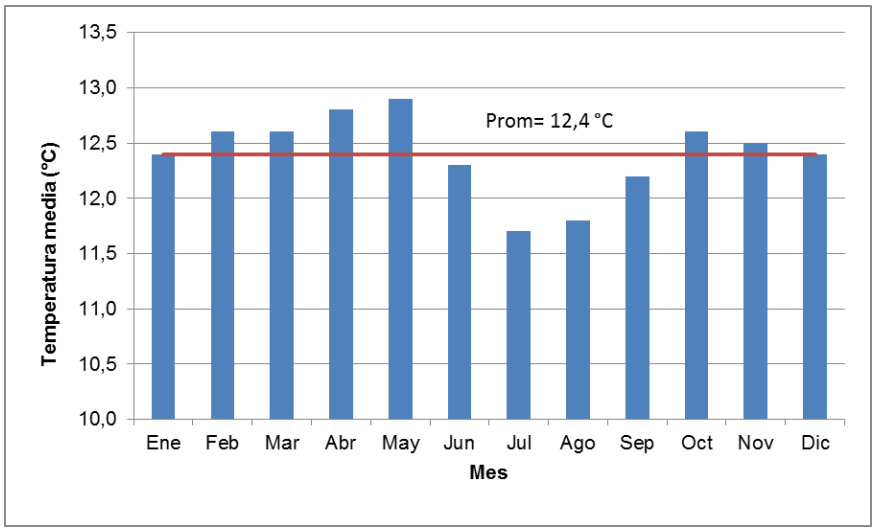


Figura 2.2 Variación mensual de la temperatura media en la estación Botana

La estación Sindagua registra un valor de temperatura media mensual multianual de 13,1 ºC. Como se presenta en la Figura 2.3 tiene un comportamiento bimodal, donde los periodos de mayor temperatura se presentan entre los meses de febrero a mayo y de septiembre a octubre, siendo mayo el de mayor temperatura media con 13,3 ºC. El menor valor de temperatura media mensual es de 12,9 ºC, correspondiente al mes de julio.

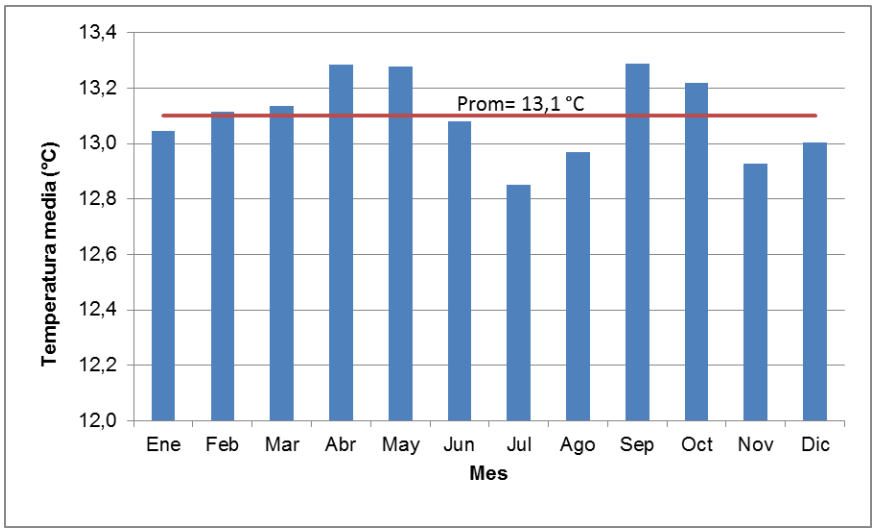


Figura 2.3 Variación mensual de la temperatura media en la estación Sindagua

2.4.1.2 Temperatura máxima

La estación Botana registra valores de temperaturas máximas entre 20,4 ºC y 22,6 °C para el periodo 1983-2015. Como se muestra en la Figura 2.4, los meses de mayor temperatura máxima son marzo y abril, mientras que junio presenta el menor valor de temperatura máxima.

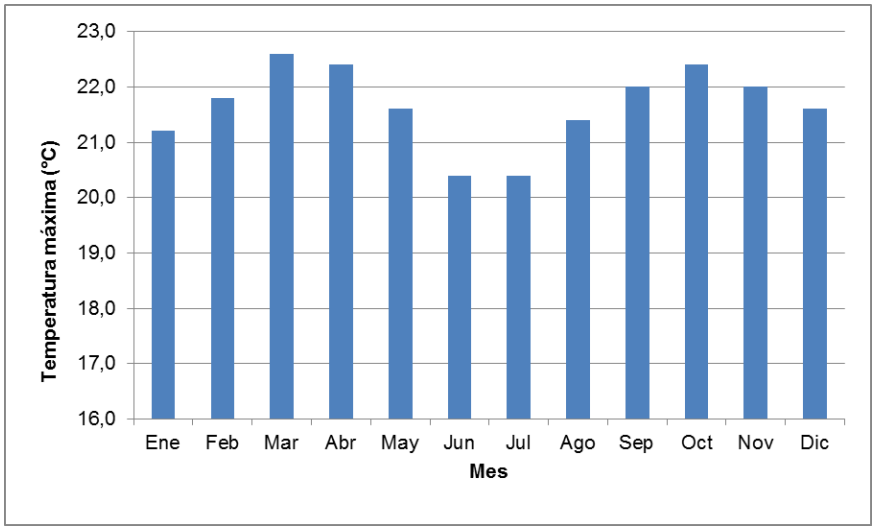


Figura 2.4 Variación mensual de la temperatura máxima en la estación Botana

La estación Sindagua registra valores de temperaturas máximas entre 21,2 ºC y 24,8 °C para el periodo 1987-2015. Como se muestra en la Figura 2.5, el mes de mayor temperatura máxima es septiembre, mientras que julio presenta el menor valor de temperatura máxima.

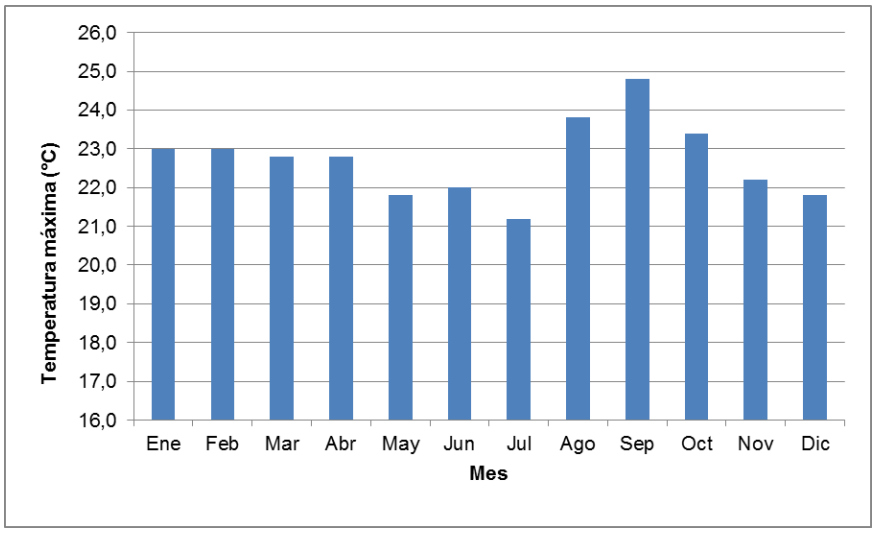


Figura 2.5 Variación mensual de la temperatura máxima en la estación Sindagua

2.4.1.3 Temperatura mínima

La estación Botana registra valores de temperaturas mínimas entre 1,8 ºC y 5,2 °C para el periodo 1983-2015. Como se puede apreciar en la Figura 2.6, los menores valores de temperatura se presentan en los meses de febrero y noviembre.

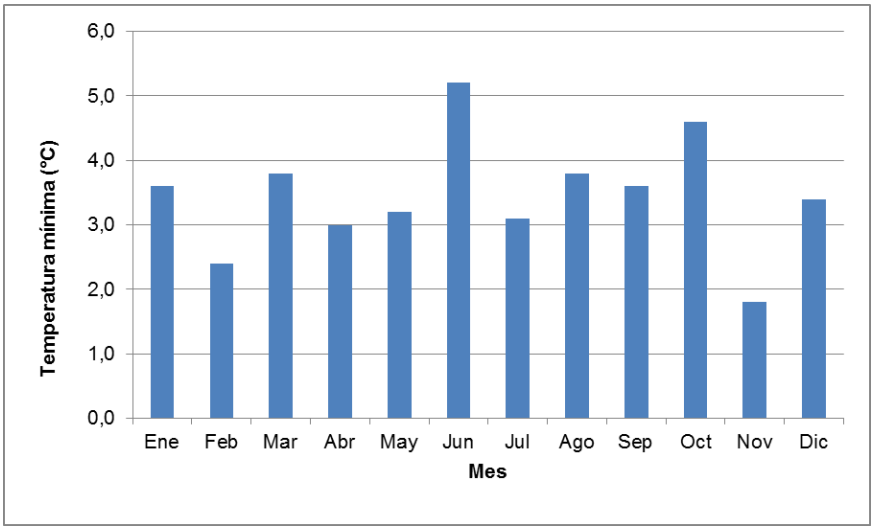


Figura 2.6 Variación mensual de la temperatura mínima en la estación Botana

La estación Sindagua registra valores de temperaturas mínimas entre 2 ºC y 6,5 °C para el periodo 1987-2015. Como se puede apreciar en la Figura 2.7, lo menores valores de temperatura se presentan en los meses de julio y septiembre.

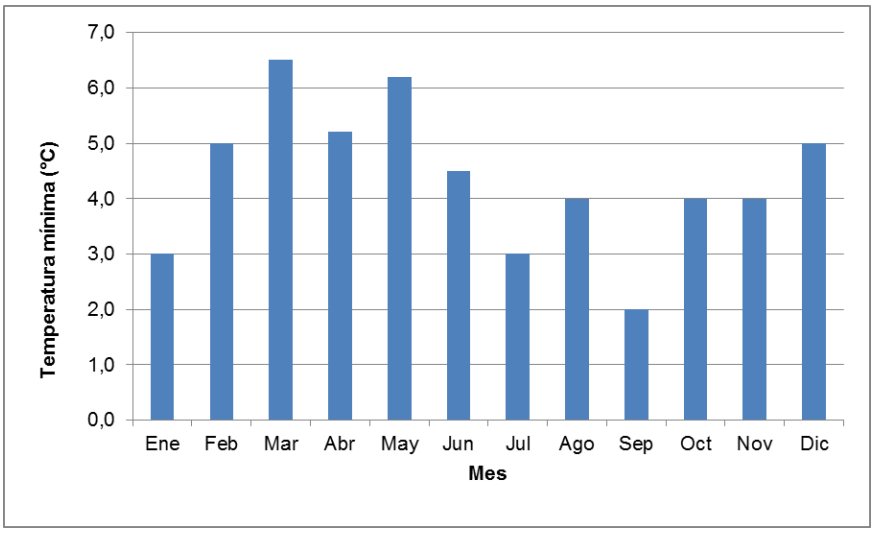


Figura 2.7 Variación mensual de la temperatura mínima en la estación Sindagua

2.4.2 Humedad Relativa

La estación Botana registra valores medios de humedad relativa entre 74 y 81 % para el periodo 1979-2015. Como se presenta en la Figura 2.8 la humedad relativa tiene un comportamiento monomodal, donde el periodo de mayor humedad relativa corresponde a los meses de noviembre a mayo, siendo diciembre el mes que registra la humedad relativa media más alta y septiembre el mes con menor humedad relativa. La humedad relativa media multianual es 78 %.

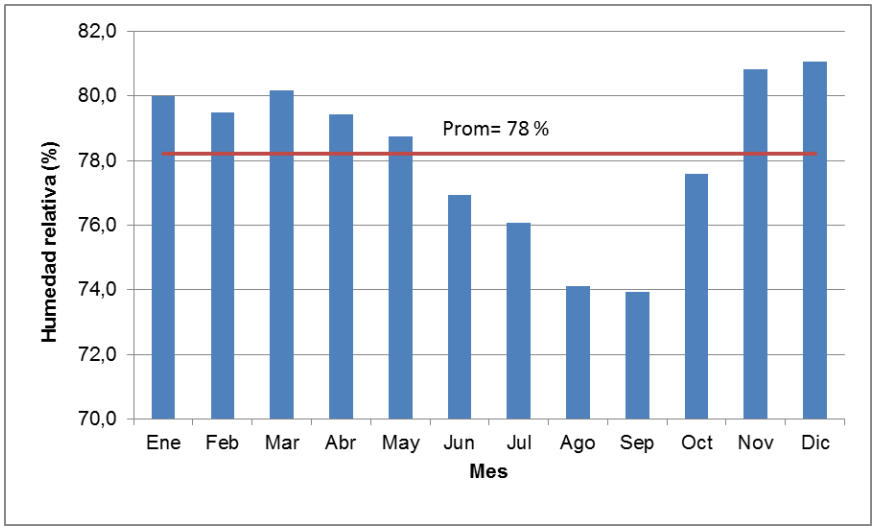


Figura 2.8 Variación mensual de la humedad relativa media en la estación Botana

La estación Sindagua registra valores medios de humedad relativa entre 74 y 82 % para el periodo 1987-2015. Como se presenta en la Figura 2.9 la humedad relativa tiene un comportamiento monomodal, donde el periodo de mayor humedad relativa corresponde a los meses de noviembre a mayo, siendo noviembre el mes que registra la humedad relativa media más alta y septiembre el mes con menor humedad relativa. La humedad relativa media multianual es 79 %.

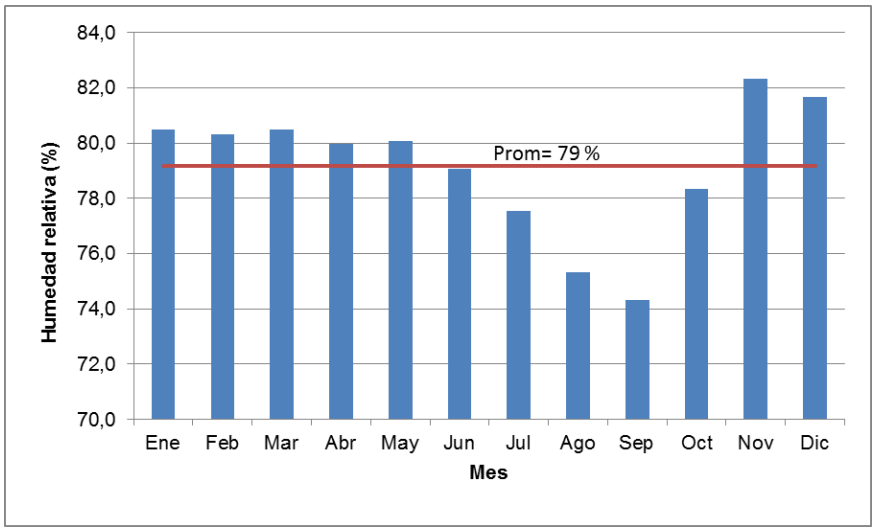


Figura 2.9 Variación mensual de la humedad relativa media en la estación Sindagua

2.4.3 Nubosidad

La estación Botana cuenta con valores de nubosidad para el periodo 1979-2015 entre 6 y 7 octas. Como se observa en la Figura 2.10 la mayor nubosidad se presentan durante los meses de febrero a junio y noviembre, siendo marzo el de mayor valor de nubosidad media con 6,6 octas.

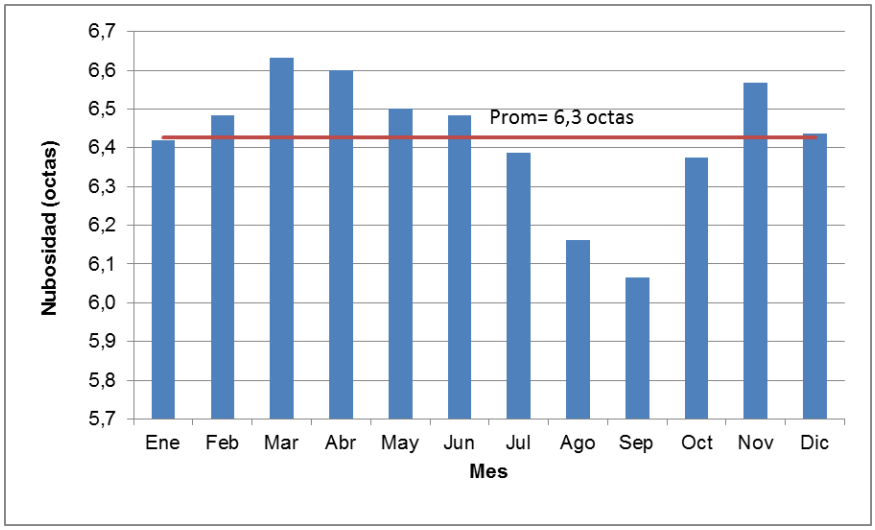


Figura 2.10 Variación de la nubosidad media mensual en la estación Botana

La estación Sindagua cuenta con valores de nubosidad para el periodo 1987-2015 entre 2,5 y 4 octas. Como se observa en la Figura 2.11 la mayor nubosidad se presentan durante los meses de noviembre a abril, siendo noviembre el de mayor valor de nubosidad media con 4,2 octas.

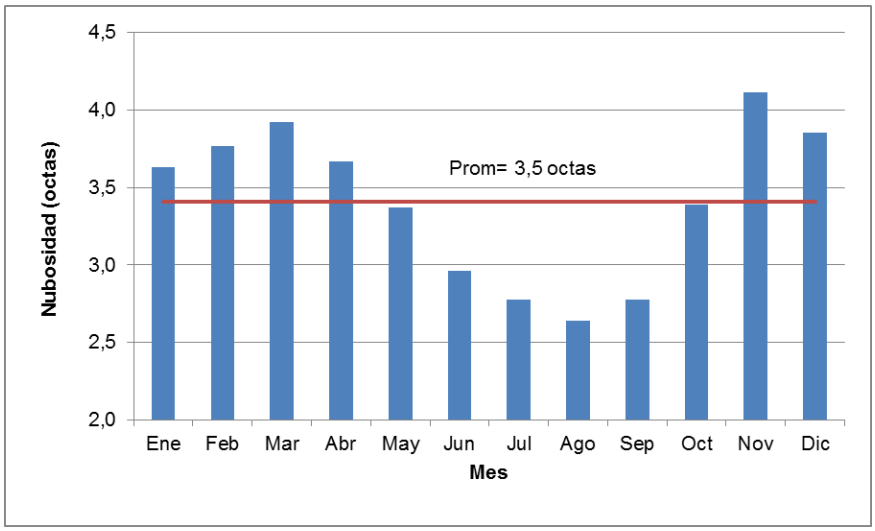


Figura 2.11 Variación de la nubosidad media mensual en la estación Sindagua

Teniendo en cuenta que la nubosidad (N) se mide en octavos de cielo cubierto, su clasificación se hace de la siguiente manera:

- N es igual 0 el cielo está despejado.
- N es mayor o igual que 1 y menor o igual que 3 el cielo es poco nuboso.
- N es mayor o igual que 4 y menor o igual que 5 el cielo es nuboso.
- N es mayor o igual que 6 y menor o igual que 7 el cielo es muy nuboso.
- N es igual a 8 el cielo es cubierto.

Se puede concluir que la zona de estudio con influencia de la estación Botana se caracteriza por ser muy nubosa, mientras que para la zona de Sindagua es cielo poco nuboso.

2.4.4 Brillo Solar

La estación Botana cuenta con valores de brillo solar entre 76,8 horas y 124,8 horas para el periodo 1979-2015. Como observa en la Figura 2.12, el mayor brillo solar se presenta en el mes de agosto y el mes que presenta el menor número de horas de brillo solar es marzo. El brillo solar total mensual multianual es de 98,6 horas, correspondiente a un valor anual de 1183 horas.

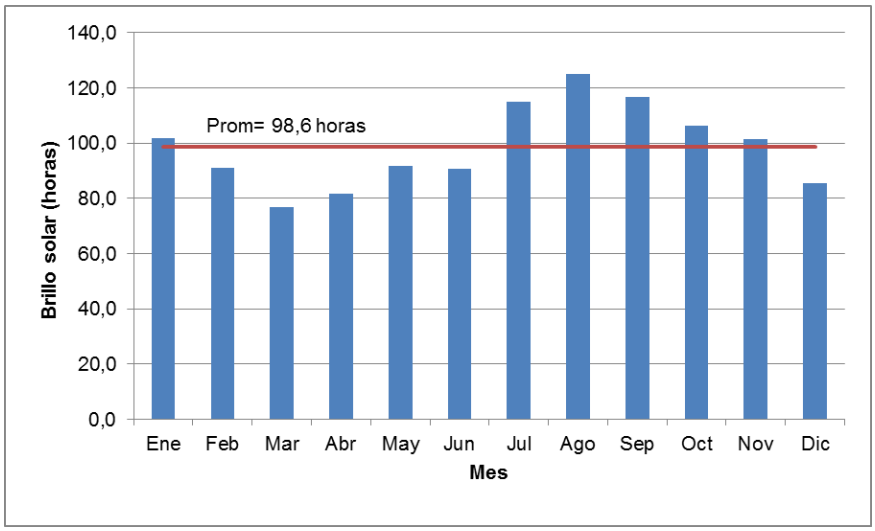


Figura 2.12 Variación mensual del brillo solar en la estación Botana

La estación Sindagua cuenta con valores de brillo solar entre 93,7 horas y 158,9 horas para el periodo 1987-2015. Como observa en la Figura 2.13, el mayor brillo solar se presenta en el mes de agosto y el mes que presenta el menor número de horas de brillo solar es marzo. El brillo solar total mensual multianual es de 121 horas, correspondiente a un valor anual de 1452 horas.

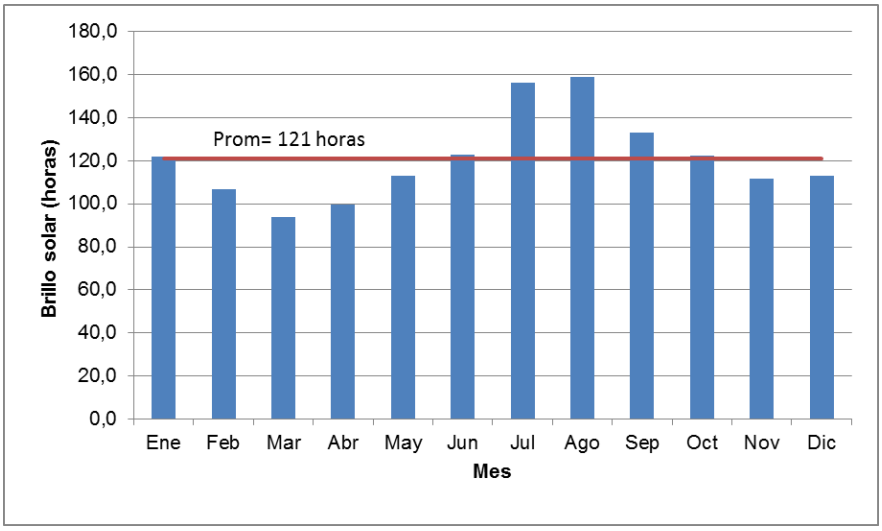


Figura 2.13 Variación mensual del brillo solar en la estación Sindagua

2.4.5 Evaporación

La estación Botana cuenta con valores de evaporación mensual entre 67 y 83 mm, para el periodo 1983-2015. Como observa en la Figura 2.14, la mayor evaporación total mensual se presenta en el mes de octubre, mientras que la menor evaporación se presenta en el mes de junio. La evaporación total media multianual en la estación es de 886,4 mm.

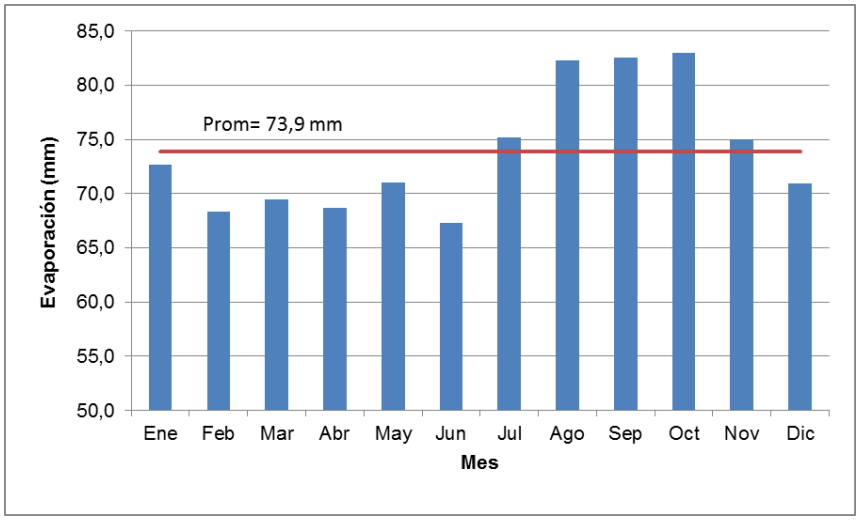


Figura 2.14 Variación mensual de la evaporación en la estación Botana

La estación Sindagua cuenta con valores de evaporación mensual entre 79,8 y 111 mm, para el periodo 1987-2015. Como observa en la Figura 2.15, la mayor evaporación total mensual se presenta en el mes de agosto, mientras que la menor evaporación se presenta en el mes de mayo. La evaporación total media multianual en la estación es de 1082 mm.

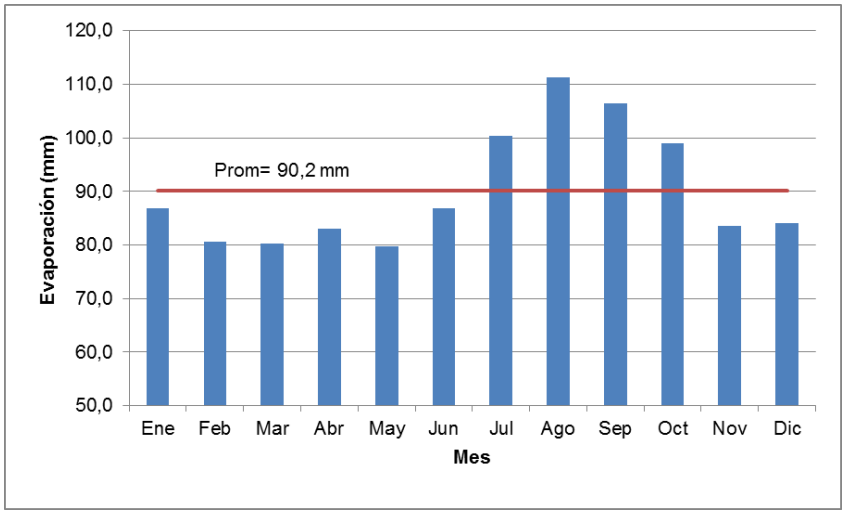


Figura 2.15 Variación mensual de la evaporación en la estación Sindagua

2.4.6 Evapotranspiración Potencial

Para determinar el comportamiento de la evapotranspiración potencial o la máxima cantidad de agua que puede evaporarse desde un suelo completamente cubierto de vegetación que se desarrolla en óptimas condiciones, se utilizaron los métodos de Thornthwaite, Penman – Monteith y Tanque Evaporímetro, de acuerdo con la información climatológica disponible en las estaciones Botana y Sindagua.

2.4.6.1 Método de Thornthwaite

La metodología de Thornthwaite, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2.2 y Tabla 2.3 relaciona la evapotranspiración potencial con la temperatura media mensual multianual, y realiza una corrección en función de la duración astronómica del día dependiendo de la latitud y del número de días de cada mes. A continuación se presenta el procedimiento para el cálculo:

- Se calcula el índice de calor mensual (*i*) a partir de la temperatura media mensual:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

- Se calcula el índice de calor anual (*I*) como la suma de los 12 valores de (*i*).

- Se calcula la *ETP* mensual sin corregir mediante la fórmula:

$$ETP_{\text{sin corregir}} = 16\left(\frac{10T}{I}\right)^{a}$$

Donde,

$ETP_{\text{sin corregir}} =$ *ETP* mensual en mm/mes para meses de 30 días y 12 horas de luz.

$$a = 6{,}75\times10^{-7} I^{3} - 7{,}71\times10^{-5} I^{2} + 1{,}79\times10^{-2} I + 0{,}49$$

- Corrección para el número de días del mes (*d*) y número de horas de luz (*N*).

$$ETP = ETP_{\text{sin corregir}} \times \frac{N}{12} \times \frac{d}{30} = ETP_{\text{sin corregir}} \times f_{\text{ajuste}}$$

Tabla 2.2 Evapotranspiración potencial (método de thornthwaite). Estación Botana.

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
temp	**12,4**	**12,6**	**12,6**	**12,8**	**12,9**	**12,3**	**11,7**	**11,8**	**12,2**	**12,6**	**12,5**	**12,4**	
i	3,96	4,05	4,05	4,15	4,20	3,91	3,62	3,67	3,86	4,05	4,00	3,96	**47,48**
ETP sin corr	52,7	53,8	53,8	54,8	55,3	52,2	49,0	49,5	51,6	53,8	53,2	52,7	
nºdias mes	31	28,3	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
nº horas luz	**12**	**12**	**12**	**12**	**12,1**	**12,1**	**12,1**	**12,1**	**12**	**12**	**12**	**11,95**	
ETP corr.	**54,2**	**50,5**	**55,5**	**54,8**	**57,4**	**52,4**	**50,9**	**51,4**	**51,6**	**55,5**	**53,0**	**54,2**	**641,6**

Tabla 2.3 Evapotranspiración potencial (método de thornthwaite). Estación sindagua.

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
temp	**13,0**	**13,1**	**13,1**	**13,3**	**13,3**	**13,1**	**12,9**	**13,0**	**13,3**	**13,2**	**12,9**	**13,0**	
i	4,27	4,31	4,32	4,39	4,39	4,29	4,18	4,23	4,39	4,36	4,21	4,25	**51,58**
ETP sin corr	53,7	54,0	54,1	55,0	54,9	53,9	52,6	53,2	55,0	54,6	53,0	53,4	
nºdias mes	31	28,3	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
nº horas luz	**12**	**12**	**12**	**12**	**12,1**	**12,1**	**12,1**	**12,1**	**12**	**12**	**12**	**11,95**	
ETP corr.	**55,2**	**50,8**	**55,9**	**55,0**	**57,0**	**54,1**	**54,6**	**55,3**	**55,0**	**56,4**	**52,8**	**55,0**	**657,0**

2.4.6.2 Método de Penman

La metodología de Penman involucra dos componentes: uno que estima la cantidad de radiación disponible para evaporación mediante un balance energético aproximado, y el segundo que aplica la ecuación de Dalton para la estimación de la evaporación como función del déficit de humedad atmosférico y de la velocidad del viento. Este método utiliza los parámetros de temperatura mínima y máxima, humedad relativa, velocidad del viento, brillo solar y adicionalmente tiene en cuenta la radiación media mensual dependiendo de la latitud. Para el cálculo de la evapotranspiración potencial por esta metodología, se utilizó el software CROPWAT 8.0, desarrollado por la FAO, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2.4 y Tabla 2.5.

Tabla 2.4 Evapotranspiración potencial (método de Penman). Estación Botana.

Mes	Tmed (°C)	HR (%)	VV (m/s)	BS (h/d)	RAD (MJ/m²/d)	ETP mm/mes
Enero	12,4	80	3,2	3,3	13,9	76,6
Febrero	12,6	80	3,2	3,3	14,4	71,7
Marzo	12,6	80	3,1	2,5	13,4	76,6
Abril	12,8	79	3	2,7	13,4	75,0
Mayo	12,9	79	3,3	3	13,1	76,6
Junio	12,3	77	3,9	3	12,7	73,8
Julio	11,7	76	4,4	3,7	13,9	79,7
Agosto	11,8	74	4,5	4	15	86,2
Septiembre	12,2	74	4	3,9	15,3	85,5
Octubre	12,6	78	3,2	3,4	14,5	81,8
Noviembre	12,5	81	2,9	3,4	14,1	73,8
Diciembre	12,4	81	2,9	2,8	12,9	71,9
					Total	**929,1**

*Tmed: Temperatura media. HR: Humedad relativa. VV: Velocidad del viento. BS: Brillo solar. RAD: Radiación solar.

Tabla 2.5 Evapotranspiración potencial (método de Penman). Estación Sindagua.

Mes	Tmed (°C)	HR (%)	VV (m/s)	BS (h/d)	RAD (MJ/m²/d)	ETP mm/mes
Enero	13	81	3,2	3,9	14,8	79,7
Febrero	13,1	80	3,2	3,8	15,2	75,0
Marzo	13,1	81	3,1	3	14,2	79,1
Abril	13,3	80	3	3,3	14,3	78,0
Mayo	13,3	80	3,3	3,6	14	78,7
Junio	13,1	79	3,9	4,1	14,2	77,1
Julio	12,9	78	4,4	5	15,7	84,9
Agosto	13	75	4,5	5,1	16,6	93,0
Septiembre	13,3	74	4	4,4	16,1	91,2
Octubre	13,2	78	3,2	3,9	15,3	86,2
Noviembre	12,9	82	2,9	3,7	14,5	75,3
Diciembre	13	82	2,9	3,6	14,1	76,0
					Total	**974,2**

*Tmed: Temperatura media. HR: Humedad relativa. VV: Velocidad del viento. BS: Brillo solar. RAD: Radiación solar.

2.4.6.3 Método de Tanque evaporímetro

El método del tanque evaporímetro utiliza la evaporación registrada en el tanque evaporímetro y la afecta por un coeficiente K_p que depende de la velocidad del viento, la distancia al cultivo y la humedad relativa, y se calcula mediante las regresiones presentadas por la FAO en su estudio de riego y drenaje N° 56, de la siguiente manera:

$$K_p = 0{,}108 - 0{,}0286\,U + 0{,}0422\ln(Borde) + 0{,}1434\ln(H_r) - 0{,}000631\left[\ln(Borde)\right]^2 \times \ln(H_r)$$

Donde,

U : Velocidad media del viento, en m/s. Debe estar entre 1,0 m/s y 8,0 m/s.

$Borde$: Distancia al borde de la superficie identificada (pasto o cultivo verde corto), el cual debe estar entre 1 m y 1000 m.

H_r : Humedad relativa media, expresada como porcentaje. Debe estar entre 30% y 84%.

Los resultados de la anterior ecuación se presentan tabulados en el Cuadro 5 del estudio de Riego y Drenaje N° 56 de la FAO, del cual se obtiene un coeficiente de tanque Kp de 0,75 en la estación Botana y la estación Sindagua.

A continuación se muestran los resultados obtenidos mediante la implementación de este método:

Tabla 2.6 Evapotranspiración potencial (método del Tanque Evaporímetro). Estación Botana

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
***P* (mm)**	81,1	75	92,9	98,8	85,5	60,1	53,1	40,8	43	95,2	106,4	94,5	926,4
***E* (mm)**	72,7	68,3	69,5	68,7	71	67,3	75,2	82,3	82,5	83	75	70,9	886,4

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
***HR* (%)**	80,0	79,5	80,2	79,4	78,8	76,9	76,1	74,1	73,9	77,6	80,8	81,1	78,2
***V* (m/s)**													3,5
Kp	0,75												
***ETP* (mm)**	54,53	51,23	52,13	51,53	53,25	50,5	56,4	61,73	61,88	62,25	56,25	53,18	664,8

Tabla 2.7 Evapotranspiración potencial (método del Tanque Evaporímetro). Estación Sindagua

Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
***P* (mm)**	95,8	82,8	94,8	111,8	95	54	33,9	21,3	45,7	107,8	135,1	110	988
***E* (mm)**	86,9	80,6	80,3	83,1	79,8	86,8	100,4	111,2	106,4	98,9	83,5	84	1081,9
***HR* (%)**	80,5	80,3	80,5	80,0	80,1	79,1	77,5	75,3	74,3	78,3	82,3	81,7	79,2
***V* (m/s)**													3,5
Kp	0,75												
***ETP* (mm)**	65,2	60,5	60,2	62,3	59,9	65,1	75,3	83,4	79,8	74,2	62,6	63,0	811,4

Nota: el valor de velocidad media fue tomado del mapa de velocidad media del viento del Atlas Climatológico de Colombia, publicado por el IDEAM en el año 2015.

En la Tabla 2.8 se presentan los resultados de la evapotranspiración potencial estimada por los tres métodos mencionados.

Tabla 2.8 Resultados obtenidos de evapotranspiración potencial

Método	*ETP* Botana (mm/año)	*ETP* Sindagua (mm/año)
Thornthwaithe	641,6	657,0
Penman - Monteith	929,1	974,2
Tanque Evaporímetro	664,8	811,4

2.4.1 Velocidad media del viento

La velocidad media del viento se caracterizó a partir de los registros de la estación Obonuco, que cuenta con registros de este parámetro para el periodo 1974-2012. Como se presenta en la Figura 2.16, la velocidad media del viento varía a nivel mensual entre 2,9 m/s (diciembre) y 4,5 m/s (agosto) y presenta un promedio anual multianual de 3,5 m/s. Los meses con mayor velocidad media del viento se encuentran en el periodo de junio a septiembre.

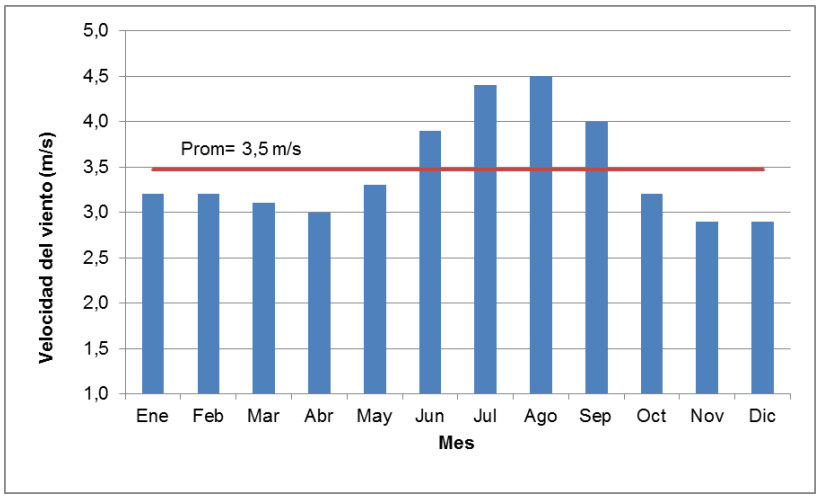


Figura 2.16 Variación mensual de velocidad media del viento en la estación Obonuco.

2.5 ANÁLISIS DE LLUVIAS

2.5.1 Variación Temporal de Precipitación

La estación Sindagua registró una precipitación media multianual de 988 mm y medio mensual de 82,3 mm, en el periodo 1987-2015. Como se observa en la Figura 2.17 la precipitación presenta un régimen bimodal, donde los periodos de mayores valores de precipitación se presentan entre los meses de marzo a mayo y de octubre a enero.

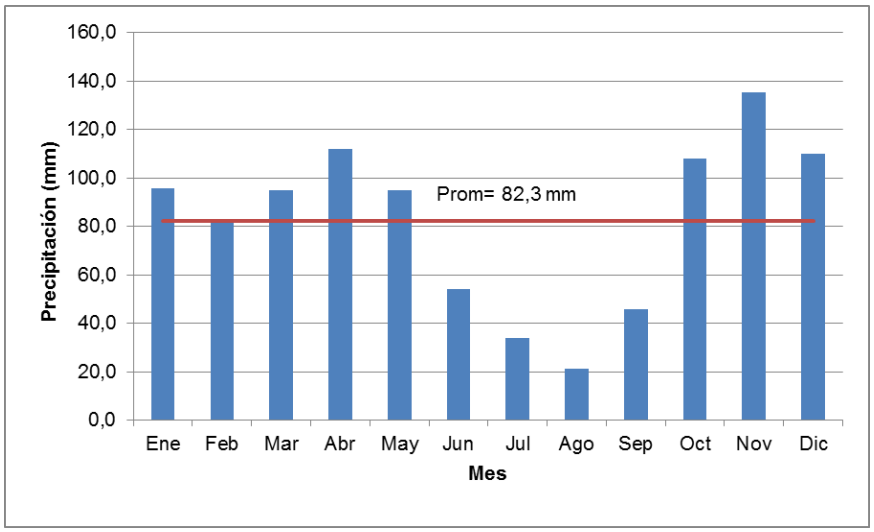


Figura 2.17 Variación mensual de la precipitación media en la estación Sindagua

La estación Tangua registró una precipitación media multianual de 997 mm y medio mensual de 83,1 mm, en el periodo 1957-2015. Como se observa en la Figura 2.18 la precipitación presenta un régimen bimodal, donde los periodos de mayores valores de precipitación se presentan entre los meses de marzo a mayo y de octubre a enero.

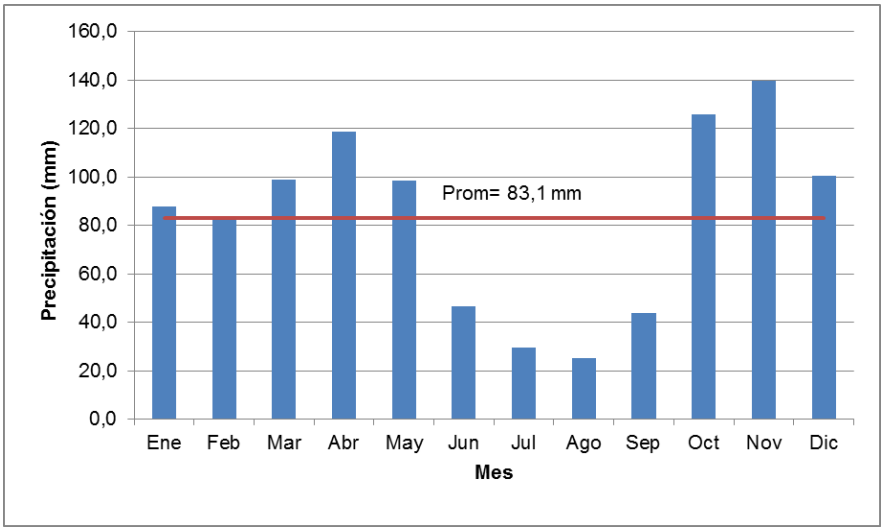


Figura 2.18 Variación mensual de la precipitación media en la estación Tangua

La estación Imués registró una precipitación media multianual de 1155,4 mm y medio mensual de 96,3 mm, en el periodo 1957-2015. Como se observa en la Figura 2.19 la precipitación presenta un régimen bimodal, donde los periodos de mayores valores de precipitación se presentan entre los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre.

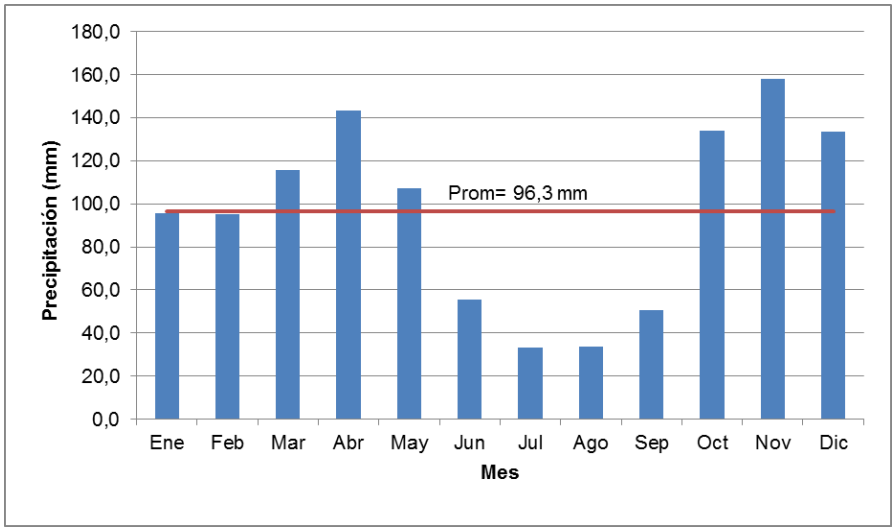


Figura 2.19 Variación mensual de la precipitación media en la estación Imués

De acuerdo con los valores de precipitación total anual en las estaciones presentadas anteriormente, la precipitación media multianual en la zona de localización del proyecto es del orden de 1100 mm.

2.5.2 Precipitaciones Máximas en 24 horas

A partir de los registros de precipitación máxima en 24 horas en las estaciones de influencia sobre las cuencas, se realizó el ajuste estadístico mediante diferentes funciones de distribución de probabilidad, seleccionando la de mejor ajuste, con el propósito de estimar las precipitaciones máximas asociadas diferentes periodos de retorno, entre 2,33 y 100 años.

En la Tabla 2.9 hasta la Tabla 2.11 se presentan los resultados de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de frecuencia y gráficamente en la Figura 2.20 hasta la Figura 2.22.

Tabla 2.9 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Sindagua

Tr años	NORMAL mm	GUMBEL mm	PEARSON mm	LOG-PEAR mm	LOG-NOR mm	EV3 mm
2,33	39,4	38,3	39,9	40,0	38,6	40,0
5	44,5	44,7	44,6	44,9	44,1	44,6
10	47,8	49,9	47,4	47,6	48,1	47,4
25	51,4	56,5	50,2	50,1	52,8	50,1
50	53,7	61,4	51,9	51,5	56,1	51,7
100	55,8	66,2	53,3	52,6	59,3	53,1
chi 2	**1,7**	**4,4**	**1,2**	**1,2**	**3,3**	**1,1**

Tabla 2.10 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Tangua

Tr años	NORMAL mm	GUMBEL mm	PEARSON mm	LOG-PEAR mm	LOG-NOR mm	EV3 mm
2,33	44,1	41,9	41,3	42,7	41,9	41,1
5	53,2	52,7	51,6	52,3	51,8	51,8
10	59,2	61,5	59,9	59,3	59,6	60,4
25	65,6	72,6	70,2	67,2	69,3	70,6
50	69,8	80,8	77,7	72,5	76,4	77,8
100	73,5	88,9	85,0	77,5	83,4	84,6
chi 2	**17,4**	**9,9**	**12,9**	**12,4**	**10,6**	**15,9**

Tabla 2.11 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Imués

Tr años	NORMAL mm	GUMBEL mm	PEARSON mm	LOG-PEAR mm	LOG-NOR mm	EV3 mm
2,33	52,4	50,5	51,0	51,4	50,9	50,9
5	60,7	60,3	60,0	60,2	59,9	60,4
10	66,2	68,2	66,8	66,6	66,7	67,2
25	72,0	78,3	74,7	73,8	74,7	74,9
50	75,8	85,7	80,2	78,7	80,5	80,1
100	79,2	93,1	85,5	83,3	86,0	84,8
chi 2	**6,4**	**5,1**	**5,0**	**4,8**	**4,8**	**6,3**

2

Tabla 2.12 Precipitaciones máximas para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Obonuco

Tr años	NORMAL mm	GUMBEL mm	PEARSON mm	LOG-PEAR mm	LOG-NOR mm	EV3 mm
2,33	36,2	34,6	33,4	34,2	34,7	33,3
5	43,0	42,6	41,2	41,4	42,1	41,3
10	47,5	49,2	47,8	47,4	47,9	48,1
25	52,3	57,5	56,4	55,1	54,9	56,7
50	55,4	63,6	62,8	61,0	60,0	63,0
100	58,2	69,7	69,2	66,9	65,0	69,1
chi 2	**20,1**	**7,8**	**8,4**	**7,1**	**8,5**	**9,5**

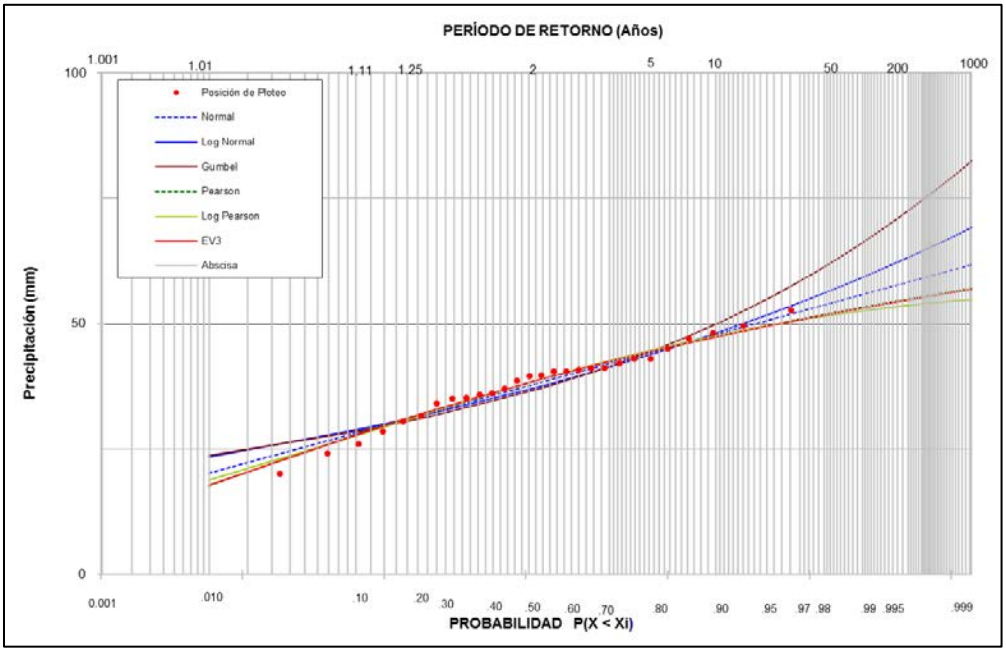


Figura 2.20 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Sindagua

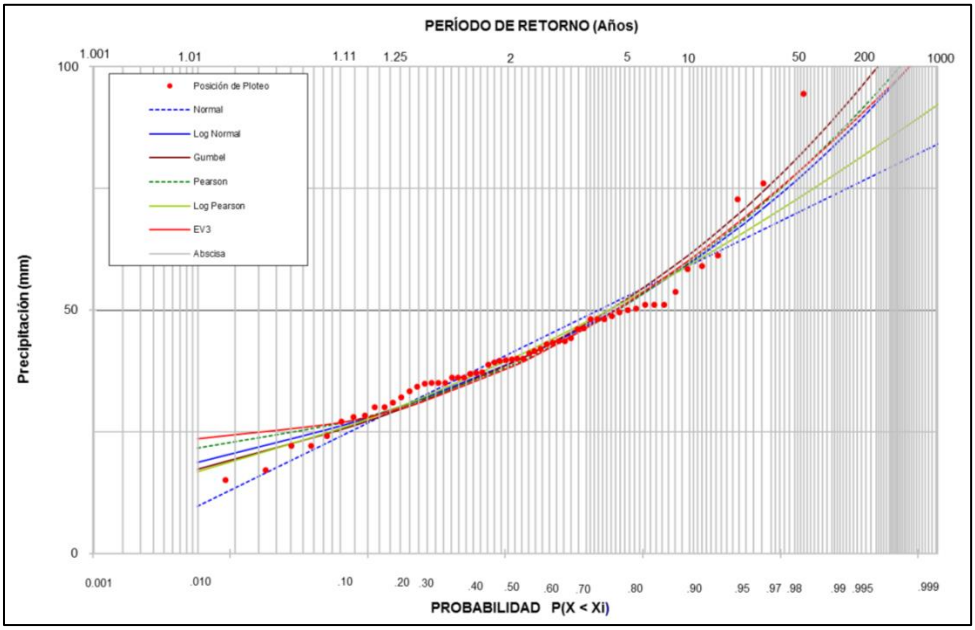


Figura 2.21 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Tangua

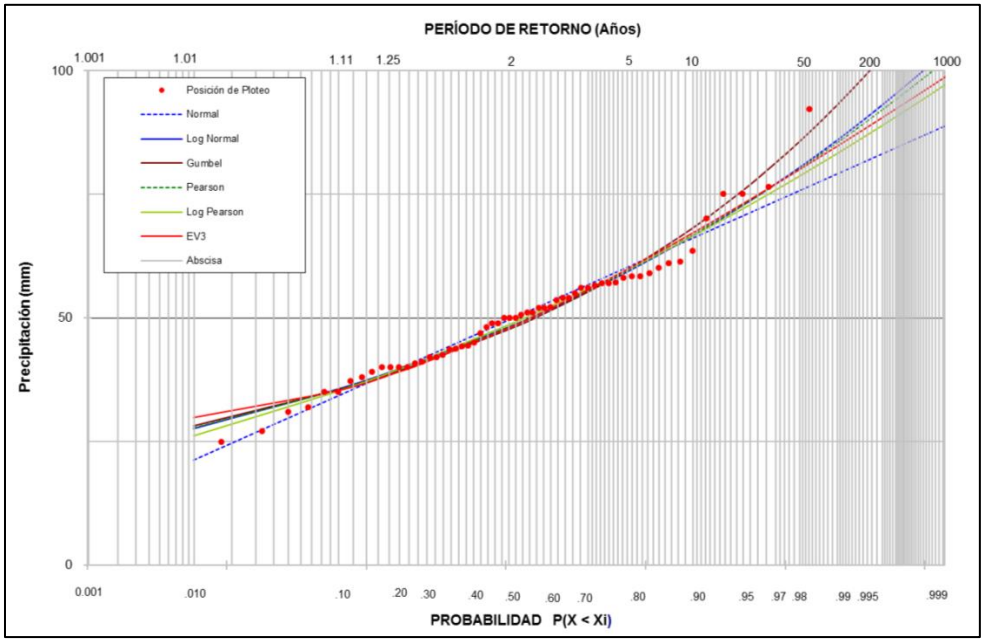


Figura 2.22 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Imués

2

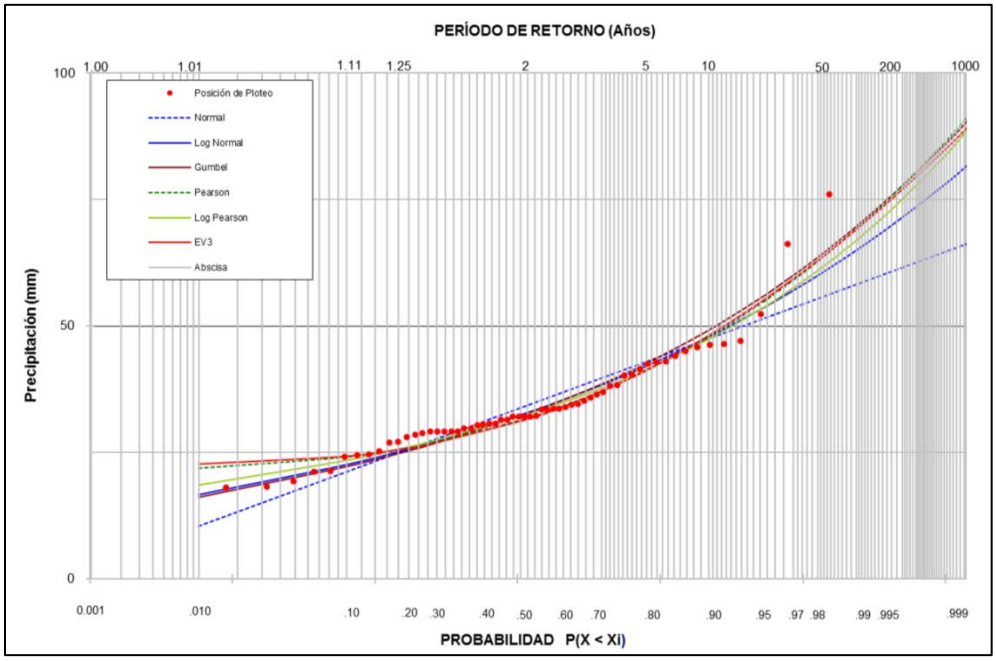


Figura 2.23 Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de probabilidad. Estación Obonuco

De acuerdo con la representación gráfica de los ajustes de precipitaciones máximas y la prueba de Chi², se identificó que la función Gumbel es la que presenta mejor ajuste de los datos.

De acuerdo con la prueba de chi-cuadrado las funciones que mejor se ajustan EV3 en la estación Sindagua, Log Pearson en las estaciones Obonuco e Imués, sin embargo también es importante revisar los ajustes gráficos, en los cuales se observa que a partir de 25 años la función Gumbel tiene valores de precipitación superiores a los otros ajustes, lo que repercute en un criterio más conservador en el dimensionamiento de las estructuras hidráulicas, por lo cual se adopta esta función.

En la Tabla 2.13 se presentan los valores de precipitación adoptados.

Tabla 2.13 Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno

Estación	Precipitación (mm)					
	Tr=2,33 años	Tr=5 años	Tr=10 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años
Sindagua	38,3	44,7	49,9	56,5	61,4	66,2
Tangua	41,9	52,7	61,5	72,6	80,8	88,9
Imués	50,5	60,3	68,2	78,3	85,7	93,1
Obonuco	34,6	42,6	49,2	57,5	63,6	69,7

2.6 ANÁLISIS DE CAUDALES

Los caudales máximos para las áreas de drenaje aferentes a cada obra hidráulica se calcularon mediante el Método Racional para aquellas cuencas con áreas de drenaje menores a 2,5 km². Para la cuenca de la quebrada La Magdalena se calcularon los caudales a partir del método de hidrograma unitario.

Adicionalmente, para la estimación de caudales máximos del río Guáitara se realizaron ajustes estadísticos de registros de caudales máximos instantáneos de las estaciones San Pedro y Pilcuán, y se aplicó el método de transposición de caudales para conocer los máximos en el sitio de puente.

2.6.1 Características Morfométricas de las Cuencas de la Vía Pedregal Pasto

Teniendo en cuenta la información de referencia y el trazado de la vía, se determinaron las características de las cuencas aferentes, incluyendo los parámetros morfométricos; área de drenaje, longitud, pendiente del cauce principal y tiempo de concentración.

2.6.1.1 Área de drenaje

Es la superficie del terreno que contribuye al escurrimiento, hacia el cauce principal y sus tributarios, delimitada por la divisoria de aguas o línea imaginaria que se ubica en los puntos de mayor elevación topográfica.

2.6.1.2 Longitud del cauce principal

Es la distancia medida desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio donde se ubicará la obra de drenaje

2.6.1.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo que toma el agua superficial en llegar desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de interés.

Para cada una de las cuencas el tiempo de concentración se calculó a partir de las expresiones propuestas en la Tabla 2.14.

Tabla 2.14 Tiempo de concentración, ecuaciones.

Fórmula	Ecuación	Parámetros
Kirpich	$T_c = 0{,}06628\left(\frac{L_D}{S^{0,5}}\right)^{0,77}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)
Témez	$T_c = 0{,}3\left(\frac{L}{S^{0,25}}\right)^{0,76}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (%)
Williams	$T_c = 0{,}683\left(\frac{L\,A^{0,40}}{D\,S^{0,25}}\right)$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) D = Diámetro de una cuenca circular con área *A* (km) A = Área de la cuenca (km^2)
Bransby – Williams	$T_c = \frac{14{,}6\,L}{A^{0,1}\,S^{0,2}}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (min) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m) A = Área de la cuenca (km^2)
Giandotti	$T_c = \left(\frac{4\sqrt{A}+1.5L}{25{,}3\sqrt{L\,S}}\right)$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m) A = Área de la cuenca (km^2)
Johnstone y Cross	$T_c = 2{,}6\left(\frac{L}{S^{0,5}}\right)^{0,5}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/km)

Fórmula	Ecuación	Parámetros
SCS – Ranser	$T_c = 0{,}947\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0{,}385}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) H = Diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente principal (m)
Ventura – Heras	$T_c = 0{,}3\left(\frac{L}{S^{0{,}25}}\right)^{0{,}75}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (%)
Ven Te Chow	$T_c = 0{,}273\left(\frac{L}{S^{0{,}5}}\right)^{0{,}64}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)
Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos	$T_c = 0{,}28\left(\frac{L}{S^{0{,}25}}\right)^{0{,}76}$	T_c = Tiempo de concentración de la cuenca (h) L = Longitud del cauce principal (km) S = Pendiente media del cauce principal (m/m)

Se adoptó un tiempo de concentración mínimo de 15 min para cuencas con tiempo de concentración menores a este valor, con el fin de tener en cuenta el tiempo inicial que tarda el agua en concentrarse en las cuencas y no sobreestimar la intensidad de precipitación que resultaría al realizar los análisis con valores menores a este tiempo de concentración.

2 En el ANEXO 2 se presenta el cálculo del tiempo de concentración para las cuencas analizadas. De acuerdo con los resultados obtenidos, se determinó que las cuencas menores a 0,2 km² son menores a 15 minutos, por lo tanto, para esas cuencas se adoptó 15 minutos de tiempo de concentración.

2.6.2 Método Racional

Es una metodología comúnmente utilizada en hidrología para generar caudales máximos en cuencas pequeñas o menores donde no existe información hidrométrica; consiste en la estimación del caudal máximo suponiendo una intensidad uniforme de la precipitación durante el tiempo de concentración de la cuenca. La suposición de la uniformidad de la precipitación durante el tiempo de concentración, es una aproximación que se hace teniendo en cuenta que en la realidad un evento de lluvia es uniforme durante el tiempo de concentración de la cuenca. De esta forma, el caudal en un punto dado de la cuenca crecerá paulatinamente hasta alcanzar un valor máximo cuando la totalidad de la cuenca esté contribuyendo a la escorrentía en el sitio de concentración de las aguas. El “Método Racional" se expresa mediante la relación:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

Q : Caudal máximo, en m³/s.

C : Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I : Intensidad de la lluvia, en mm/h.

A : Área de drenaje, en ha.

2.6.2.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía, relaciona el caudal máximo generado producido después de descontar las pérdidas por almacenamiento, retención e infiltración, con la intensidad de precipitación que lo genera, es propio de cada cuenca y depende principalmente del tipo de suelo, de la cobertura vegetal y de la pendiente de la cuenca.

Para el diseño de las obras de drenaje se utilizaron los coeficientes de escorrentía recomendados por Ven Te Chow en su publicación “Hidrología Aplicada”, los cuales se presentan en la Tabla 2.15, estos coeficientes sirvieron para definir los caudales máximos para los diferentes períodos de retorno.

Tabla 2.15 Coeficientes de Escorrentía Utilizados por el Método Racional

Características de la superficie	Período de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Condición pobre (cubierta de pasto menos del 50% del área)							
Plano, 0-2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2-7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente, superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)							
Plano, 0-2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente, superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0-2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2-7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente, superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2-7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente, superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente, superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Plano, 0-2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2-7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente, superior a 7%	0,35	,039	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Tabla 2.16 Coeficientes de escorrentía adoptados para diferentes períodos de retorno

2 años	5 años	10 años	20 años	25 años	50 años	100 años
0,37	0,40	0,42	0,45	0,46	0,49	0,53

2.6.2.2 Intensidad de la precipitación

Las curvas intensidad duración frecuencia (curvas IDF) constituyen una forma de sintetizar la información de precipitación para las tormentas de corta duración, y en la mayoría de los casos, es el insumo básico para la estimación de tormentas o eventos de diseño en la modelación hidrológica.

Su construcción se puede realizar por dos métodos diferentes dependiendo de la información disponible: a partir de ajustes estadísticos de registros continuos de precipitación (registros

pluviográficos), y a partir de curvas con parámetros regionalizados (curvas sintéticas). Para este estudio se elaboraron curvas IDF sintéticas, ya que no se cuenta con registros continuos de precipitación de las estaciones representativas de la zona de estudio en las estaciones sino que se realizan una o dos lecturas diarias (por ejemplo 7:00 a.m. y 5:00 p.m.) de acuerdo con consultas realizadas a personal especializado del IDEAM y recomendaciones de la Organización Meteorológica Mundial en la Guía de Prácticas Hidrológicas (OMM-N° 168, 1994).

Para el desarrollo de este análisis se utilizó la metodología de Vargas et al., 1998, formulada a partir del análisis de más de 200 curvas IDF y registro pluviométricos concurrentes en Colombia, la cual propone la generación sintética de curvas IDF basada en la regionalización de los coeficientes para la siguiente ecuación:

$$I = a\frac{T^b}{t^c}M^d N^e PT^f$$

La ecuación relaciona la intensidad de la lluvia, I (mm/h), con la frecuencia o periodo de retorno, T (años), la duración de los eventos, t (horas), la precipitación promedio de las máximas anuales para el período en el que se tiene registro, M, (mm), el número de días de lluvia, N, y la precipitación media anual, PT, (mm). Los coeficientes de la ecuación son reportados en Vargas et al., 1998, y para la zona andina, son los que se presentan en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17 Coeficientes de la ecuación de regionalización de las IDF.

a	b	c	d	e	f
1,61	0,19	0,65	0,75	-0,15	0,08

En la Tabla 2.18 se presentan los valores a partir de los cuales se elaboraron las curvas IDF en las estaciones Sindagua, Tangua e Imués.

Se resalta que el valor de precipitación máxima en 24 horas corresponde al promedio de las precipitaciones máximas anuales y no al promedio de la serie mensual de registros.

Tabla 2.18 Datos de lluvia para elaborar las curvas IDF

Estación	Periodo	Precipitación total anual (PT en mm)	P Máxima en 24h (M en mm)	Número de días de precipitación (N)
Sindagua	1987-2015	988	38,3	236
Tangua	1957-2015	996,9	41,3	133
Imués	1957-2015	1155,4	50,2	147

A partir de la metodología presentada para elaboración de curvas IDF sintéticas, en la Figura 2.24 hasta la Figura 2.26 se presentan las Curvas IDF obtenidas para las estaciones localizadas en la zona del proyecto y el resumen de datos en la Tabla 2.19 hasta la Tabla 2.21.

Tabla 2.19 Estación Sindagua. Valores de Intensidades máximas

Periodo de retorno (Años)	Intensidad (mm/h)											
	Duración (min)											
	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2,3	54,8	45,5	34,9	29,0	25,1	22,3	20,1	18,5	17,1	16,0	15,0	14,2
5	63,4	52,6	40,4	33,5	29,0	25,7	23,3	21,4	19,8	18,5	17,4	16,4
10	72,3	60,0	46,1	38,2	33,1	29,4	26,6	24,4	22,6	21,1	19,8	18,7
20	82,5	68,4	52,6	43,6	37,7	33,5	30,3	27,8	25,7	24,0	22,6	21,4
25	86,1	71,4	54,8	45,5	39,4	35,0	31,6	29,0	26,9	25,1	23,6	22,3
50	98,2	81,4	62,6	51,9	44,9	39,9	36,1	33,1	30,6	28,6	26,9	25,4
100	112,0	92,9	71,4	59,2	51,2	45,5	41,2	37,7	34,9	32,6	30,7	29,0

Tabla 2.20 Estación Tangua. Valores de Intensidad-Duración-Frecuencia

Periodo de retorno (Años)	Intensidad (mm/h)											
	Duración (min)											
	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2,3	63,3	52,5	40,3	33,4	28,9	25,7	23,2	21,3	19,7	18,4	17,3	16,4
5	73,1	60,7	46,6	38,7	33,4	29,7	26,9	24,6	22,8	21,3	20,0	18,9
10	83,4	69,2	53,2	44,1	38,2	33,9	30,7	28,1	26,0	24,3	22,9	21,6
20	95,2	79,0	60,7	50,3	43,5	38,7	35,0	32,1	29,7	27,7	26,1	24,6
25	99,3	82,4	63,3	52,5	45,4	40,3	36,5	33,5	31,0	28,9	27,2	25,7
50	113,3	94,0	72,2	59,9	51,8	46,0	41,6	38,2	35,4	33,0	31,0	29,3
100	129,2	107,2	82,4	68,3	59,1	52,5	47,5	43,5	40,3	37,7	35,4	33,4

Tabla 2.21 Estación Imués. Valores de Intensidad-Duración-Frecuencia

Periodo de retorno (Años)	Intensidad (mm/h)											
	Duración (min)											
	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2,3	73,0	60,6	46,6	38,6	33,4	29,7	26,8	24,6	22,8	21,3	20,0	18,9
5	84,5	70,0	53,8	44,6	38,6	34,3	31,0	28,4	26,4	24,6	23,1	21,9

Periodo de retorno (Años)	Intensidad (mm/h)											
	Duración (min)											
	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
10	96,3	79,9	61,4	50,9	44,0	39,1	35,4	32,5	30,1	28,1	26,4	24,9
20	109,9	91,2	70,0	58,1	50,2	44,6	40,4	37,0	34,3	32,0	30,1	28,4
25	114,7	95,1	73,1	60,6	52,4	46,6	42,1	38,6	35,8	33,4	31,4	29,7
50	130,8	108,5	83,4	69,1	59,8	53,1	48,1	44,1	40,8	38,1	35,8	33,9
100	149,2	123,8	95,1	78,9	68,2	60,6	54,8	50,3	46,6	43,5	40,9	38,6

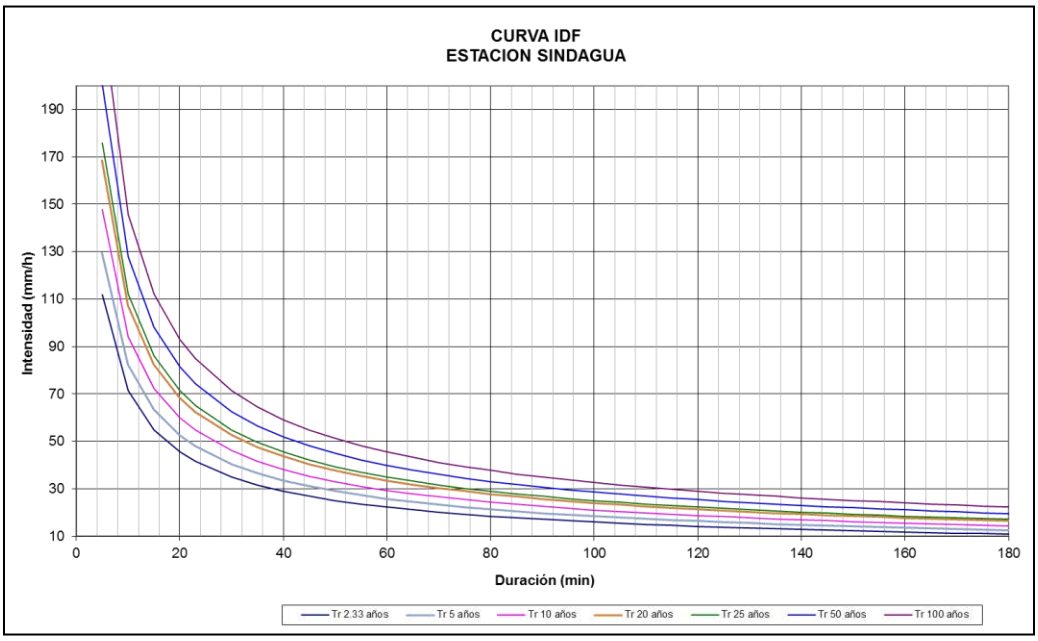


Figura 2.24 Estación Sindagua - Curvas IDF

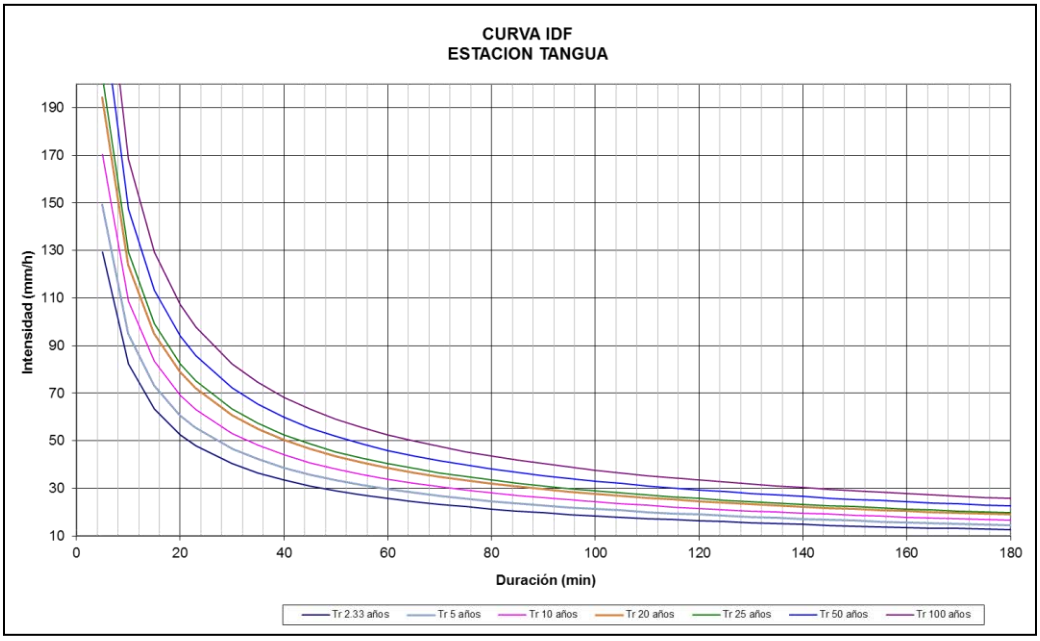


Figura 2.25 Estación Tangua - Curvas IDF

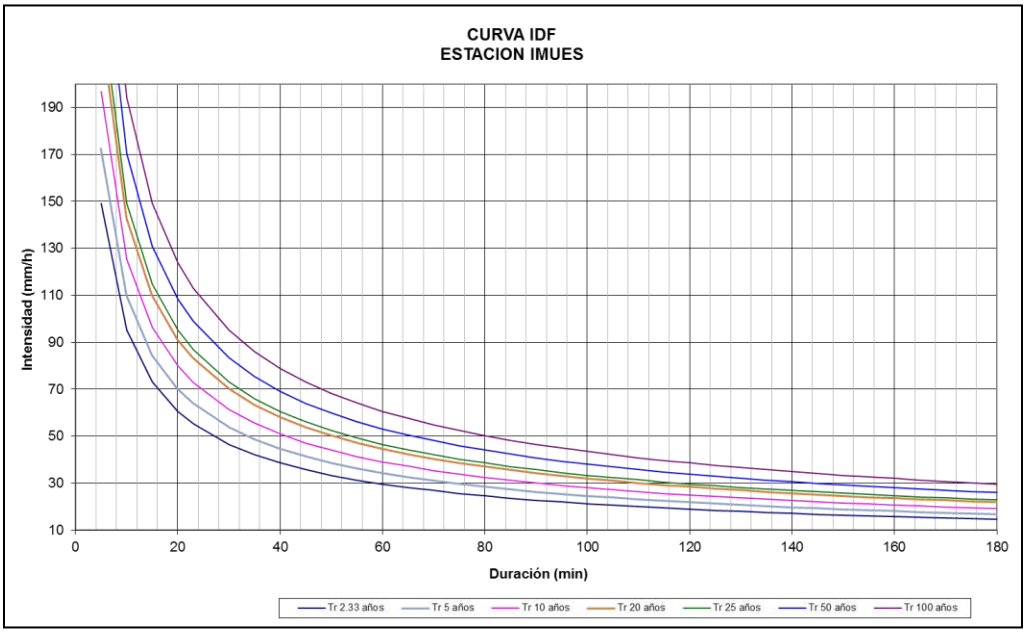


Figura 2.26 Estación Imués - Curvas IDF

Tabla 2.22 Intensidades de lluvia para el diseño de las obras de drenaje, tc= 15 minutos.

Estación			Intensidades de diseño (mm/h)				
	Tr 2.33 Años	Tr 5 Años	Tr 10 Años	Tr 20 Años	Tr 25 Años	Tr 50 Años	Tr 100 Años
Sindagua	54,8	63,4	72,3	82,5	86,1	98,2	112,0
Tangua	63,3	73,1	83,4	95,2	99,3	113,3	129,2
Imués	73,0	84,5	96,3	109,9	114,7	130,8	149,2

Se realizaron polígonos de Thiessen (véase Figura 2.1) con base en la localización de estaciones presentes en la zona, identificando la influencia de estas estaciones sobre las cuencas con el fin de seleccionar la IDF representativa de cada cuenca.

De acuerdo con los polígonos de Thiessen, las curvas IDF de la estación Imués se usaron para estimar las intensidades de las cuencas aferentes al tramo de estudio entre el K00+000 y K04+143, mientras que las curvas IDF de la estación Tangua se usaron para estimar las intensidades de las cuencas en el tramo entre K04+240 y K15+635. La estación Sindagua se utilizó para estimar las intensidades de la obra localizada en el K15+732.

2.6.3 Método del hidrograma unitario

En términos generales, un hidrograma unitario es la función de respuesta de pulso unitario para un sistema lineal, y se define como el hidrograma de escorrentía directa resultante de una unidad de exceso de lluvia (precipitación efectiva) generado uniformemente sobre el área de drenaje a una tasa constante a lo largo de una duración efectiva (*Ven Te Chow*, 1994). Las suposiciones del modelo son: i) El exceso de precipitación tiene una intensidad constante dentro de la duración efectiva, ii) El exceso de precipitación está fuertemente distribuido a través de toda el área de drenaje, iii) el tiempo base, del hidrograma unitario resultante de un exceso de lluvia de una duración dada, es constante, iv) las ordenadas de todos los hidrogramas son directamente proporcionales a la cantidad de escorrentía directa, y v) el hidrograma resultante de un exceso de lluvia dado refleja las características no cambiantes de una cuenca.

El SCS propuso un hidrograma sintético triangular cuya geometría (Figura 2.27) se define con el área y el tiempo de concentración de la cuenca, así:

$$Q_p = 0{,}2083 \frac{A}{t_p} E$$

Donde A es el área de la cuenca en km^2, E es la escorrentía unitaria, 1mm, y t_p el tiempo al pico medio desde el comienzo del hidrograma, el cual se obtiene con la expresión:

$$t_p = \frac{d}{2} + t_l = \frac{d}{2} + 0{,}6 \cdot t_c$$

Donde t_l es el tiempo de rezago de la cuenca que corresponde a una fracción (60%) del tiempo de concentración t_c, definido en el capítulo de morfología, y d es la duración de exceso de precipitación unitaria.

Para finalizar la descripción geométrica del hidrograma, el ancho de la base se define como:

$$T_{bt} = \frac{8}{3} t_p$$

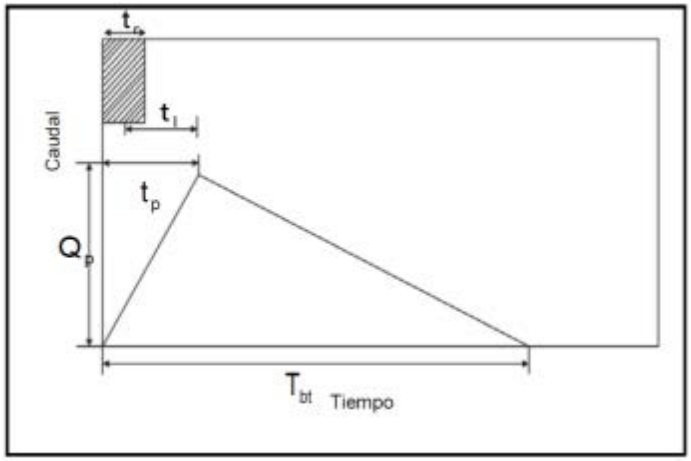


Figura 2.27 Hidrograma Unitario Triangular del SCS

2.6.3.1 Tormenta de diseño

Para la aplicación de modelos lluvia-escorrentía es necesario calcular los hietogramas de precipitación, que básicamente son el ordenamiento de la precipitación de diseño durante la duración total del aguacero de diseño y el periodo de retorno que se esté analizando. La metodología implementada corresponde a la propuesta por el SCS (*Soil Conservation Service*), en la cual se distribuye la precipitación de diseño seleccionando uno de los cuatro tipos de tormenta presentados en la Figura 2.28.

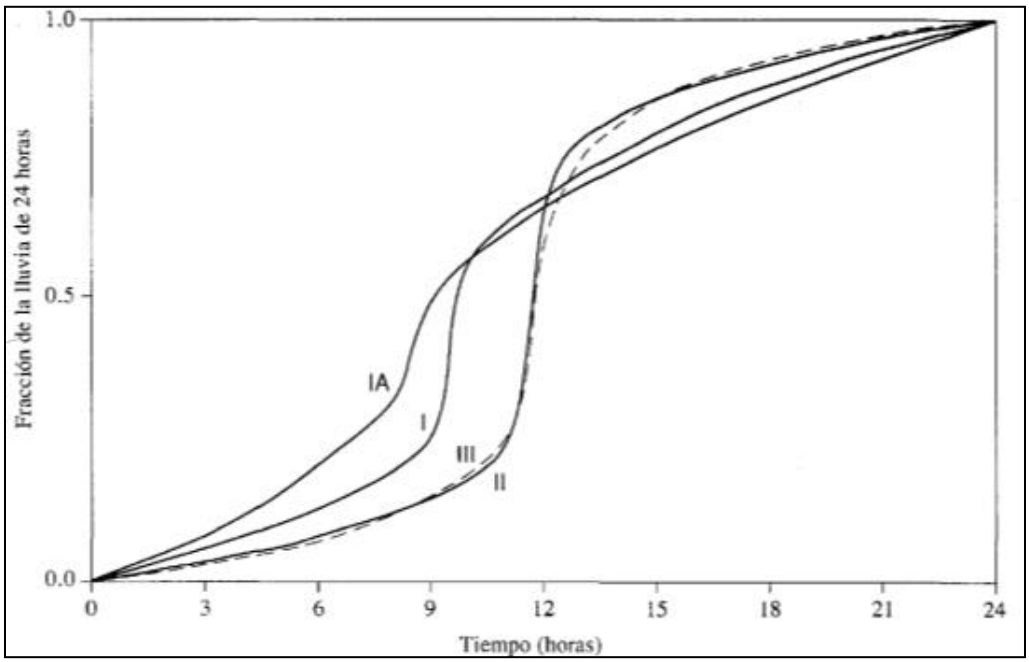


Figura 2.28 Tipos de distribución de precipitación del SCS.

Teniendo en cuenta que en la zona no se han realizado estudios respecto la distribución de las tormentas se adoptó la metodología desarrollada por el SCS adoptando el hietograma Tipo II porque el aguacero inicia con una intensidad baja y continúa con una intensidad alta, se concentra el 80% de la precipitación en el 30% del tiempo, y posteriormente termina con una intensidad baja. Lo cual representa las condiciones críticas de una tormenta y es representativo de la forma de llover en la zona.

En la Figura 2.29 se presenta el hietograma de diseño construido a partir de la curva tipo II, para la precipitación con periodo de retorno de 100 años de la cuenca de la quebrada La Magdalena y una duración de 2,5 horas.

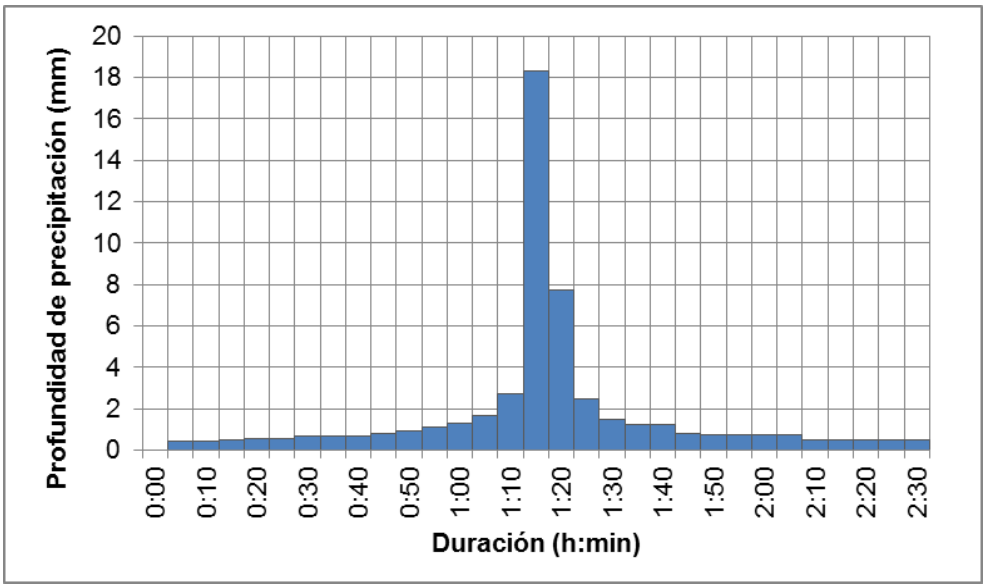


Figura 2.29 Hietograma de diseño. Distribución SCS tipo II.

2.6.3.2 Distribución espacial de precipitación y reducción por área

Debido a que la construcción de hietogramas de diseño se construye a partir de información puntual de precipitación máxima, se realizó la distribución espacial utilizando polígonos de *Thiessen*, y la reducción de precipitación por espacialidad en la cuenca.

El modelo lluvia escorrentía recomienda afectar la precipitación por un factor de reducción por área y duración dado que los registros de precipitación son máximos en 24 horas y estos pueden no corresponder a duraciones inferiores.

Con las curvas mencionadas anteriormente el factor de reducción para la cuenca de la quebrada La Magdalena, cuya área de drenaje hasta el cruce de la vía es de 36,6 km² y la duración del aguacero de 1,5 horas sería de 0,3 aproximadamente. Revisando los anteriores factores se considera que estos subvaloran la precipitación y se adopta un factor de reducción por área de 0,75 para el rango de áreas y duraciones indicadas el cual se ha calibrado en estudios realizados por INGETEC como es el de “Análisis y Caracterización de Tormentas de la Sabana de Bogotá”.

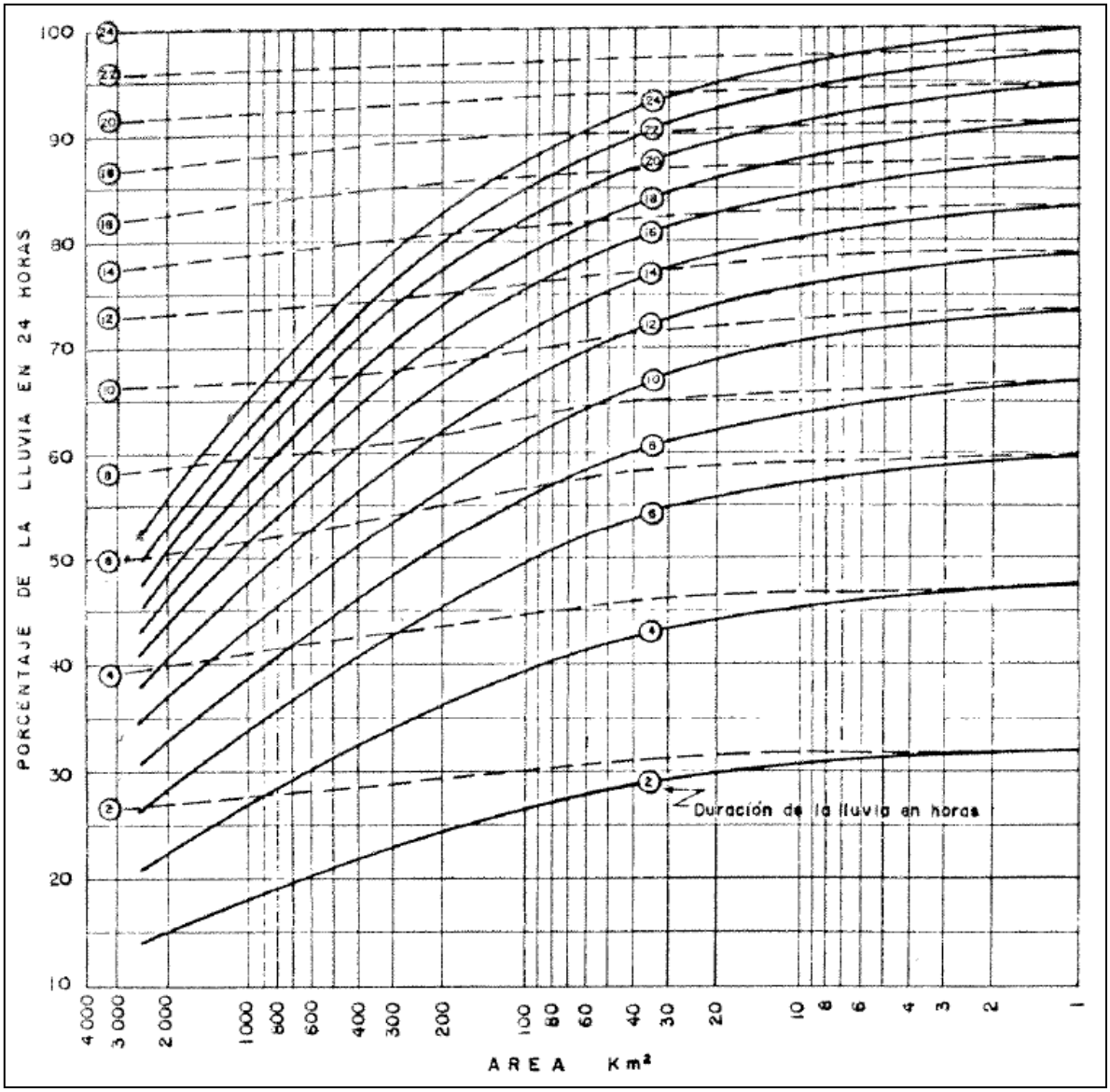


Figura 2.30 Relaciones duración profundidad

Fuente: Snyder y Nunn (1968) Estudio de Crecientes. Pág. 20 Edit. INGETEC.

2.6.3.3 Precipitación efectiva

La precipitación efectiva es la precipitación que se convierte en escorrentía directa, por lo tanto, es importante calcular las abstracciones de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración propiamente dicha.

El método implementado se denomina “Número de Curva”, propuesto por el SCS; en este método, la profundidad de escorrentía (es decir, la profundidad efectiva de precipitación) es una función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía, denominado número de curva o CN. El número de curva varía en un rango de 1 a 100, existiendo una función de las siguientes propiedades productoras de escorrentía de la cuenca hidrográficas: i) tipo de suelo hidrológico, ii) utilización y tratamiento del suelo, iii) condiciones de la superficie del terreno, y (iv) condición de humedad antecedente del suelo. (INVIAS, 2009).

El valor CN corresponde con el número de curva de la metodología del Soil Conservation Service, de acuerdo con el tipo de cobertura vegetal del suelo (pastizales, cultivos y bosques; véase ANEXO 3, y la geología del suelo en la zona de estudio.

En la Tabla 2.23 se presentan los valores teóricos de CN para diferentes condiciones de suelo.

Tabla 2.23 Valores de CN II para Diferentes Usos de Tierra

Descripción del uso de la tierra		**Grupo Hidrológico del Suelo**			
		A	**B**	**C**	**D**
Tierra cultivada :	sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales :	condiciones pobres	68	79	86	89
	condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos :	condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques :	trocos delgados, cubiertas pobres, sin hierbas	45	66	77	83
	cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.					
óptimas condiciones :	cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables :	cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial :					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
Calles y carreteras :					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados		98	98	98	98
grava		76	85	89	91
tierra		72	82	87	89

Teniendo en cuenta lo anterior, el valor de CN II adoptado es de 65. Para periodos de retorno de 25 años y superiores, se utilizó un CN de condición antecedente III, correspondiente a 81, calculado con la siguiente relación:

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0{,}13CN(II)}$$

La lluvia efectiva que causa escorrentía superficial, y la magnitud de las abstracciones de una tormenta, se pueden obtener por el método del Soil Conservation Service, a partir de las siguientes relaciones empíricas:

$$Q = \frac{(P - 0{,}20S)^2}{P - 0{,}80S}$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Donde:

Q: escorrentía total acumulada, pulgadas

P: precipitación total del evento, pulgadas.

S: infiltración potencial o retención potencial máxima, pulgadas.

CN: número de curva.

En la Tabla 2.24 se presenta el cálculo de número de curva en la cuenca de la quebrada La Magdalena, para un grupo hidrológico de suelo predominante tipo B.

Tabla 2.24 Cálculo del número de curva de la cuenca quebrada La Magdalena

Cuenca	COBERTURA	Area (km²)	CN II	CN III
	Cultivos anuales o transitorios	6,8	71,0	84,9
	Pastos	7,7	61,0	78,2
	Herbazales	4,1	61,0	78,2
	Áreas agrícolas heterogéneas	11,5	71,0	84,9
	Bosques naturales	6,5	55,0	73,8
		CN ponderado	65	81

2.6.4 Hidrograma unitario de Snyder

El modelo de Snyder pretende derivar un hidrograma unitario a partir de algunas características de la cuenca, para ser aplicado en otras cuencas donde no se tiene registro de caudal.

El modelo emplea como definición de tiempo de rezago (T_R), el tiempo comprendido entre el centroide del hietograma de precipitación efectiva y el pico del hidrograma de escorrentía directa

correspondiente. Snyder asume que el rezago es constante para una cuenca, ya que depende de algunas de sus características físicas y no está determinado por el tipo de lluvia o sus variaciones. El tiempo de rezago (en horas) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$T_R = 0{,}75\, C_t \left(L\ L_c\right)^{0{,}3}$$

Donde:

L: Longitud de la corriente principal (km).

L_c: Longitud de la estación de salida de la cuenca al centroide de gravedad medida sobre la corriente principal (km)

C_t: Coeficiente de retardo de Snyder

Se calcula con la fórmula de Taylor – Schwatrz, donde *i* es la pendiente del cauce principal (en m/m):

$$C_t = \frac{1.65}{\left(\sqrt{i}\right)^{0.38}}$$

Para las cuencas en donde se obtienen tiempos de rezago mayores que el tiempo de concentración, el documento de *Hidrología de Antioquia* recomienda utilizar la siguiente expresión:

$$T_R = 0{,}6\, T_C$$

De tal manera se obtienen los tiempos de rezago en las distintas cuencas como se presentan en la Tabla 2.25.

Tabla 2.25. Tiempo de rezago de las cuencas.

Nombre	Longitud Cauce (km)	Pendiente (%)	Coeficiente de retardo Ct	Longitud al centroide (km)	Tiempo de rezago (h)	Tiempo de concentración (h)	Tiempo de rezago adoptado (h)
Q La Magdalena	17,54	8,48	1,10	10,60	3,95	2,57	1,54

El modelo de Snyder propone calcular el caudal pico por unidad de área de drenaje mediante la expresión:

$$Q_p = \frac{2{,}75\, C_p}{T_R}$$

Donde:

C_p: Coeficiente que depende de la topografía de la cuenca, Snyder da valores de este parámetro entre 0,56 y 0,69. Se utilizó el mayor valor 0,69 por ser cuencas de alta pendiente.

2.6.5 Hidrograma unitario de Clark

Este método fue expuesto por Clark (1945) y es recogido por casi todos los textos de hidrología (por ejemplo: Viessman, 2003; Wanielista, 1997; Ragunath, 2006); se implementa en modelos como HMS (HEC, 2010). El método se basa en la distribución de la superficie de la cuenca entre líneas isócronas para computar el volumen de agua caído sobre cada una de esas superficies y considerar el retardo producido por el tránsito del agua a lo largo de la cuenca.

La mayor dificultad de este procedimiento es que necesita un coeficiente de almacenamiento, *R* (en horas), que ha aparecido al describir el fundamento del método: representa el retardo que la cuenca impone a la escorrentía superficial para desplazarse. Puede calcularse disponiendo de un hidrograma real de esa cuenca o evaluarse de algún modo. Algunos autores suponen que es similar al T_{LAG} o tiempo de retardo, o que es una fracción del tiempo de concentración, multiplicando éste por un factor del orden de 0,75.

2.6.6 Caudales máximos del río Guáitara

Los caudales máximos del río Guáitara hasta Pedregal se estimaron a partir de los registros de las estaciones Pilcuán (5205701) y San Pedro (5205705). Estos registros se ajustaron a diferentes distribuciones de probabilidad, entre ellas Normal, Gumbel, Pearson, Log-Pearson, Log-Normal y EV3 (Véase Figura 2.31 y Figura 2.32) para obtener caudales máximos esperados asociados a diferentes periodos de retorno del río Guáitara hasta estas estaciones.

Los registros de las estaciones hidrométricas empleadas en los análisis del río Guáitara se presentan en el ANEXO 1.

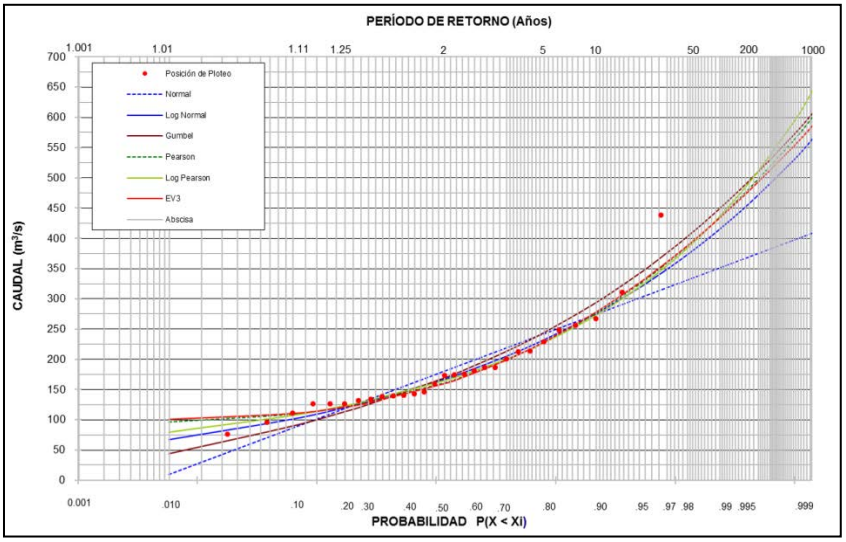


Figura 2.31 Ajuste probabilístico de caudales máximos - Estación río Guáitara – Pilcuán

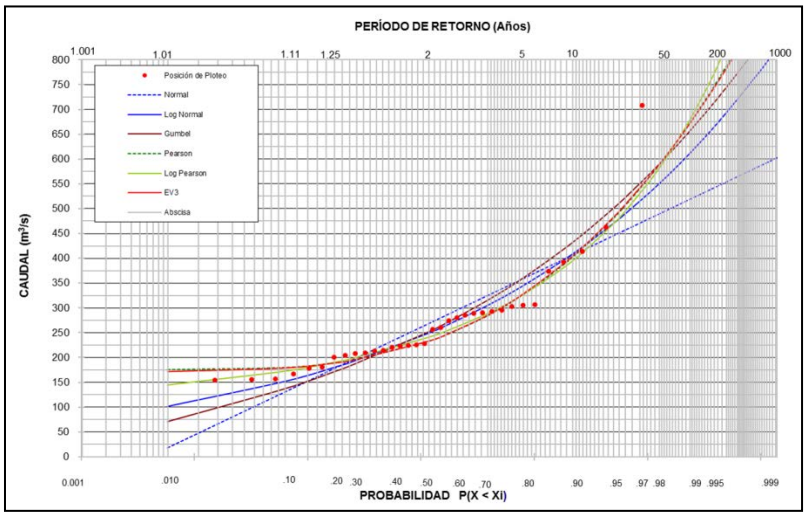


Figura 2.32 Ajuste probabilístico de caudales máximos - Estación río Guáitara – San Pedro

En la Tabla 2.26 y Tabla 2.27 se presentan los resultados de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de distribución de frecuencia.

Tabla 2.26 Caudales máximos para diferentes funciones de distribución de frecuencia. Estación Pilcuán

Tr años	NORMAL m^3/s	GUMBEL m^3/s	PEARSON m^3/s	LOG-PEAR m^3/s	LOG-NOR m^3/s	EV3 m^3/s
2,33	193,6	183,4	172,9	176,1	179,3	171,9
5	242,3	244,4	228,1	227,6	232,4	228,9
10	274,6	294,1	276,4	273,0	276,1	278,4
25	309,0	356,8	339,4	334,8	331,7	341,6
50	331,3	403,4	387,0	384,3	373,4	388,2
100	351,3	449,6	434,7	436,7	415,4	434,1
200	369,6	495,6	482,7	492,5	458,0	479,2
500	391,8	556,4	546,7	572,4	515,4	538,1
1000	407,3	602,3	595,5	637,9	559,9	582,0
10000	453,4	754,7	760,7	892,2	715,9	725,2
chi 2	**119,5**	**50,7**	**33,3**	**31,8**	**36,8**	**34,4**

Tabla 2.27 Caudales máximos para diferentes funciones de distribución de frecuencia San Pedro

Tr años	NORMAL m^3/s	GUMBEL m^3/s	PEARSON m^3/s	LOG-PEAR m^3/s	LOG-NOR m^3/s	EV3 m^3/s
2,33	287,9	272,4	248,1	255,7	267,2	248,6
5	359,2	360,5	326,9	326,9	345,1	328,5
10	406,6	432,2	402,3	395,1	408,9	404,6
25	457,1	522,8	506,5	495,6	490,0	508,7
50	489,7	590,1	588,5	582,0	550,8	589,6
100	519,0	656,8	672,8	679,3	611,8	671,9
200	545,8	723,3	759,5	789,2	673,5	755,5
500	578,4	811,0	877,3	957,2	756,8	867,8
1000	601,2	877,3	968,7	1104,3	821,2	953,8
10000	668,8	1097,4	1285,8	1752,9	1046,5	1245,6
chi 2	**361,0**	**161,6**	**79,7**	**71,1**	**110,5**	**77,2**

De acuerdo con el ajuste gráfico y la prueba de Chi², la función de mejor ajuste es Log-Pearson, por lo tanto se escogen los resultados de esta función para los análisis de caudales del río Guáitara.

Luego de haber definido los caudales máximos para diferentes periodos de retorno en la estación San Pedro, se realiza el traslado de caudales máximos hasta los sitios de interés mediante la expresión:

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^n$$

Donde:

Q_2: Caudal máximo instantáneo en el sitio de análisis

Q_1: Caudal máximo instantáneo en la estación que se tienen registros

A_2: Área de la cuenca en el sitio de análisis

A_1: Área en cuenca de la estación que se tienen registros

n: Factor de proporcionalidad que se encuentra en el intervalo de 0,5 – 0,8 (*Flood Hydrology Manual. U.S. Departament Of Interior – Bureau of Reclamation, 1992*). En este caso se tomó n=0,8, deducido a partir de la relación entre los caudales máximos de las estaciones Pilcuán (aguas arriba) y San Pedro (aguas abajo).

También se puede realizar el traslado de caudales máximos hasta el sitio de puente a partir de la estación Pilcuán, sin embargo, se decide realizar a partir de la estación San Pedro porque esta estación contempla aportes de los ríos Téllez y Bobo, afluentes del río Guáitara aguas arriba del sitio de puente.

En la Tabla 2.28 se presentan los caudales máximos del río Guáitara asociados a diferentes periodos de retorno en el sitio de puente de la vía Pedregal – Pasto.

Tabla 2.28 Caudales máximos del río Guáitara hasta el sitio de Puente de la vía Pedregal – Pasto, a partir de la estación San Pedro.

Sitio	**Río Guáitara – San Pedro**	**Río Guáitara en puente**
Área (km²)	3215,5	2536,5
Tr (años)	**Caudal (m³/s)**	
10	395,1	329
25	495,6	413
50	582,0	485
100	679,3	566
200	789,2	657
500	957,2	797

Las memorias de cálculo de los caudales máximos del río Guáitara se presentan en el ANEXO 4.

2.7 JUSTIFICACIÓN DE FÓRMULAS EMPLEADAS

Dada la carencia de cuencas instrumentadas en la zona plana del área de estudio, se evidenció la necesidad de implementar modelos de transformación de precipitación en escorrentía directa; con estos métodos, en los que se requieren datos históricos de lluvia de corta duración y que se aplican a una cuenca hidrográfica, se calcula el caudal máximo de escorrentía superficial.

Existen dos métodos ampliamente utilizados y la selección de ellos depende del área de drenaje de la cuenca. Así, para cuencas con área menor a 2,5 km^2 se utiliza el método racional y para cuencas con área mayor se utiliza el método del hidrograma de escorrentía directa (INVIAS, 2009), los cuales se describen a continuación.

2.8 APLICACIÓN DE LAS TEORÍAS Y MÉTODOS DE PREDICCIÓN

De acuerdo con la metodología anteriormente expuesta y los parámetros morfométricos e hidrológicos de las cuencas en estudio, se estimaron los caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

En la Tabla 2.29 se presenta el resumen de parámetros empleados para el cálculo de caudales máximos en las quebradas con área mayor a 2,5 km². Para el resto de cuencas los parámetros empleados se resumen en la

Tabla 2.30.

Tabla 2.29 Resumen de parámetros de modelación para estimar caudales máximos en cuencas mayores a 2,5 km²

Sitio	Área (km²)	Tc (min)	Tlag (min)	CN	Hietograma	Factor de reducción por área	Duración aguacero (horas)
La Magdalena	36,6	154	92	81	SCS tipo II	0,75	2,5

Tabla 2.30 Intensidades diseño para diferentes períodos de retorno

Cuenca	Área (Km²)	Tc (min)	Intensidad (mm/h)						
			2,33	5	10	20	25	50	100
1	0.0557	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
2	0.6715	17	67.34	77.85	88.81	101.31	105.70	120.58	137.55
3	0.0732	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
4	0.1643	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
5	0.0437	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
6	0.6633	18	64.88	75.01	85.57	97.62	101.85	116.18	132.54
7	0.0068	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
8	0.0366	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
9	0.2139	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
10	0.1226	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
11	0.0466	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
12	0.0670	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
13	0.0251	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
14	0.0165	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
15	0.0175	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
16	0.0923	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
17	0.4338	17	67.34	77.85	88.81	101.31	105.70	120.58	137.55
18	0.1992	17	67.34	77.85	88.81	101.31	105.70	120.58	137.55
19	0.1484	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21

Cuenca	Área (Km²)	Tc (min)	Intensidad (mm/h)						
			2,33	5	10	20	25	50	100
20	0.0044	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
21	0.1458	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
22	0.1474	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
23	0.0678	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
24	0.0304	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
25	0.0977	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
26	0.0618	15	73.05	84.45	96.34	109.90	114.66	130.80	149.21
27	0.0189	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
28	0.3521	18.14	55.92	64.65	73.75	84.13	87.78	100.13	114.23
29	0.1756	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
30	0.2076	17	58.33	67.43	76.93	87.75	91.55	104.44	119.14
31	0.0696	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
32	0.4690	18.79	54.66	63.19	72.09	82.23	85.80	97.87	111.65
33	0.0607	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
34	0.0302	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
35	0.0384	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
36	0.2830	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
37	0.1407	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
38	0.1893	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
40	0.0548	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
41	0.0795	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
42	0.0263	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
43	0.0170	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
44	0.0858	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
45	0.0997	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
46	0.0169	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
47	0.0312	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
48	0.0830	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
49	0.0295	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
50	0.0400	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
51	0.0403	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
52	0.0231	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
53	0.0821	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
54	0.0546	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
55	0.0407	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
56	0.0449	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
57	0.0200	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24

Cuenca	Área (Km²)	Tc (min)	Intensidad (mm/h)						
			2,33	5	10	20	25	50	100
58	0.0219	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
59	0.0299	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
60	0.0355	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
61	0.0275	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
62	0.1695	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
63	0.0061	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
64	0.0156	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
65	0.0955	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
66	0.2055	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
67	0.1142	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
68	0.2219	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
69	0.2057	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
70	0.2123	17	58.33	67.43	76.93	87.75	91.55	104.44	119.14
71	0.3350	18	56.20	64.97	74.12	84.55	88.22	100.63	114.80
72	0.1698	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
73	0.3297	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
74	0.0128	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
75	0.0298	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
76	0.0626	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
77	0.0243	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24
78	0.0094	15	63.27	73.15	83.45	95.19	99.31	113.29	129.24

La determinacion de los caudales de diseño teniendo en cuenta los parametros mencionados anteriormente se presentan en las Tabla 2.31 y Tabla 2.32.

Tabla 2.31 Caudales de la quebrada La Magdalena

Tr	Cuenca	Área (km²)	Tc (min)	CN	Q (m³/s)		
					HU SCS	HU Snyder	HU Clark
5	Q. La Magdalena	36,5	154	81	26,2	25,3	17,4
10					35,3	34,2	23,4
20					44,9	43,5	29,7
25					48,15	46,7	31,8
50					58,4	56,7	38,6
100					69,3	67,2	45,7

De acuerdo con los resultados obtenido por los tres métodos, se adoptan los obtenidos con el hidrograma unitario del SCS, teniendo en cuenta que .

Se observa que los resultados para los períodos de retorno de 5 años a 100 años, mantienen valores dentro del orden de magnitud esperado, siendo estos muy similares entre sí; con excepción de los calculados con el hidrograma de Clark que son bajos en relación con los otros dos resultados. Por lo anterior, se recomienda el uso de los caudales máximos obtenidos mediante hidrograma unitario del SCS, para tener más seguridad en los diseños de las obras.

Tabla 2.32 Caudales de diseño para diferentes periodos de retorno para las cuencas aferentes a las obras de drenaje.

Cuenca	Área (Km²)	Q m³/s						
		Q 2	Q 5	Q 10	Q 20	Q 25	Q 50	Q 100
1	0.0557	0.42	0.52	0.63	0.76	0.82	0.99	1.22
2	0.6715	4.65	5.81	6.96	8.50	9.07	11.02	13.60
3	0.0732	0.55	0.69	0.82	1.00	1.07	1.30	1.61
4	0.1643	1.23	1.54	1.85	2.26	2.41	2.92	3.61
5	0.0437	0.33	0.41	0.49	0.60	0.64	0.78	0.96
6	0.6633	4.42	5.53	6.62	8.09	8.63	10.49	12.94
7	0.0068	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.15
8	0.0366	0.28	0.34	0.41	0.50	0.54	0.65	0.80
9	0.2139	1.61	2.01	2.40	2.94	3.13	3.81	4.70
10	0.1226	0.92	1.15	1.38	1.68	1.80	2.18	2.69
11	0.0466	0.35	0.44	0.52	0.64	0.68	0.83	1.02
12	0.0670	0.50	0.63	0.75	0.92	0.98	1.19	1.47
13	0.0251	0.19	0.24	0.28	0.34	0.37	0.45	0.55
14	0.0165	0.12	0.16	0.19	0.23	0.24	0.29	0.36
15	0.0175	0.13	0.16	0.20	0.24	0.26	0.31	0.38
16	0.0923	0.69	0.87	1.04	1.27	1.35	1.64	2.03
17	0.4338	3.00	3.75	4.49	5.49	5.86	7.12	8.78
18	0.1992	1.38	1.72	2.06	2.52	2.69	3.27	4.03
19	0.1484	1.11	1.39	1.67	2.04	2.17	2.64	3.26
20	0.0044	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.10
21	0.1458	1.09	1.37	1.64	2.00	2.14	2.60	3.20
22	0.1474	1.11	1.38	1.66	2.03	2.16	2.62	3.24
23	0.0678	0.51	0.64	0.76	0.93	0.99	1.21	1.49
24	0.0304	0.23	0.29	0.34	0.42	0.45	0.54	0.67
25	0.0977	0.73	0.92	1.10	1.34	1.43	1.74	2.15
26	0.0618	0.46	0.58	0.69	0.85	0.91	1.10	1.36
27	0.0189	0.12	0.15	0.18	0.22	0.24	0.29	0.36
28	0.3521	2.02	2.53	3.03	3.70	3.95	4.80	5.92
29	0.1756	1.14	1.43	1.71	2.09	2.23	2.71	3.34
30	0.2076	1.24	1.56	1.86	2.28	2.43	2.95	3.64
31	0.0696	0.45	0.57	0.68	0.83	0.88	1.07	1.32
32	0.4690	2.63	3.29	3.94	4.82	5.14	6.25	7.71
33	0.0607	0.39	0.49	0.59	0.72	0.77	0.94	1.15

Cuenca	Área (Km²)	Q m³/s						
		Q 2	Q 5	Q 10	Q 20	Q 25	Q 50	Q 100
34	0.0302	0.20	0.25	0.29	0.36	0.38	0.47	0.58
35	0.0384	0.25	0.31	0.37	0.46	0.49	0.59	0.73
36	0.2830	1.84	2.30	2.76	3.37	3.59	4.36	5.38
37	0.1407	0.91	1.14	1.37	1.67	1.79	2.17	2.68
38	0.1893	1.23	1.54	1.84	2.25	2.40	2.92	3.60
40	0.0548	0.36	0.45	0.53	0.65	0.69	0.84	1.04
41	0.0795	0.52	0.65	0.77	0.95	1.01	1.23	1.51
42	0.0263	0.17	0.21	0.26	0.31	0.33	0.40	0.50
43	0.0170	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.26	0.32
44	0.0858	0.56	0.70	0.83	1.02	1.09	1.32	1.63
45	0.0997	0.65	0.81	0.97	1.19	1.26	1.54	1.90
46	0.0169	0.11	0.14	0.16	0.20	0.21	0.26	0.32
47	0.0312	0.20	0.25	0.30	0.37	0.40	0.48	0.59
48	0.0830	0.54	0.67	0.81	0.99	1.05	1.28	1.58
49	0.0295	0.19	0.24	0.29	0.35	0.37	0.45	0.56
50	0.0400	0.26	0.32	0.39	0.48	0.51	0.62	0.76
51	0.0403	0.26	0.33	0.39	0.48	0.51	0.62	0.77
52	0.0231	0.15	0.19	0.23	0.28	0.29	0.36	0.44
53	0.0821	0.53	0.67	0.80	0.98	1.04	1.27	1.56
54	0.0546	0.35	0.44	0.53	0.65	0.69	0.84	1.04
55	0.0407	0.26	0.33	0.40	0.48	0.52	0.63	0.77
56	0.0449	0.29	0.37	0.44	0.53	0.57	0.69	0.85
57	0.0200	0.13	0.16	0.19	0.24	0.25	0.31	0.38
58	0.0219	0.14	0.18	0.21	0.26	0.28	0.34	0.42
59	0.0299	0.19	0.24	0.29	0.36	0.38	0.46	0.57
60	0.0355	0.23	0.29	0.35	0.42	0.45	0.55	0.68
61	0.0275	0.18	0.22	0.27	0.33	0.35	0.42	0.52
62	0.1695	1.10	1.38	1.65	2.02	2.15	2.61	3.23
63	0.0061	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.12
64	0.0156	0.10	0.13	0.15	0.19	0.20	0.24	0.30
65	0.0955	0.62	0.78	0.93	1.14	1.21	1.47	1.82
66	0.2055	1.34	1.67	2.00	2.45	2.61	3.17	3.91
67	0.1142	0.74	0.93	1.11	1.36	1.45	1.76	2.17
68	0.2219	1.44	1.80	2.16	2.64	2.82	3.42	4.22
69	0.2057	1.34	1.67	2.00	2.45	2.61	3.17	3.91
70	0.2123	1.27	1.59	1.91	2.33	2.48	3.02	3.72
71	0.3350	1.93	2.42	2.90	3.54	3.78	4.59	5.66
72	0.1698	1.10	1.38	1.65	2.02	2.16	2.62	3.23
73	0.3297	2.14	2.68	3.21	3.92	4.18	5.08	6.27
74	0.0128	0.08	0.10	0.12	0.15	0.16	0.20	0.24

Cuenca	Área (Km²)	Q m³/s						
		Q 2	Q 5	Q 10	Q 20	Q 25	Q 50	Q 100
75	0.0298	0.19	0.24	0.29	0.36	0.38	0.46	0.57
76	0.0626	0.41	0.51	0.61	0.75	0.79	0.97	1.19

3 ESTUDIOS HIDRÁULICOS

Para garantizar el buen funcionamiento y vida útil de un proyecto vial es necesario diseñar y construir un adecuado sistema de drenaje transversal, para permitir el flujo de cauces permanentes o ríos, quebradas y cauces no permanentes que se ven interceptados por la vía; el sistema es complementado con un drenaje longitudinal, encargado de evacuar el agua de las calzadas, de los taludes de corte, de los separadores y de las laderas que drenan hacia la vía.

Para el tramo vial de la unidad funcional 4, entre las poblaciones de Pedregal y Tangua, el drenaje transversal está constituido principalmente para el paso de pequeños cauces, la descarga de algunos tramos del sistema de alcantarillado (Aguas grises) de las poblaciones localizadas a lado y lado del proyecto, y algunos cauces con caudales importantes, como las quebradas El Quelal, Los Ajos, Piquisiqui, Cubijan (Piedra Pintada), Taminango, Santa Monica y Catambuco.

3.1 ANALISIS HIDRÁULICO DEL DRENAJE SUPERFICIAL

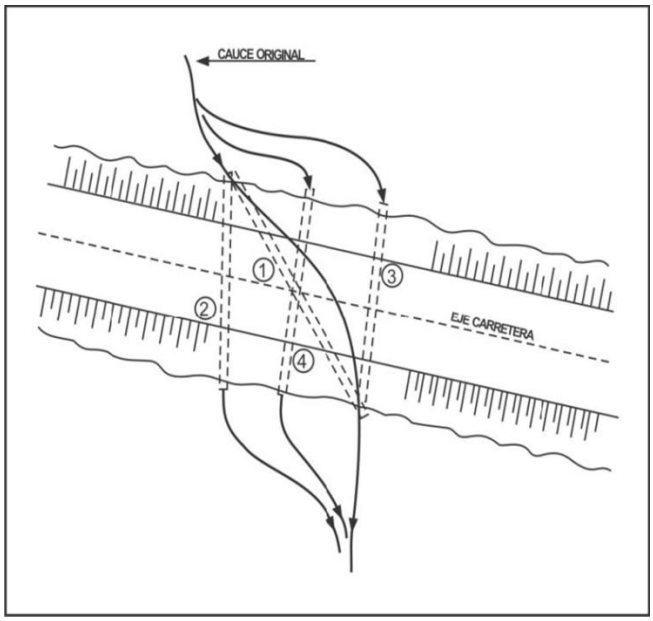
Existen varios parámetros y criterios usados para el diseño y/o análisis de la capacidad hidráulica de las obras de drenaje transversal los cuales fueron incluidos en el documento “CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (PEPA-CDI-HID-UFS-007-R0), a continuación se describen cada uno de ellos.

3.1.1 Obras de Drenaje Transversal, Alcantarillas y Box Culvert

3.1.1.1 Localización de Las Obras de Drenaje Transversal

La localización de las obras de drenaje se realizó teniendo en cuenta la condición natural de los diferentes drenajes, quebradas y ríos al ser interceptados con la vía, buscando preferiblemente que los cruces mantengan su alineamiento, sin embargo por motivos topográficos se presentan derivaciones menores a sus alineamientos, los cuales son corregidos con encauzamientos cortos, para en la menor longitud mantener las condiciones naturales de los drenajes. En la Figura 3.1 se presentan las alternativas de localización en planta de las obras de drenaje.

La separación entre obras de drenaje obedece a las condiciones topográficas naturales del sector, la generación de puntos bajos en la geometría vial del proyecto, la capacidad del drenaje longitudinal y la continuidad de las obras de drenaje existentes. En particular el desarrollo de muchas de las áreas urbanas e industriales de la zona del proyecto, han tenido como eje central la vía, generando necesidades de servicios de todo tipo, como restaurantes, estaciones de gasolina, parqueaderos, etc. Que han cambiado el patrón de drenaje natural considerando nuevas estructuras y separaciones de las obras de drenaje.



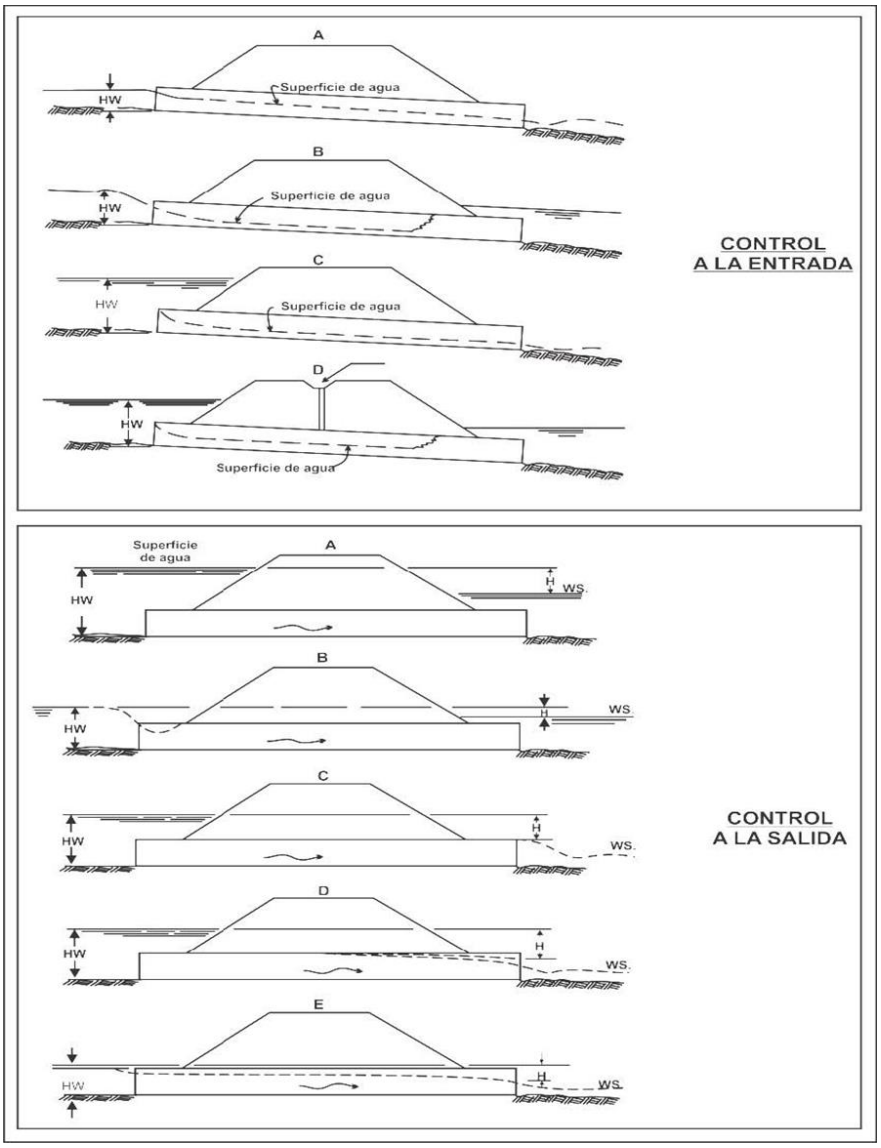
Fuente: Manual de drenaje de carreteras.

Figura 3.1 Alternativas para localización en planta de alcantarillas

Se consideraron dos tipos de estructuras de entrada a las obras de drenaje, dependiendo de la ubicación de la rasante con respecto al drenaje natural: cuando la vía se encuentra en corte la estructura de entrada proyectada es del tipo caja en concreto reforzado y cuando la vía se encuentra en relleno la estructura de entrada proyectada es del tipo cabezal con aletas. En algunos casos en la condición de corte se proyectaron estructuras de disipación de energía que permitan conducir el agua por los taludes.

3.1.1.2 Funcionamiento Hidráulico

El flujo en una alcantarilla es no uniforme, presentando zonas con flujo gradualmente variado y zonas con flujo rápidamente variado, por lo que su análisis teórico es complejo. Su capacidad y funcionamiento depende de, donde se localice la sección de control hidráulico de la alcantarilla, es así que el flujo puede ser con control a la entrada o con control a la salida. Las condiciones de flujo han sido clasificados por diferentes autores como Bodhaine (Chow, 1994), Véase Figura 3.2.



Fuente: Chow, Ven Te (Chow, 1994)

Figura 3.2 Condiciones de Flujo en Alcantarillas

Para el diseño de las obras de drenaje del proyecto, se limitó a las condiciones de flujo correspondiente al caso A con control a la entrada, y el caso E con control a la salida, en los cuales la altura de la lámina aguas abajo de la salida de la obra TW no es mayor al diámetro “d” o la altura de la obra es decir no existe sumergencia a la salida, y el flujo descargue libremente. El diseño se basa en realizar el análisis para las dos condiciones de control hidráulico, se adopta como diseño el mayor HW.

En los conductos con control hidráulico a la entrada, el dimensionamiento de la alcantarilla proyectada se calcula mediante los criterios presentados en el Hydraulic Design Series Number 5 (United States Department of Tranportation, 2001), por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\frac{Hw}{D} = \frac{Ec}{D} + k\left[\frac{Q}{AD^{0,5}}\right]^{M} + Z \qquad \text{Ecuación 3.1}$$

Dónde:

D = Diámetro del conducto, en m

Q = Caudal, en m^3/s

A = Area de la sección del conducto, en m^2

Ec = Energía crítica = $Yc+(Vc^2/2g)$

Dónde:

Yc = Profundidad crítica

Vc = Velocidad crítica

g = Gravedad

K, m = Coeficientes de pérdidas para Control Hidráulico a la entrada

Z = Factor de corrección de pendiente de la línea de energía en la entrada (0,7*S) para entradas perpendiculares, y (-0,5*S), para otro tipo de entradas, donde S es la pendiente de la obra en m/m.

Si el control hidráulico se localiza a la salida, se presenta flujo subcritico en la alcantarilla y el dimensionamiento debe considerar el remanso originado dentro de ella como resultado de la rugosidad del conducto y las pérdidas hidráulicas a la entrada y salida de la obra, por lo que se utiliza la fórmula de Manning con el fin de determinar las perdidas en el barril o conducto. La ecuación utilizada para determinar el diámetro o altura de la obra es:

$$Hw = Y_T + Y_o + (S * L) \qquad \text{Ecuación 3.2}$$

Dónde:

Y_T = Perdidas por entrda, fricción y salida.

Y_o = Máximo entre TW y el valor de (Yc+D)/2

TW = Nivel aguas abajo.

S = Pendiente de la obra

L = Longitud de la obra

Tomando en cuenta las condiciones del terreno natural, se evidencia que para las estructuras hidráulicas del proyecto presentará un flujo con el control hidráulico a la entrada, sin embargo se realiza la comprobación de las condiciones.

El dimensionamiento de estas obras de drenaje se realizó complementando una estandarización comercial de los diámetros de las tuberías, por tal razón el diseño limito el flujo a un nivel HW justo antes de la entrada, a un valor de la relación entre este nivel HW y el diámetro o alto de la sección rectangular (D) entre 0,8 y 1,0 utilizando diámetros comerciales de tuberías y la mayor estandarización de alturas y anchos en los Box Culverts.

3.1.2 Diámetro Mínimo.

El diámetro mínimo de todas las alcantarillas nuevas será de 0.90 m, las alcantarillas existentes de 0,6 de diámetro ubicadas bajo la calzada existente se conservaron siempre y cuando se cumplieran las siguientes condiciones:

- Que no presente daños estructurales que puedan llegar a afectar la estabilidad de la obra.
- Que tenga la capacidad hidráulica requerida conforme a los criterios de diseño establecidos en el documento "CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (PEPA-CDI-HID-UFS-007-R0) y para el presente diseño.
- Que la obra se encuentre ubicada en la calzada existente y que esta calzada se conservará en el trazado definitivo del nuevo proyecto (haciendo mención a la sugerencia del manual de trazado geométrico en el que se señala que se aprovechará la calzada existente tanto como sea posible).

3.1.2.1 Estimación de áreas de drenaje

La definición de las áreas de drenaje o cuencas aportantes a cada obra de drenaje se definió considerando los drenajes existentes de la vía y los puntos bajos de la vía. A partir de la localización de estos sitios, el trazado en planta del proyecto y la cartografía existente se trazaron las divisorias de cuencas y áreas que drenaje hasta la ubicación de la obra de drenaje implantada. En los planos CSH-4-PL-OD-G-7001-0-H1 - CSH-4-PL-OD-G-7001-0-H2 - CSH-4-PL-OD-G-7001-0-H3 se presenta la delimitación de cuencas.

3.1.2.2 Drenaje Existente

En la etapa inicial del proyecto se realizó un inventario de campo sobre la calzada existente donde se identificaron la cantidad y tipo de obras existentes. En el ANEXO 5 presenta el inventario de campo completo.

A partir de este procedimiento se determinó la existencia de tuberías de concreto con diámetros de 0.25 m, 0,60 m y 0,90 m, predominando el diámetro de 0,60 m; se identificaron secciones tipo Box Culvert de hasta 3,0 m de base por 4,0 m de alto, en la Tabla 3.1 se muestra el resumen de la cantidad de obras existentes por diámetro y tipo de obra.

Tabla 3.1 Resumen de obras existentes en la UF4

TIPO DE OBRA	DIÁMETRO/ BASE (m)	ALTURA (m)	# TUBOS	CANTIDAD
Alcantarilla	0.25	-	1	1
Alcantarilla	0,60	-	2	2

TIPO DE OBRA	DIÁMETRO/ BASE (m)	ALTURA (m)	# TUBOS	CANTIDAD
Alcantarilla	0,60	-	1	152
Alcantarilla	0,9	-	1	2
Box Culvert	0,66	0,60	-	1
Box Culvert	1,30	2,20	-	2
Box Culvert	3,00	4,00	-	1

3.1.2.2.1 Análisis hidráulico de obras de drenaje transversal existente

Esta etapa consistió en analizar la capacidad hidráulica de las alcantarillas existentes identificadas y caracterizadas en el inventario de obras de campo siguiendo los parámetros establecidos en el documento "CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (CSH-4-VD-G-G-7000-1---EN EDICION) y lo explicado en el numeral 3.1.2 del presente documento.

A partir de esta modelación se identificaron las estructuras que cuentan con la suficiente capacidad hidráulica y que por su ubicación se pueden conservar y las estructuras que deben ser remplazadas, según el caudal aferente asociado a los periodos de retorno establecidos.

Como resultado del análisis realizado se tiene que para la unidad funcional 4 se conservaran en una de las márgenes de la vía las obras de drenaje y se empalmarán mediante una caja con las obras de drenaje definidas para el carril proyectado como se presenta en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Obras existentes que se conservan en el carril existente y se prolongan en el carril proyectado de la UF4

Cuenca	Abscisa	Tipo de obra	Carril existente (obra a conservar)		Carril proyectado (obra nueva)	
			Margen	Diámetro (m)	Margen	Diámetro (m)
30	4+770.03	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
62	10+844.28	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
64	11+038.24	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
66	11+274.59	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9
68	11+436.90	Alcantarilla	Izquierdo	0.6	Derecha	0.9

Adicionalmente y debido a que la calzada proyectada, en los tramos comprendidos entre las abscisas, K12+600 a K13+000 y K14+050 a K14+550 se encuentra en sección encajonada, el drenaje será manejado con las zanjas de coronación, la cuneta de la vía y la cuneta central, para el manejo del drenaje del carril que va sobre la vía existente, se conservarán las obras de drenaje que se presentan en la Tabla 3.3 y no tendrán ningún otro manejo.

Tabla 3.3 Obras de drenaje existentes que se conservan en el carril existente y no se prolongan al carril proyectado.

Abscisa	Tipo de obra	Carril existente (obra a conservar)	
		Margen	Diámetro (m)
K12+630	Alcantarilla	Izquierda	0,6
K12+692	Alcantarilla	Derecha	0,6
K12+771	Alcantarilla	Derecha	0,6
K14+200	Alcantarilla	Derecha	0,6

3.1.3 Drenaje Proyectado

3.1.3.1 Análisis hidráulico y dimensionamiento de obras nuevas

A partir de las actividades presentadas en los criterios de diseño establecidos en el documento "CRITERIOS DE DISEÑO DE HIDROLOGIA, HIDRAULICA Y SOCAVACION (CSH-4-VD-G-G-7000-1---EN EDICION) y en los numerales anteriores, se realizó el dimensionamiento de las obras de drenaje. Para el diseño se utilizó una hoja de cálculo desarrollada por INGETEC, la cual contiene las recomendaciones, fórmulas, parámetros y criterios presentados en el documento técnico Hydraulic Design Series Number 5 del "United States Department of Transportation", el diseño se basa en realizar el análisis para las 2 condiciones de control hidráulico (control a la entrada y control a la salida), se adoptó como diámetro o altura de diseño, el que mayor resultado de HW determine. Esto se realizó para alcantarillas de hasta 1,80 m.

En la Tabla 3.8 se presentan los parámetros hidráulicos utilizados y dimensiones estimadas de las obras de drenaje en la unidad funcional 4.

En el ANEXO 6 se encuentra la información del diseño hidráulico de las obras de drenaje, en donde se presentan todos los parámetros calculados para cada una de ellas.

3.1.3.2 Análisis hidráulico y dimensionamiento de obras mayores

Las obras con dimensión superior a un diámetro de 1,8 m, se realizó el diseño utilizando el software de libre acceso HY-8 Culvert hydraulic analysis program desarrollado por *Federal Highway Administration of U.S. Department of Transportation*, tomando en cuenta que estas secciones por condiciones de caudal, pueden tener velocidades altas dentro y fuera del barril; a continuación se presentan los resultados obtenidos para las obras mayores que se proyectan en la unidad funcional 4.

Tabla 3.4 Resumen datos Box Culvert K0+136.95

ID K16+227,21		
	ENTRADA	**SALIDA**
Tipo	Box Culvert	Box Culvert
Diámetro/Altura	2.5	2,5
Base	2,5	2,5
Material	Concreto	

Tabla 3.5 Resultados del análisis para la obra K0+136.95

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
4.65	4.65	1777.56	1.189	0.175	1-S2n	0.400	0.706	0.450	0.704	4.138	2.467
5.54	5.54	1777.71	1.335	0.283	1-S2n	0.456	0.794	0.513	0.790	4.320	2.601
6.44	6.44	1777.84	1.473	0.390	1-S2n	0.501	0.878	0.575	0.872	4.483	2.717
7.33	7.33	1777.97	1.604	0.497	1-S2n	0.547	0.957	0.635	0.950	4.624	2.821
8.23	8.23	1778.10	1.730	0.605	1-S2n	0.593	1.034	0.693	1.025	4.751	2.914
8.50	8.50	1778.14	1.767	0.637	1-S2n	0.606	1.056	0.710	1.047	4.787	2.940
10.02	10.02	1778.34	1.970	0.822	1-S2n	0.684	1.178	0.806	1.167	4.975	3.076
10.91	10.91	1778.46	2.086	0.933	1-S2n	0.724	1.248	0.860	1.235	5.075	3.147
11.81	11.81	1778.57	2.200	1.046	1-S2n	0.765	1.315	0.914	1.301	5.169	3.214
12.70	12.70	1778.68	2.313	1.160	1-S2n	0.806	1.381	0.967	1.365	5.257	3.276
13.60	13.60	1778.79	2.425	1.277	1-S2n	0.847	1.445	1.019	1.428	5.341	3.334

Tabla 3.6 Resumen datos Box Culvert K0+602.88

ID K17+757,93		
	ENTRADA	**SALIDA**
Tipo	Box Culvert	Box Culvert
Diámetro/Altura	2.5	2,5
Base	2,5	2,5
Material	Concreto	

Tabla 3.7 Resultados del análisis para la obra K0+602.88

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth (m)	Outlet Control Depth (m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
4.42	4.42	1763.00	1.145	0.115	1-S2n	0.328	0.683	0.402	0.681	4.393	2.429
5.27	5.27	1763.14	1.288	0.217	1-S2n	0.370	0.768	0.461	0.765	4.573	2.562
6.12	6.12	1763.27	1.421	0.319	1-S2n	0.413	0.849	0.518	0.844	4.725	2.678
6.98	6.98	1763.40	1.548	0.420	1-S2n	0.455	0.926	0.574	0.919	4.863	2.781
7.83	7.83	1763.52	1.670	0.521	1-S2n	0.490	1.000	0.628	0.991	4.984	2.873
8.09	8.09	1763.56	1.707	0.552	1-S2n	0.500	1.022	0.645	1.013	5.021	2.900
9.53	9.53	1763.75	1.902	0.724	1-S2n	0.558	1.140	0.733	1.129	5.202	3.034
10.38	10.38	1763.86	2.014	0.827	1-S2n	0.593	1.207	0.784	1.195	5.299	3.105
11.24	11.24	1763.97	2.123	0.932	1-S2n	0.627	1.272	0.834	1.259	5.391	3.172
12.09	12.09	1764.08	2.231	1.038	1-S2n	0.662	1.336	0.883	1.321	5.477	3.233
12.94	12.94	1764.19	2.338	1.145	1-S2n	0.695	1.398	0.931	1.382	5.558	3.291

Tabla 3.8 Resultado de análisis para obras menores

ID Obra	Abscisa	Abscisa eje auxiliar	Numero de Celdas	Caudal de Diseño (m^3/s)	Altura D (m)	Base B (m)	Flujo	Altura Crítica (Y_c)	(Yc+D)/2	Nivel Aguas Arriba (YW control a la entrada)	Nivel Aguas Arriba (YW control a la salida)	Nivel Aguas Arriba	Relación Yw/D
1	K0+035.26		1	0.76	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.514	0.707	0.665	0.422	0.665	0.739
2	K0+136.95		1	8.50	2.5	2.5	Entrada No Sumergida	1.056	1.778	1.767	0.637	1.767	0.707
3	K0+232.08		1	1.00	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.543	0.872	0.816	0.433	0.816	0.680
4	K0+416.67		1	2.26	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.774	1.137	1.170	1.489	1.489	0.992
5	K0+518.57		1	0.60	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.453	0.677	0.684	0.779	0.779	0.866
6	K0+602.88		1	8.09	2.5	2.5	Entrada No Sumergida	1.022	2.104	1.707	0.552	1.707	0.683
7	K0+702.23		1	0.094	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.174	0.537	0.257	-0.058	0.257	0.285
8	K0+807.63		1	0.50	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.413	0.657	0.613	0.146	0.613	0.681
9	K0+932.85		1	2.94	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.840	1.320	1.264	0.818	1.264	0.702
10	K1+112.92		1	1.68	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.664	1.082	0.998	0.583	0.998	0.665
11	K1+193.07		1	0.64	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.469	0.684	0.709	0.799	0.799	0.888
12	K1+334.56		1	0.73	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.567	0.733	0.866	0.921	0.921	1.023
13	K1+410.40		1	0.54	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.339	0.620	0.507	0.178	0.507	0.564
14	K1+496.11		1	0.23	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.273	0.587	0.407	0.084	0.407	0.452
15	K1+593.77		1	0.24	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.281	0.591	0.419	0.096	0.419	0.466
16	K2+018.48		1	1.27	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.613	0.907	0.926	1.126	1.126	0.938
17	K2+282.63		1	5.49	1.8	-	Entrada No Sumergida	1.165	1.483	1.784	1.287	1.784	0.991
18	K2+479.64		1	2.52	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.776	1.288	1.164	0.771	1.164	0.647
19	K2+680.64		1	2.04	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.734	1.117	1.107	0.681	1.107	0.738
20	K3+094.55		1	0.06	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.138	0.519	0.203	-0.108	0.203	0.226
21	K3+244.12		1	2.00	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.727	1.114	1.096	0.671	1.096	0.731
22	K3+415.60		1	2.03	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.732	1.116	1.103	0.677	1.103	0.735

ID Obra	Abscisa	Abscisa eje auxiliar	Numero de Celdas	Caudal de Diseño (m^3/s)	Altura D (m)	Base B (m)	Flujo	Altura Crítica (Y_c)	(Yc+D)/2	Nivel Aguas Arriba (YW control a la entrada)	Nivel Aguas Arriba (YW control a la salida)	Nivel Aguas Arriba	Relación Yw/D
23	K3+631.60		1	0.93	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.522	0.861	0.784	0.404	0.784	0.653
24	K3+837.20		1	0.42	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.375	0.638	0.562	0.229	0.562	0.625
25	K4+054.04		1	1.34	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.590	1.045	0.868	0.963	0.963	0.642
26	K4+232.90		1	0.85	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.497	0.849	0.746	0.518	0.746	0.621
27	K4+360.71		1	0.22	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.272	0.586	0.404	0.082	0.404	0.449
28	K4+560.12		1	3.70	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.948	1.374	1.434	0.980	1.434	0.797
29	K4+673.46		1	2.09	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.744	1.122	1.121	0.694	1.121	0.748
30	K4+770.03		1	2.28	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.778	1.139	1.176	1.494	1.494	0.996
31	K5+098.53		1	0.83	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.536	0.718	0.817	0.884	0.884	0.982
32	K5+300.41		1	4.82	1.8	-	Entrada No Sumergida	1.089	1.444	1.659	1.201	1.659	0.922
33	K5+486.83		1	0.72	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.499	0.700	0.757	0.838	0.838	0.931
34	K5+731.53		1	0.36	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.347	0.623	0.519	0.189	0.519	0.577
35	K5+915.11		1	0.46	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.393	0.646	0.590	0.288	0.590	0.656
36	K5+986.65		1	3.37	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.902	1.351	1.281	1.244	1.281	0.712
37	K6+567.61		1	1.67	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.662	1.081	0.995	0.614	0.995	0.663
38	K6+659.32		1	2.25	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.774	1.137	1.169	1.488	1.488	0.992
40	K7+417.95		1	0.65	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.473	0.687	0.715	0.803	0.803	0.892
41	K7+593.68		1	0.95	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.526	0.863	0.790	0.438	0.790	0.659
42	K7+794.71		1	0.31	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.322	0.611	0.481	0.154	0.481	0.535
43	K7+952.26		1	0.20	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.258	0.579	0.383	0.062	0.383	0.426
44	K8+212.39		1	1.02	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.547	0.874	0.823	0.439	0.823	0.686
45	K8+420.07		1	1.19	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.592	0.896	0.893	0.501	0.893	0.744
46	K8+651.84		1	0.20	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.257	0.578	0.382	0.060	0.382	0.424
47	K8+843.38		1	0.37	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.352	0.626	0.527	0.197	0.527	0.586

ID Obra	Abscisa	Abscisa eje auxiliar	Numero de Celdas	Caudal de Diseño (m^3/s)	Altura D (m)	Base B (m)	Flujo	Altura Crítica (Y_c)	(Yc+D)/2	Nivel Aguas Arriba (YW control a la entrada)	Nivel Aguas Arriba (YW control a la salida)	Nivel Aguas Arriba	Relación Yw/D
48	K9+079.36		1	0.99	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.538	0.869	0.809	0.426	0.809	0.674
49	K9+437.34		1	0.35	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.342	0.621	0.512	0.183	0.512	0.569
50	K9+522.83		1	0.48	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.401	0.651	0.603	0.266	0.603	0.670
51	K9+647.33		1	0.48	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.403	0.652	0.606	0.269	0.606	0.673
52	K9+767.18		1	0.28	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.302	0.601	0.450	0.125	0.450	0.500
53	K9+917.35		1	0.98	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.535	0.868	0.804	0.422	0.804	0.670
54	K9+967.92		1	0.65	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.472	0.686	0.714	0.803	0.803	0.893
55	K10+198.00		1	0.48	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.405	0.652	0.608	0.271	0.608	0.676
56	K10+459.16		1	0.53	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.427	0.663	0.642	0.301	0.642	0.714
57	K10+683.97		1	0.24	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.280	0.590	0.417	0.093	0.417	0.463
58	K10+844.28		1	0.26	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.294	0.597	0.437	0.113	0.437	0.486
59	K11+038.24		1	0.36	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.345	0.622	0.516	0.186	0.516	0.573
60	K11+274.59		1	0.42	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.377	0.639	0.566	0.232	0.566	0.629
61	K11+436.90		1	0.33	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.330	0.615	0.494	0.166	0.494	0.548
62	K11+595.18		1	2.02	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.730	1.115	1.100	0.675	1.100	0.734
63	K12+126.93		1	0.07	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.153	0.526	0.225	-0.088	0.225	0.250
64	K12+324.77		1	0.19	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.246	0.573	0.365	0.045	0.365	0.406
65	K12+508.01		1	1.14	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.579	0.890	0.872	0.483	0.872	0.727
65		K12+508.01	1	1.14	1.2		Entrada No Sumergida	0.579	0.890	0.872	0.483	0.872	0.727
66	K13+038.35		1	2.45	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.763	1.282	1.145	0.710	1.145	0.636
67	K13+284.01		1	1.36	1.2	-	Entrada No Sumergida	0.636	0.918	0.962	1.155	1.155	0.963
68	K13+421.35		1	2.64	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.794	1.297	1.193	0.754	1.193	0.663
69	K13+862.38		1	2.45	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.764	1.282	1.146	0.710	1.146	0.636
70	K14+025.88		1	2.33	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.744	1.272	1.116	0.683	1.116	0.620
71	K14+234.35		1	3.54	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.926	1.363	1.400	1.061	1.400	0.778

ID Obra	Abscisa	Abscisa eje auxiliar	Numero de Celdas	Caudal de Diseño (m^3/s)	Altura D (m)	Base B (m)	Flujo	Altura Crítica (Y_c)	(Yc+D)/2	Nivel Aguas Arriba (YW control a la entrada)	Nivel Aguas Arriba (YW control a la salida)	Nivel Aguas Arriba	Relación Yw/D
71		K14+208.60	1	3.54	1.8		Entrada No Sumergida	0.926	1.363	1.400	1.061	1.400	0.778
72	K14+545.55		1	2.02	1.5	-	Entrada No Sumergida	0.731	1.115	1.101	0.676	1.101	0.734
73	K14+628.45		1	3.92	1.8	-	Entrada No Sumergida	0.978	1.389	1.481	1.047	1.481	0.823
74	K14+970.81		1	0.15	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.223	0.561	0.330	0.011	0.330	0.367
75	K15+132.24		1	0.36	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.345	0.622	0.515	0.186	0.515	0.573
76	K15+465.06		1	0.75	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.508	0.704	0.770	0.848	0.848	0.942
77	K15+642.87		1	0.29	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.310	0.605	0.462	0.136	0.462	0.513
78	K15+736.78		1	0.11	0.9	-	Entrada No Sumergida	0.190	0.545	0.281	-0.035	0.281	0.312

Adicionalmente a estas obras en la abscisa K7+000, sobre la quebrada La Magdalena se proyectó la canalización de la misma mediante una estructura abovedada. Para esta obra se diseñaron tres diferentes tipos de escalones o saltos, caracterizados por dos tipos de flujo, 2 de ellas se diseñaron con flujo saltante o Nappe Flow y una zona intermedia con flujo espumoso o Skiming Flow, el diseño de esta obra se presenta en el numeral 3.5.4.1.

3.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO RÍO GUÁITARA

3.2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Para el estudio hidráulico del puente Guáitara se realizó el levantamiento topográfico. En la Figura 3.3 se muestra la topografía del sitio, la cual se desarrolló a lo largo del río Guaitara abarcando una longitud aproximada de 280 m.

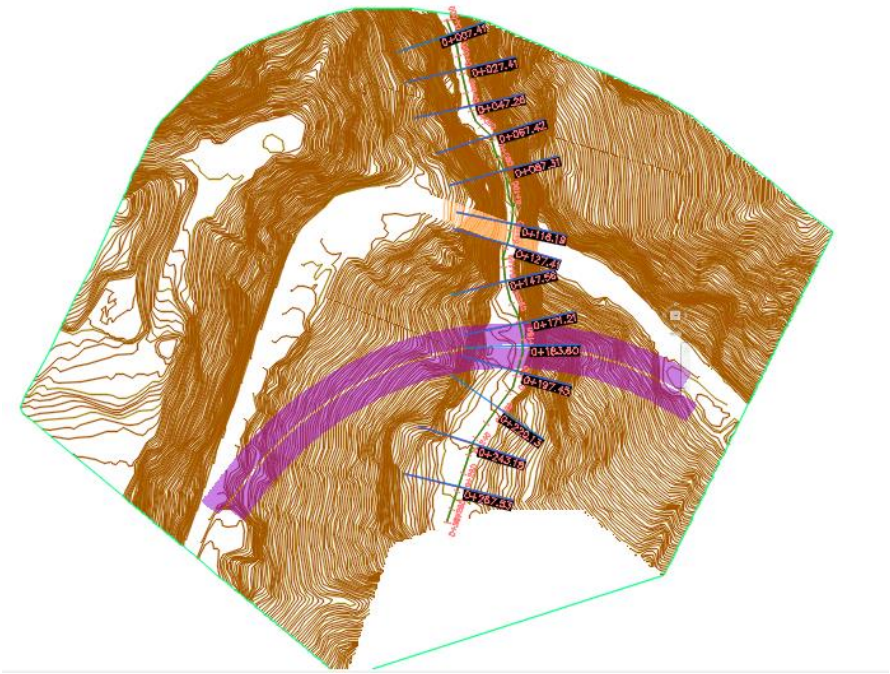


Figura 3.3 Levantamiento topográfico puente río Guáitara

3.2.1 MODELACIÓN HIDRÁULICA

Para la simulación del comportamiento hidráulico del puente en el río Guáitara, se utilizó el SOFTWARE HEC-RAS desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, El modelo calcula los perfiles superficiales del agua para las condiciones de un flujo permanente o no permanente y gradualmente variado en canales naturales o artificiales. Este procedimiento está basado en solucionar la ecuación unidimensional de energía con las pérdidas por fricción evaluadas por medio de la ecuación de Manning; para este estudio se consideró condiciones de flujo permanente y no uniforme.

Los parámetros básicos de entrada del programa HEC-RAS son la geometría del cauce (secciones transversales), la distancia de separación entre las secciones transversales seleccionadas, las rugosidades, las condiciones de niveles aguas abajo y/o arriba las cuales están definidas por las pendientes longitudinales del río conocidas con la cual puede presentar una profundidad normal aguas abajo y aguas arriba, dependiendo del régimen del flujo, y el caudal para períodos de retorno de interés.

3.2.1.1 Coeficiente de rugosidad de Manning (n)

Una de las maneras para estimar el valor del coeficiente de rugosidad (n) de la ecuación de manning, es la metodología desarrollada por Cowan, la cual se fundamenta en las características morfológicas del rio en estudio, adoptando los valores presentados en la Tabla 3.9 y por medio de la ecuación. En la Tabla 3.9 se puede observar el tipo de cauce del presente estudio y en la se presentan los valores asociados con el tipo de lecho y las bancas del cauce.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_5) * m_5$$

$$n = (0.025 + 0.005 + 0 + 0 + 0.005) * 1$$

$$n = (0.04) * 1 = 0.04$$

Tabla 3.9 Valores para el cálculo de la rugosidad

CONDICIONES DE CANAL		VALORES	
Material Involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0,010 - 0,015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0,010 - 0,015
	Apreciable		0,020 - 0,030
	Severo		0,040 - 0,060
Vegetación	Baja	n_4	0,005 - 0,010
	Media		0,010 - 0,025
	Alta		0,025 - 0,050
	Muy alta		0,050 - 0,100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

(Fuente: Ven Te Chow (1994) Hidráulica de Canales Abiertos. Edit. Mc Graw Hill)

Fotografía 1 Río Guáitara en la zona en estudio

El valor adoptado para el coeficiente de rugosidad tanto para el fondo y las bancas del rio es de 0.04.

3.2.2 Perfiles hidráulicos resultantes en el río Guáitara

A través del levantamiento topográfico se obtuvieron 14 secciones transversales las cuales se usaron junto a la información de campo para realizar la modelación.

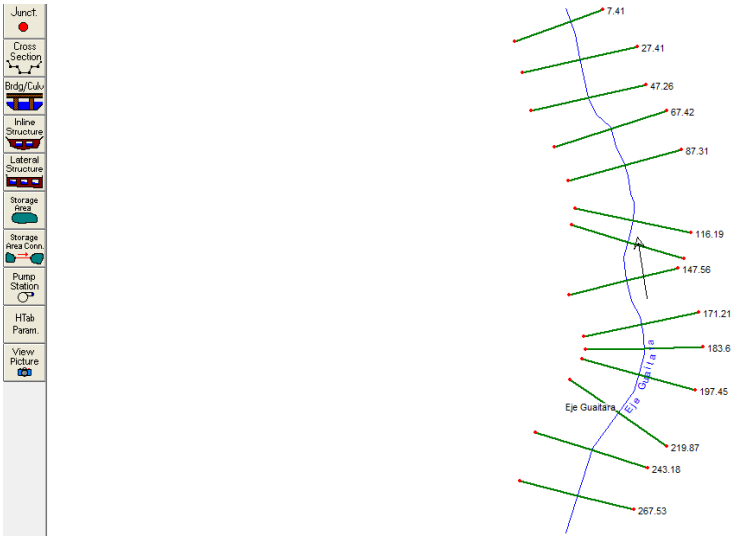


Figura 3.4 Modelo Hidráulico en HEC-RAS

Los caudales que fueron utilizados en el presente estudio hidraulico se muestran Tabla 2.28. En la Figura 3.5 se presentan la sección transversal en el eje de la vía y en la Figura 3.6 se presenta el perfil hidráulico para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años respectivamente.

.

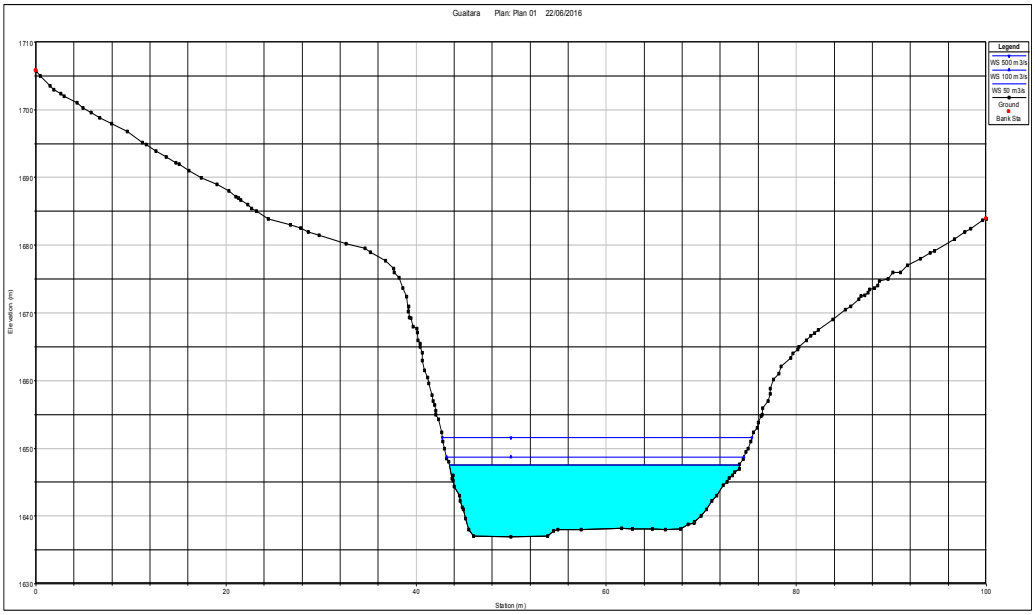


Figura 3.5 Sección en el eje de la vía implantando en el modelo HEC-RAS.

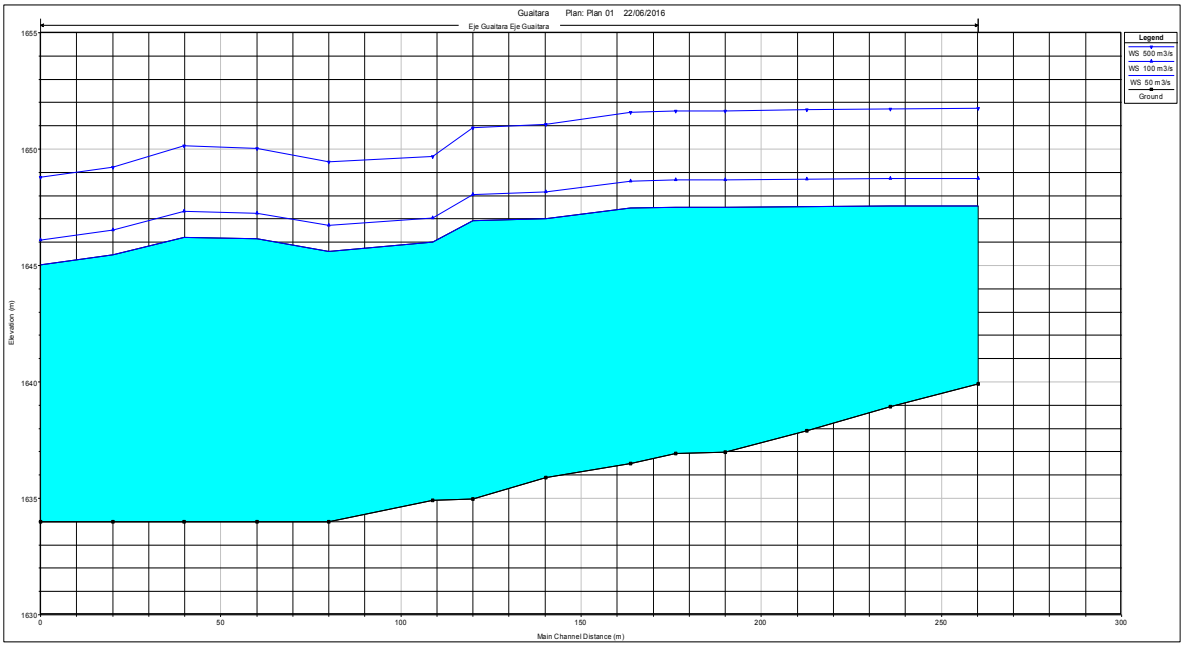


Figura 3.6 Sección en el eje de la vía implantando en el modelo HEC-RAS.

Con los perfiles hidráulicos obtenidos se pueden identifcar la cota hidráulica simulada en el sector del puente para cada uno de los periodos de los caudales bajo estudio. Los resultados se muestran en la Tabla 3.10.

Tabla 3.10 Resultados de la altura de la modelación en la sección 183.6 (Eje de la vía)

Periodo de retorno (Años)	Caudal (m^3/s)	Altura lámina de agua (msnm)	Velocidad (m/s)	No Froude
50	485	1647.51	1.84	0.20
100	566	1648.67	1.89	0.20
500	797	1651.64	2.02	0.19

Se identifica un condicionamiento aguas abajo del puente existente, presentado por elestrangulamiento del río, el cual se evidencia aproximadamente en la sección 0+067, generandol genera un remanso agua arriba, condicionando las velocidades, presentando un flujo subcritico en la zona del puente proyectado.

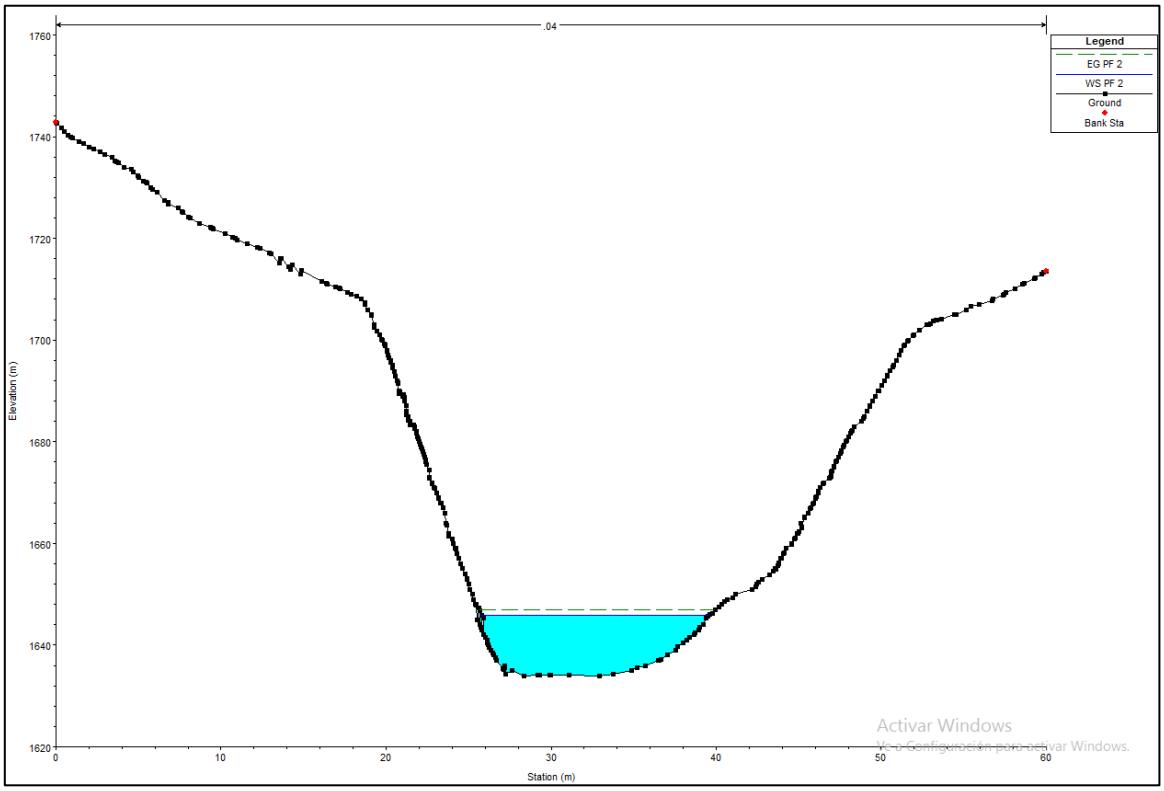


Figura 3.7 Sección 0+067.42, tiempo de retorno 100 años.

3.3 SUBDRENAJE

El objetivo del subdrenaje es el de eliminar el agua infiltrada que pudiera afectar la vía, con el fin de garantizar la estabilidad de la plataforma, la estructura del pavimento y la de los taludes de la carretera. Los objetivos específicos son:

- Facilitar la ejecución de las explanaciones durante la fase de construcción de la vía, pues el adecuado drenaje permite la circulación y el trabajo de las máquinas y favorece la posibilidad de utilización de los suelos excavados en la construcción de terraplenes.

- Impedir la saturación de la subrasante y de las capas del pavimento, aumentando la capacidad portante de aquélla, mejorando su capacidad de respuesta y reduciendo el espesor requerido de pavimento.

- Contribuir en la estabilidad de los taludes mediante la orientación favorable de los flujos de agua subterránea, la reducción de las presiones intersticiales y, consecuentemente, el mejoramiento de sus propiedades geotécnicas.

3.3.1 Funciones Básicas del Subdrenaje

Los sistemas de subdrenaje deben cumplir las siguientes funciones básicas para minimizar los impactos del agua interna en los proyectos viales:

- Abatir el nivel freático en el área de la carretera, en los taludes de los cortes y los rellenos y en las fundaciones de los terraplenes y de las estructuras viales.

- Interceptar las filtraciones subterráneas para impedir afloramientos de agua en el pavimento.

- Drenar el agua superficial que se infiltre en el pavimento y en las estructuras de contención.

- Colectar las descargas de los diferentes sistemas de subdrenaje.

3.3.2 Clases de Subdrenajes

Los elementos de los sistemas de subdrenaje se clasifican en dos categorías: 1) los que controlan la infiltración y 2) los que controlan el agua subterránea. Los primeros se diseñan y construyen para interceptar y remover el agua que ingresa en la corona debido a la precipitación o al flujo superficial, en tanto que los segundos tiene como propósito abatir el nivel freático y reducir el movimiento de agua en las subrasantes y las capas del pavimento.

3.3.2.1 Longitudinales

Este se coloca en una dirección esencialmente paralela al eje de la vía tanto horizontal como vertical. Constituido por una zanja de cierta profundidad, filtro protector y, eventualmente, un tubo colector. La instalación, específicamente, la evacuación del agua que se infiltra en el pavimento, se llama drenes laterales de base o drenes longitudinales, véase Figura 3.8.

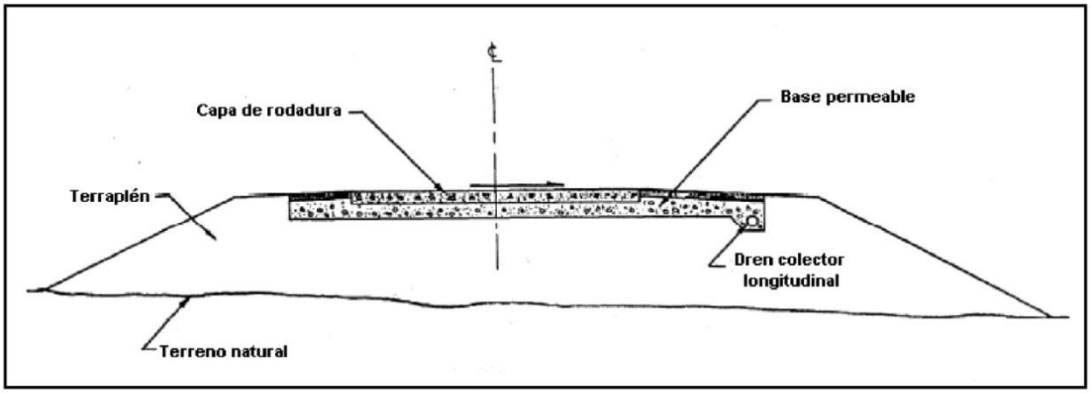


Figura 3.8 Esquema dren longitudinal

3.3.2.2 Transversales

Estos subdrenes son aquellos que atraviesan la vía de un lado a otro. Por lo general el cruce es en sentido perpendicular pero es posible hacerlo de manera sesgada o, inclusive, en forma de espina de pescado. La constitución de este tipo de drenes es similar a los drenes longitudinales: zanja, tubería colectora y filtro protector. Los drenes transversales se usan en juntas de pavimento para drenar la infiltración y el agua subterránea en bases y sub-bases, véase Figura 3.9.

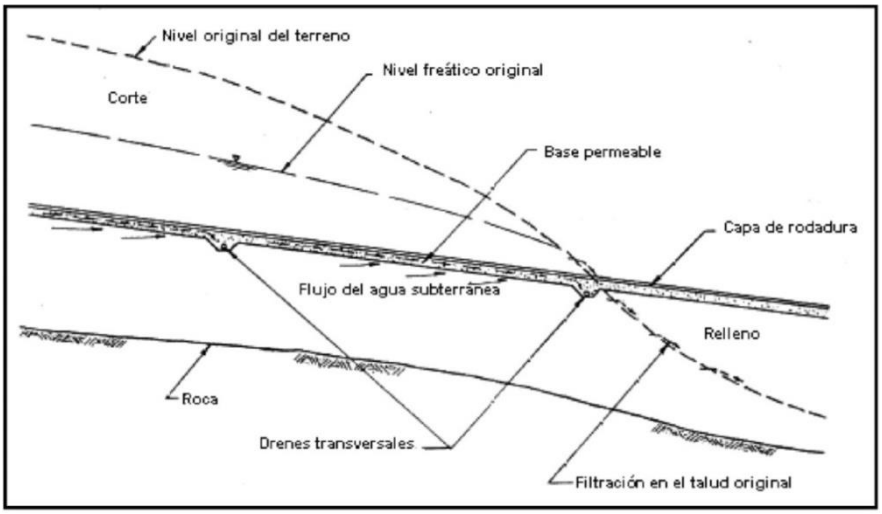


Figura 3.9 Dren transversal en vía en corte con alineamiento perpendicular al contorno existente (Perfil)

3.3.2.3 Horizontales

Los drenes horizontales están constituidos por tuberías de poco diámetro con pequeñas perforaciones, las cuales se instalan con una ligera inclinación ascendente en los taludes de corte o terraplenes para drenar aguas internas y aliviar presiones de poros, buscando un incremento en la estabilidad. Una de las ventajas de los drenes horizontales es su posibilidad de drenar el agua

y/o abatir las presiones de poros a profundidades inaccesibles para otros elementos de subdrenaje más convencionales, véase Figura 3.10.

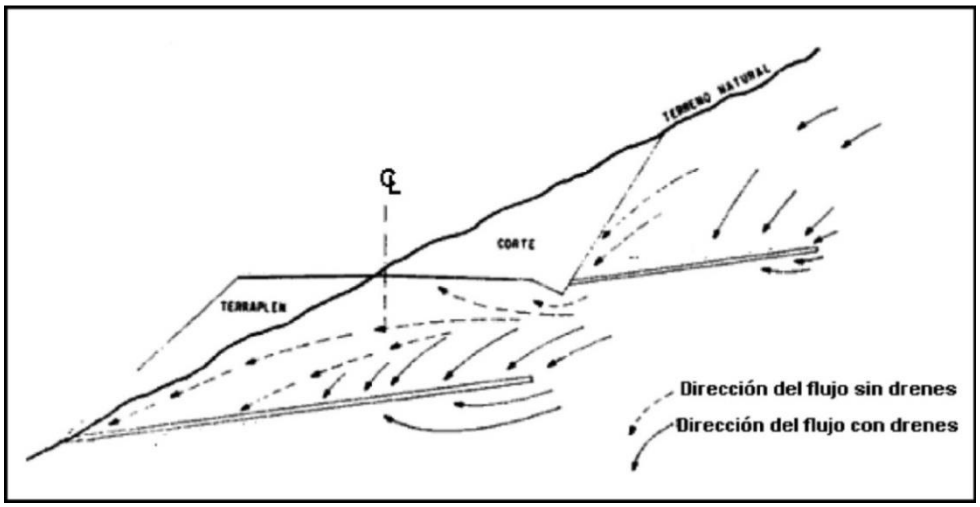


Figura 3.10 Dren horizontal en corte a media ladera

3.3.3 Información Requerida para el Diseño de Subdrenajes.

Los datos necesarios para el análisis y el diseño de los subdrenajes se pueden ubicar en cuatro categorías:

1. La geometría del dominio de flujo.
2. Las propiedades de los materiales existentes.
3. Los datos climatológicos.
4. Información adicional.

La geometría del dominio de flujo involucra tanto el diseño geométrico de la carretera como las condiciones subsuperficiales prevalecientes. Ella ayuda a definir los diferentes problemas asociados con el drenaje interno y provee las condiciones de borde que gobiernan su solución. Las propiedades fundamentales de los materiales permiten clasificarlos y ayudan a predecir su comportamiento, en particular en relación con su capacidad de transmisión del flujo de agua (permeabilidad).

Los datos climatológicos proporcionan al diseñador una idea de las posibles fuentes del agua subsuperficial que afectan la carretera. Dada la latitud en la cual se halla la república de Colombia, las precipitaciones constituyen el único aspecto relacionado con el clima que resulta de interés para el diseño del drenaje subsuperficial.

El diseñador deberá considerar otros aspectos que pueden tener alguna incidencia sobre el diseño del sistema de subdrenaje. Por ejemplo, el impacto que el sistema pueda tener sobre el régimen prevaleciente de agua subterránea y sobre otros aspectos del diseño así como la influencia del subdrenaje o de la falta de él sobre la secuencia de las operaciones constructivas de la vía, etc.

3.3.4 Metodología de cálculo para subdrén longitudinal

Con el propósito de manejar las aguas por infiltración y nivel freático en la estructura de pavimento, se usarán drenes longitudinales a lo largo de las vías. Las posibles fuentes de agua que pueden llegar a afectar el comportamiento de la estructura del pavimento son los caudales por infiltración y caudales por abatimiento del nivel freático.

3.4 ESTIMACIÓN DE CAUDAL DE DISEÑO

Existen dos posibles fuentes de caudal que pueden llegar a afectar el comportamiento de la estructura del pavimento, los cuales se determinarán a continuación:

- Caudal por infiltración
- Caudal por abatimiento del nivel freático

3.4.1 Caudal por infiltración

El caudal por infiltración corresponde a la cantidad de agua lluvia que cae y se infiltra por la carpeta asfáltica, y se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{\inf} = I_R * B * L * F_i * F_R$$

Donde:

I_R= Precipitación máxima horaria de frecuencia anual, registrada en la zona del proyecto. Dato que se toma de las curvas intensidad - duración - frecuencia, teniendo en cuenta la duración de 60 minutos y tiempo de retorno de 5 años, obteniendo un IR de 30 mm/h.

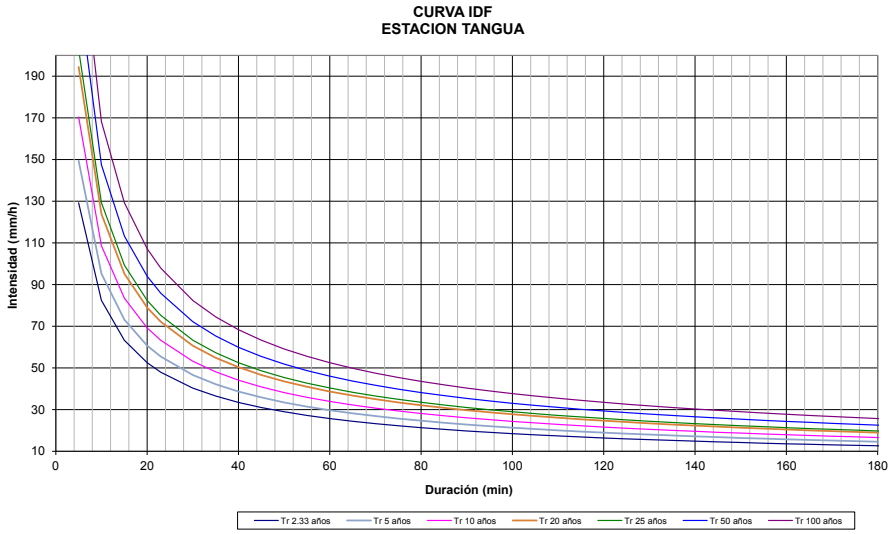


Figura 3.11. Curva IDF estación Tangua

B= Para drenes longitudinales B es la semibanca de la vía por lo tanto el valor de B es de 12.6 m, para los sectores en doble calzada.

L= Longitud del tramo de drenaje. Para este caso se tomó la mayor distancia entre obras de descole es de 200 m.

F_i= Factor de infiltración de 0,3 para una material en afirmado extrapolando la información que se muestra en el Tabla 3.11.

F_R= Factor de retención de la base, refleja el hecho que las bases, dada su permeabilidad, entregan lentamente el agua al subdrén. Se tomó el valor de 0.33, de acuerdo en el Tabla 3.12.

Tabla 3.11. Valores recomendados de Fi

Tipo de Carpeta	F_i
Carpetas asfálticas muy bien conservadas	0,3
Carpetas asfálticas normalmente conservadas	0,4
Carpetas asfálticas pobremente conservadas	0,5
Carpetas de concreto de cemento Portland	0,67

Tabla 3.12. Valores recomendados de FR

Tipo de Base	F_R
Bases bien gradadas, en servicio 5 años o más	1/4
Bases bien gradadas, en servicio menos de 5 años	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio 5 años o más	1/3
Bases de gradación abierta, en servicio menos de 5 años	1/2

Con los valores obtenidos se calcula el caudal de infiltración

$$Q_{\inf} = 0.0000083 m/s * 6.3m * 200m * 0.3 * 0.33$$

$$Q_{\inf} = 0.000103 m^3/s$$

El caudal obtenido se verifico con las expresiones propuestas en el Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías – 2009:

$$Q_{\inf} = 0.024 * I_R * C$$

Donde C es la relación de infiltración. El manual recomienda utilizar un valor de 0.5.

$$Q_{\inf} = 0.024 * 25 * 0.5 = 0.3 m3/dia/m2$$

$$Q_{\inf}(200m) = 0.000003472 * 12.6 * 200 = 0.0087 m3/s$$

$$Q_{\inf}(650m) = 0.000003472 * 12.6 * 650 = 0.028 m3/s$$

3.4.2 Caudal por abatimiento del nivel freático

El caudal por abatimiento del nivel freático se debe calcular en sitios en los cuales el nivel de agua supere el nivel de la subrasante. El cálculo de este caudal se basa en los siguientes parámetros:

$$Q_{NF} = k * i * A_a$$

Donde:

k= Es la permeabilidad del suelo adyacente. La condición crítica en cuanto al caudal captado se establece para los flujos volcánicos. Estos materiales están constituidos por arenas con gravas para los cuales se estima una permeabilidad de K = 0.00001 m/s

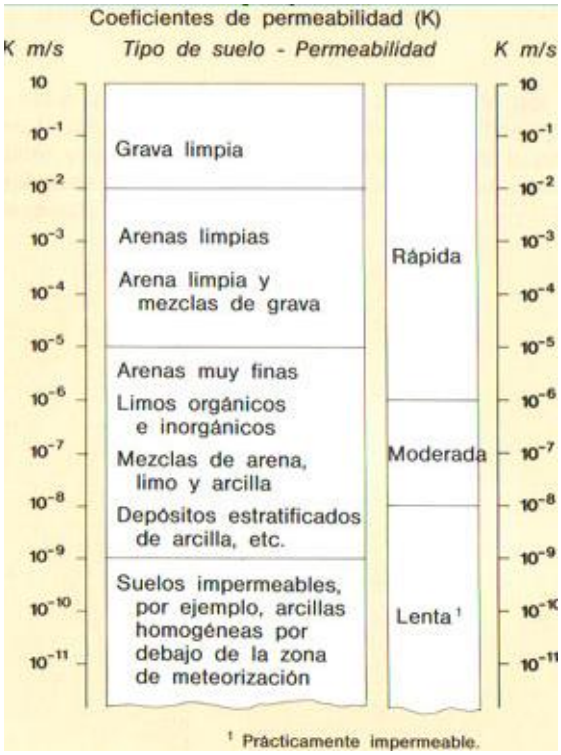


Figura 3.12. Coeficientes de permeabilidad para suelos

i= Gradiente hidráulico, aplicando la siguiente formulación se obtiene un valor de 0.333

$$i = \frac{(N_f - N_d)}{B}$$

$$i = \frac{(1-0)}{12.6}$$

$$i = 0.08$$

N_d= Cota inferior del subdrén, Nd: 0

N_f= Cota superior del nivel freático, Nf: 1

Aa= Área efectiva para el caso de abatimiento del nivel freático, aplicando la formulación se obtiene un valor de 200

$$A_a = (N_f - N_d) \times L$$

$$A_a = (1m - 0) \times 200m$$

$$A_a = 200m^2$$

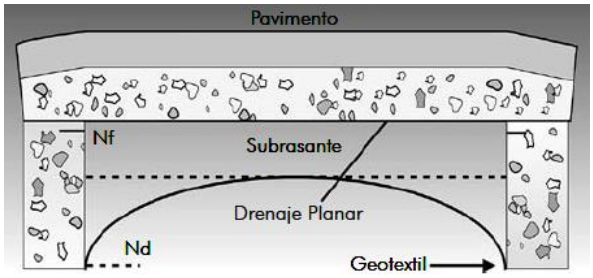


Figura 3.13 Sección transversal del sistema de subdrenes laterales en una vía

Con los valores obtenidos se calcula el caudal por abatimiento del nivel freático.

$$Q_{NF} = k \times i \times A_a$$

$$Q_{NF} = (0.00001m/s \times 0.08 \times 200m^2) * 2$$

$$Q_{NF} = 0.00032m^3/s$$

Una vez estimados los caudales de aporte al sistema se obtiene el caudal de diseño con la siguiente expresión:

$$Q_d = Q_{\inf} + Q_{NF}$$

$$Q_d(200) = 0.0087m^3/s + 0.00032m^3/s = 0.009m3/s$$

$$Q_d(650) = 0.028m^3/s + 0.00032m^3/s = 0.0283m3/s$$

El dimensionamiento de la sección transversal del subdrenaje se efectúo con la siguiente expresión:

$$Q_d = V * i * A$$

Donde:

V= Velocidad de flujo, la cual depende de la pendiente longitudinal y del tamaño del agregado usado en el subdrén. Para una pendiente estimada del 3% (valor mínimo de la pendiente del sector) y tamaño de agregado de 50 mm (valor promedio del agregado indicado en la especificación 673-13 INVIAS) , se obtiene un valor de 2.25 cm/s obtenido de la Figura 3.14.

i= Gradiente hidráulico que para el caso de subdrenes es 1.0.

A= Área de la sección transversal del subdrén.

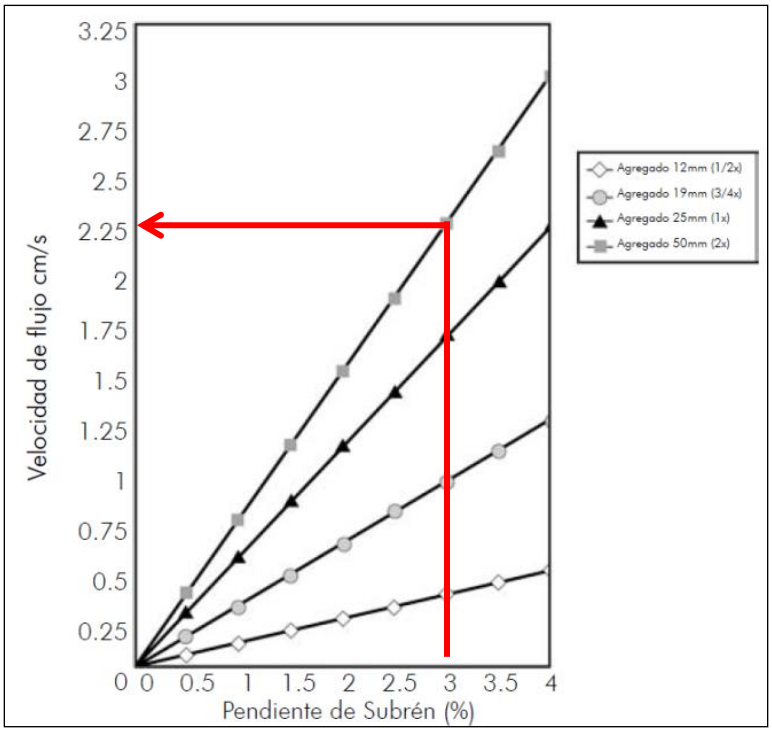


Figura 3.14 Pendiente vs. Velocidad, según el tamaño del agregado

El material del relleno del subdrén debe cumplir con los requisitos indicados en la especificación 673-13 del INVIAS.

$$Q_{tH} = 0.0225m/s*(0.5m*H(m))$$

$$Q_t(200) = 0.009m^3/s$$

$$Q_t(650) = 0.0283m^3/s$$

Las dimensiones del subdrén para tramos de 200 m es de:

Ancho (m)= 0.5

H (m)= 0.80

Para tramos mayores hasta 650 metros, y teniendo en cuenta que la sección indicada no alcanza a evacuar los caudales obtenidos, se requiere adicionar una tubería corrugada de drenaje. El caudal que se requiere evacuar mediante esta tubería es:

$$Q_d(650) = 0.0283m3/s - 0.009m3/s = 0.0193m3/s = 19.3 \text{ lt/s}$$

Con base en la Figura 3.15 se obtiene el diámetro requerido de ϕ=160 mm para tramos mayores hasta 650 metros.

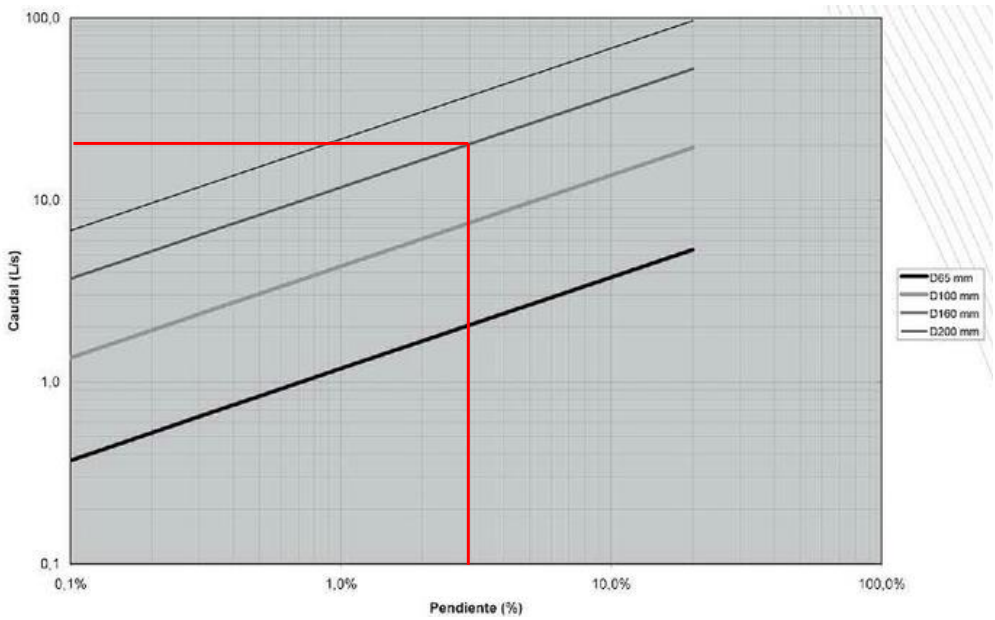


Figura 3.15 Nomograma para el cálculo de la tubería a utilizar

Para el sector con pendiente de 0.3% y estructuras hidráulicas con separación de 200 metros el caudal obtenido para la sección propuesta es de:

$$Q_{tH} = 0.00375m/s * (0.5m * 0.8m) = 0.0015m3/s$$

Para estas condiciones, y teniendo en cuenta que la sección indicada no alcanza a evacuar los caudales obtenidos, se requiere adicionar una tubería corrugada de drenaje. El caudal que se requiere evacuar mediante esta tubería es:

$$Q_d(200) = 0.009m3/s - 0.0015m3/s = 0.0075m3/s = 7.5 \text{ lt/s}$$

Con base en la Figura 3.15 se obtiene el diámetro requerido de ϕ=160 mm para tramos de 200 metros con pendientes de 0.5%.

El filtro evita una excesiva migración de partículas de suelo y simultáneamente permite el paso del agua. Para llegar a la selección del geotextil que se debe emplear en el filtro, no sólo hay que tener en cuenta lo anterior, sino además, su resistencia a la colmatación, supervivencia y durabilidad.

De acuerdo con lo establecido en "*Geotextil Engineering Manual*" de la Federal Highway Administration (FHWA) y base en los criterios de retención de Christopher y Holtz (1989), Carroll (1983), un geotextil debe cumplir con la siguiente condición:

$$TAA < D_{85} * B$$

Donde:

TAA = Tamaño de abertura aparente, dato suministrado por el fabricante. Corresponde a la abertura de los espacios libres (en milímetros). 0.15 mm

D_{85}= Tamaño de partículas (en milímetros) que corresponde al 85% del suelo que pasa al ser tamizado, 30 mm.

B= Coeficiente que varía entre 1 y 3. Depende del tipo de suelo a filtrar, de las condiciones de flujo y del tipo del geotextil, 1,8 para geotextiles no tejidos.

El diseño contemplo que se debe permitir un adecuado flujo del agua a través del geotextil considerando su habilidad para esto. Para ello se empleó la siguiente expresión:

$$K_g > 10 * K_s$$

Donde:

K_g= Permeabilidad del geotextil, 3.7 X 10^{-3} m/s.

K_s= Permeabilidad del suelo, se adopta un valor de 1.0 X 10^{-5} m/s.

$$0.0037 \text{ m/s} > 10 * 0.00001 \text{m/s}$$

Se revisó la cantidad de flujo volumétrico que puede pasar por unidad de área (tasa de flujo), en el plano normal al geotextil, frente a la cantidad de flujo volumétrico a evacuar por metro lineal. Para lograr lo anterior se realizó cálculo de la permitividad requerida del geotextil con la siguiente formulación:

$$\Psi_{req} = \frac{Q_d}{\Delta h * H * L}$$

Donde:

Qd= Caudal de diseño, 0.0024 m3/s

Δh= Cabeza hidráulica, que es igual a la altura del subdrenaje, 0.7

H= Altura del subdrén, 0.7

L= Longitud del tramo de drenaje, 200 m

$$\Psi_{req} = \frac{0.0024m^3/s}{0.7m*0.7m*200m}$$

$$\Psi_{req} = 2.45x10^5 s^{-1}$$

El cálculo de la permitividad admisible se realizó a partir de la permitividad suministrada por el fabricante con la siguiente formulación:

$$\Psi_{adm} = \frac{\Psi_{ult}}{FR_{SCB}*FR_{CR}*FR_{IN}*FR_{CC}*FR_{BC}}$$

Donde:

Ψult= Tomando geotextil NT-2000.

FR_{SCB}=Factor de reducción por colmatación y taponamiento.

FR_{CR}= Factor de reducción por creep o fluencia.

FR_{IN}= Factor de reducción por intrusión.

FR_{CC}= Factor de reducción por colmatación química.

FR_{BC}= Factor de reducción por colmatación biológica.

A continuación se presentan los factores de reducción empleados en la estimación de la permitividad admisible.

Tabla 3.13. Factores de reducción para geotextiles en aplicaciones de drenajes

Tipo de Base	**Colmatación**	**Reducción de vacíos por Creep**	**Intrusión en los vacíos**	**Colmatación Química**	**Colmatación Biológica**
	FR SCB	**FR $_{CR}$**	**FR $_{IN}$**	**FR $_{CC}$**	**FR $_{BC}$**
Filtros en el espaldón de muros de contención	2.0 a 4.0	1.5 a 2.0	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	1.0 a 1.3
Sistema de subdrenaje	2.0 a 10.0	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 4.0
Filtros de control de erosión	2.0 a 10.0	1.0 a 1.5	1.0 a 1.2	1.0 a 1.2	2.0 a 4.0
Filtros en rellenos sanitarios	2.0 a 10.0	1.5 a 2.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.5	2.0 a 5.0
Drenaje por gravedad	2.0 a 4.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.2 a 1.2	1.2 a 1.5
Drenaje a presión	2.0 a 3.0	2.0 a 3.0	1.0 a 1.2	1.1 a 1.3	1.1 a 1.3

$$\Psi_{adm} = \frac{2.2s^{-1}}{2*1.1*1*1.2*2}$$

$$\Psi_{adm} = 0.42s^{-1}$$

Finalmente se calculó el factor de seguridad global.

$$FS_g = \frac{\Psi_{adm}}{\psi_{req}}$$

$$FS_g = \frac{0.42s^{-1}}{2.45x10^{-5}\,s^{-1}}$$

$$FS_g > 1$$

Los drenes longitudinales obtenidos tienen una dimensión de 0,50 m x 0.80 m, cubiertos por un geotextil NT2000 PAVCO o equivalente.

3.5 ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL

Para el manejo del drenaje longitudinal de la vía se presentaron zanjas de coronación, cuentas ubicadas sobre las bermas de corte, laterales y en el separador central, de acuerdo con lo presentado en la sección típica presentado en la Figura 3.16.

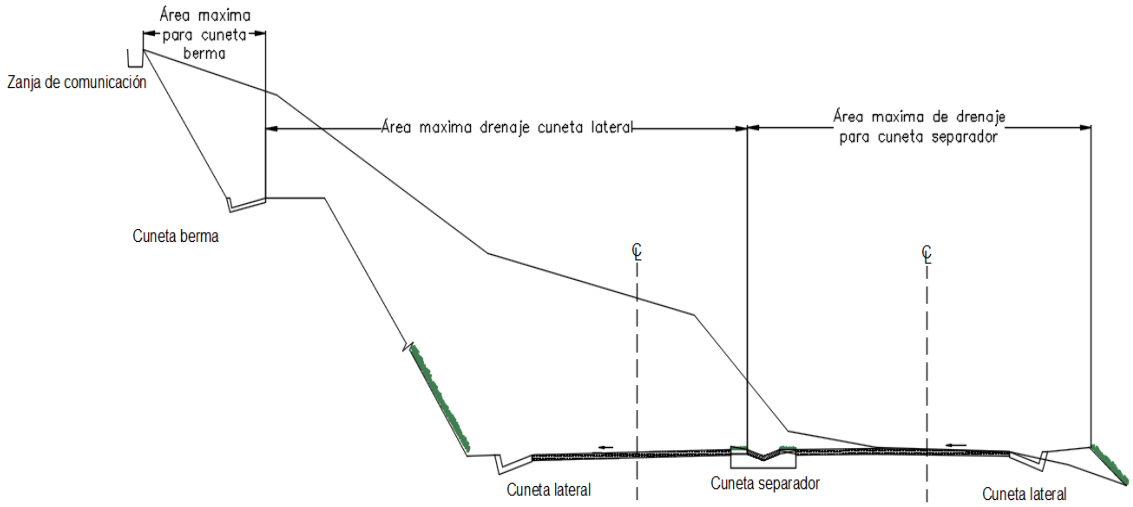


Figura 3.16 Elementos de drenaje longitudinal

3.5.1 Cunetas

Las cunetas son estructuras de drenaje que captan las aguas de escorrentía superficial proveniente de la plataforma de la vía y de los taludes de corte, conduciéndolas longitudinalmente hasta asegurar su adecuada disposición. Las cunetas construidas en zonas en terraplén protegen también los bordes de la berma y los taludes del terraplén de la erosión causada por el agua lluvia.

Para las cunetas en zonas de corte, los puntos de disposición son cajas colectoras de alcantarillas y salidas laterales al terreno natural en un cambio de corte a terraplén. En las cunetas en terraplén, las aguas se disponen al terreno natural mediante bajantes o alivios y en las cunetas del separador central las aguas también son conducidas a la caja colectora de una alcantarilla.

Las cunetas se deben localizar esencialmente en todos los cortes, en aquellos terraplenes susceptibles a la erosión y en toda margen interna de un separador que reciba las aguas lluvias de las calzadas.

3.5.2 Zanjas de Coronación

Las zanjas de coronación son interceptoras de la escorrentía en la parte alta del talud de corte o en proximidades de la base del terraplén, respectivamente. Las zanjas de coronación se utilizan para interceptar las aguas lluvias, evitando su paso por el talud, se deben ubicar como mínimo a una longitud de 3m del borde del talud de corte.

Por lo general se recomienda que las zanjas de coronación sean totalmente impermeabilizadas para evitar infiltraciones que puedan afectar el talud de la vía. Las zanjas de coronación pueden ser trapezoidales o rectangulares y al igual que las cunetas, el caudal y las dimensiones, se estiman con el método racional y la expresión de Manning para una sección y un revestimiento seleccionados y una topografía dada.

3.5.3 Funcionamiento Hidráulico

Consiste en verificar que la capacidad hidráulica de la estructura, calculada con la ecuación de Manning, sea superior al caudal de diseño.

$$Q = \frac{1}{n}(AR^{2/3}S^{1/2}) \qquad \text{Ecuación 3.3}$$

Donde:

Q: Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo (m^3/s), el caudal de diseño se calcula mediante el método racional.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

A: Área mojada, en metros cuadrados (m^2).

R: Radio hidráulico, en metros (m).

S: Pendiente, en metros por metro (m/m).

De la Ecuación 3.3 es posible obtener la lámina de agua y la velocidad en la sección para el caudal de diseño. La lámina de agua debe ser inferior o igual a la profundidad de la cuneta y la velocidad debe ser, a su vez, menor que la máxima admisible para el material de la cuneta, pero mayor que la velocidad que favorezca la sedimentación y el crecimiento vegetal.

La velocidad máxima del flujo depende del tipo del revestimiento del canal o de la cuneta, para lo cual se adoptaron las recomendaciones sobre velocidades máximas (Chow, 2004).

La definición de la capacidad hidráulica de las cunetas se realizó tomando en cuenta las áreas de drenaje aferentes presentadas en la Figura 3.16, se estableció un caudal de diseño por metro

lineal para cada tipo de estructura y posteriormente se definió la longitud máxima de cuneta en función de las pendientes longitudinales.

3.5.3.1 Cuneta lateral

Para el diseño de las cunetas laterales de la vía se consideraron áreas aferentes a la misma tomando en cuenta críticos de diseño; como el proyecto contempla zanjas de coronación en los cortes y cunetas en las bermas de los cortes, estructuras que captan la mayor cantidad de caudal que podría llegar a la cuneta, se adoptó como criterio de diseño para la cuneta un ancho aferente de corte de 14 metros, y un ancho aferente de calzada de 12,3m.

Es una práctica general de la construcción se consideran la menor cantidad de tipos de cuneta, por tal razón se optó por realizar un diseño con una cuenta de dimensiones muy comunes de proyectos viales. La cuneta proyectada tendrá una altura de 0,20 m; un ancho superficial de 1,00 m, de los cuales 0,9 m de ancho son sobre el lado de la vía con una pendiente de 4,5 H: 1,0 V, y del lado del talud de corte el ancho será de 0,10 m y una pendiente de 1,0H: 2,0V.

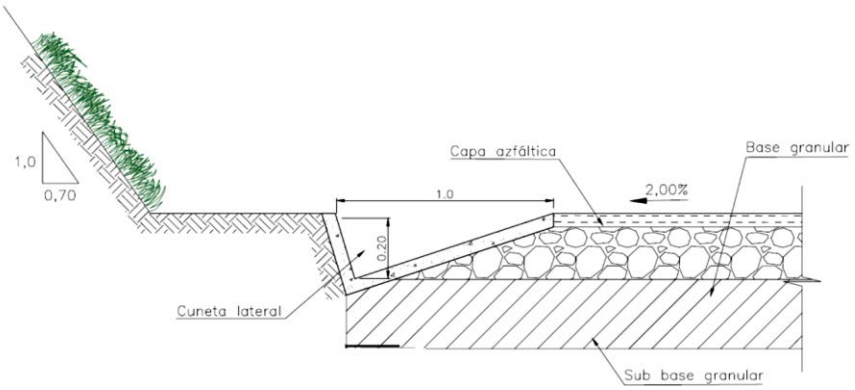


Figura 3.17 Cuneta lateral

Para el cálculo del caudal se utilizaron coeficientes de escorrentía de 0,9 para la vía y 0,5 para la zona del corte, la intensidad fue tomada de la estación Imues para un período de retorno de 10 años. En la Tabla 3.14 se presentan las variables utilizadas y los resultados de la estimación del caudal por metro lineal.

Tabla 3.14 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta lateral

C. via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m^2/m)	A Corte (m^2/m)	Qvía ($m^3/s/m$)	Qcorte ($m^3/s/m$)	Qtotal ($m^3/s/m$)
0,9	0,5	96.34	12,3	14	0.000296241	0.000187325	0.000483566

Luego de obtener el caudal de aporte por metro lineal, se estimó la capacidad de la cuneta en concreto para un rango de pendientes longitudinales de la vía, que varían entre 0,5 % y 8.40% como se muestra en la Tabla 3.15.

Tabla 3.15 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía

Caudal (m^3/s)	Pendiente (m/m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Vel. (m/s)	Longitud cuneta (m)

0.0992	0,0050	4,500	0,50	0,014	0,20	0.993	205.16
0.1400	0,0100	4,500	0,50	0,014	0,20	1.404	289.53
0.1712	0,0150	4,500	0,50	0,014	0,20	1.719	353.96
0.1973	0,0200	4,500	0,50	0,014	0,20	1.984	408.05
0.2410	0,0300	4,500	0,50	0,014	0,20	2.428	498.38
0.2776	0,0400	4,500	0,50	0,014	0,20	2.802	574.09
0.3141	0,0500	4,500	0,50	0,014	0,20	3.143	649.56

Las longitudes obtenidas son mayores a 200 m, con lo cual se considera que la cuneta seleccionada es adecuada para el manejo de las aguas superficiales.

Sin embargo debido al diseño geométrico de la vía en el cual se presentan zonas encajonadas con condiciones particulares de diseño para la cuenta lateral, se realizó la revisión de estas zonas.

Tabla 3.16 Zonas críticas

Zona critica	OBSERVACIÓN
Zona de cambio de pendiente con pendientes mínimas para el proyecto. K0+685 a K0+935.	En esta zona de transición de pendientes de longitud de 250m se proyectaron 3 obras de drenaje. K0+702 K0+807 y K0+932
Zona K0+254 a K2+375	En esta zona se presenta una longitud de aproximadamente 250m sin obras de drenaje transversal, se presenta un pendiente inicial de 0.5%, en un tramo no mayor a 80m, para después cambiar a una pendiente de 1.8%. Según la tabla la capacidad para una pendiente de 1.5% es mayor a 350m
Zona K3+416 a K837	Esta zona de 420m presenta una obra intermedia en la abscisa K3+631, y presenta una pendiente de longitudinal de 6%, que de acuerdo al cuadro podría tener manejar una longitud mayor a 600m.
Zona K6+002 a K6+567	Esta zona de 570 m sin obra, presenta una pendiente de 6.4%,. que de acuerdo al cuadro podría tener manejar una longitud mayor a 600m
Zona K9+079 a K9+437	Esta zona de aproximadamente 350 m sin obra, presenta una pendiente de 8,70%, que de acuerdo al cuadro podría tener manejar una longitud mayor a 600m
Zona 12+508 a K13+040	Esta zona de aproximadamente 530 m sin obra, presenta una pendiente de 4.70%, que de acuerdo al cuadro podría tener manejar una longitud mayor a 570 m

Zona critica	OBSERVACIÓN
Zona K13+421 a K13+562	Esta zona de aproximadamente 400 m sin obra, presenta una pendiente de 5,3%, que de acuerdo al cuadro podría tener manejar una longitud mayor a 600m
Zona K14+525 a K14+970	Esta zona de aproximadamente 450 m sin obra, presenta una pendiente de 6,2%, que de acuerdo al cuadro podría tener manejar una longitud mayor a 600m
Zona K15+132 a K15+465	Esta zona de aproximadamente 350 m sin obra, presenta una pendiente de 6,7%, que de acuerdo al cuadro podría tener manejar una longitud mayor a 600m

3.5.3.2 Cuneta separador central y cuneta berma en corte y terraplén.

Para realizar el dimensionamiento de las cunetas, del separador central (Figura 3.18) y de las bermas de corte, se llevó a cabo el mismo análisis realizado en el numeral anterior, las dimensiones de estas cunetas se estandarizaron con una altura de 0,15 m, un ancho superficial de 1,00 m y taludes laterales de 1,0H: 3,33V. Para efectos de la comprobación hidráulica se presenta el análisis hecho para la cuneta del separador central, teniendo en cuenta que hacia ella la superficie que drena es casi impermeable y por lo tanto tendrá un mayor aporte de caudal.

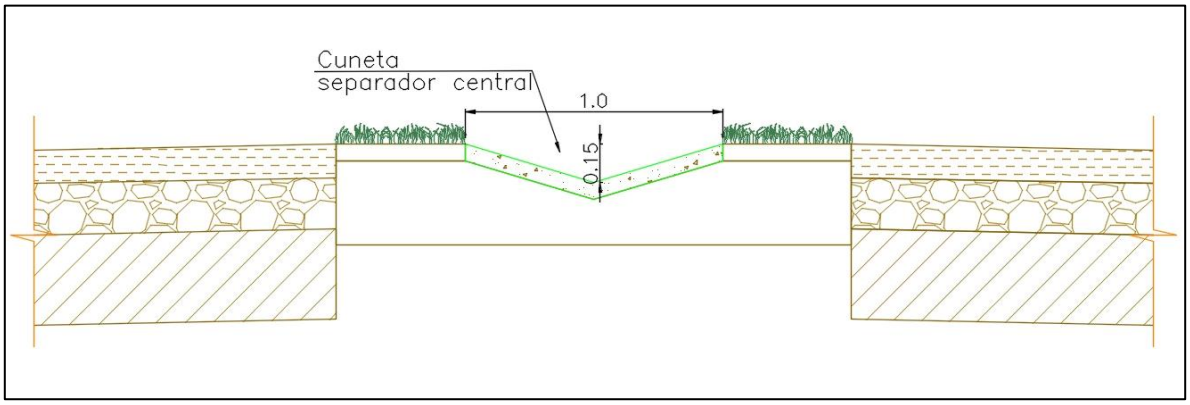


Figura 3.18 Cuneta separador central

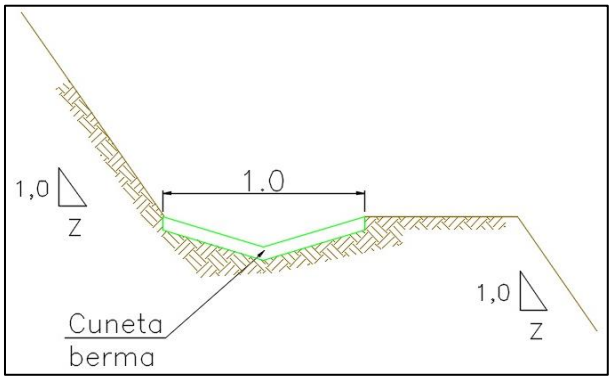


Figura 3.19 Cuneta berma de corte

Para el cálculo del caudal se utilizó un coeficiente de escorrentía de 0,9 y la intensidad fue tomada de la estación Imues para un período de retorno de 10 años. En la Tabla 3.17 se presentan las variables utilizadas y los resultados de la estimación del caudal por metro lineal.

Tabla 3.17 Caudal de diseño por metro lineal de cuneta de separador central

C via	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m^2/m)	Qvía ($m^3/s/m$)
0,9	96.34	12,3	0.000296

Luego de obtener el caudal de aporte por metro lineal, se estimó la capacidad de la cuneta en concreto para un rango de pendientes longitudinales de la vía, que varían entre 0,5 % y 5% como se muestra en la Tabla 3.18.

Tabla 3.18 Longitud máxima de cuneta en función de la pendiente de la vía

Caudal (m^3/s)	Pendiente (m/m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	V (m/s)	Longitud cuneta (m)
0,0651	0,0050	3,330	3,33	0,014	0,15	0,869	216.37
0,0920	0,0100	3,330	3,33	0,014	0,15	1,234	310.22
0,1127	0,0150	3,330	3,33	0,014	0,15	1,510	379.58
0,1302	0,0200	3,330	3,33	0,014	0,15	1,744	437.91
0,1594	0,0300	3,330	3,33	0,014	0,15	2,135	535.44
0,1841	0,0400	3,330	3,33	0,014	0,15	2,464	617.37
0,2058	0,0500	3,330	3,33	0,014	0,15	2,754	689.32

Las longitudes obtenidas son mayores a 200 m, con lo cual se considera que la cuneta seleccionada es adecuada para el manejo de las aguas superficiales de acuerdo a las pendientes longitudinales del proyecto y la separación de las obras de drenaje transversal las cuales de acuerdo a la Tabla 3.16.

3.5.3.3 Zanjas de coronación

Las zanjas de coronación en concreto tendrán una base de 0,40 m, una altura de 0,50 m y un ancho superficial de 1,00 m; y pendientes en las paredes laterales de 0,6H: 1,0V.

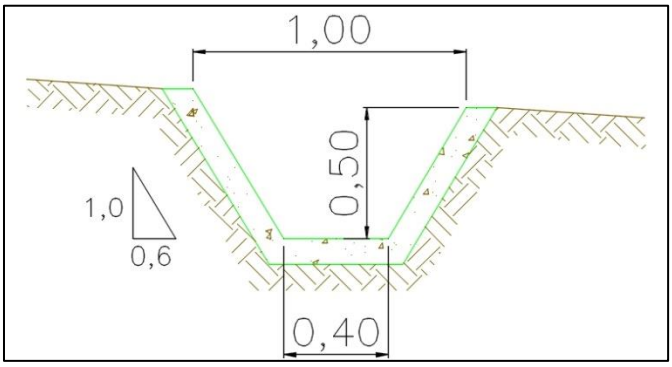


Figura 3.20 Zanja de coronación

En función de la pendiente longitudinal (rango de 0,5 a 5%), del material y de la geometría propuesta se estimó la capacidad hidráulica de la zanja de coronación de acuerdo con lo presentado en la Tabla 3.19.

Tabla 3.19 Capacidad hidráulica de las zanjas de coronación.

Caudal (m^3/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	V (m/s)
0,6514	0,0050	0,40	0,60	0,60	0,014	0,50	1.860
0,9191	0,0100	0,40	0,60	0,60	0,014	0,50	2.629
1,1270	0,0150	0,40	0,60	0,60	0,014	0,50	3.221
1,3014	0,0200	0,40	0,60	0,60	0,014	0,50	3.720
1,5932	0,0300	0,40	0,60	0,60	0,014	0,50	4.555
1,8411	0,0400	0,40	0,60	0,60	0,014	0,50	5.261
2,0567	0,0500	0,40	0,60	0,60	0,014	0,50	5.880

Una vez obtenida la capacidad hidráulica para cada pendiente y aplicando el método racional, se estimó el área de drenaje aferente que puede evacuar la zanja de coronación, de acuerdo con lo presentado en la Tabla 3.20.

Tabla 3.20 Áreas de drenaje de las zanjas de coronación.

Pendiente (m/m)	Coef. escorrentía	Intensidad (mm/h)	Área de drenaje (ha)	Caudal (m^3/s)
0,0050	0,42	96.34	5.80	0,65
0,0100	0,42	96.34	8.18	0,92
0,0150	0,42	96.34	10.03	1,13

Pendiente	Coef.	Intensidad	Área de drenaje	Caudal
0,0200	0,42	96.34	11.58	1,30
0,0300	0,42	96.34	14.18	1,59
0,0400	0,42	96.34	16.38	1,84
0,0500	0,42	96.34	18.30	2,06

3.5.4 Obras Adicionales

3.5.4.1 Box Culvert K7+000

En la Figura 3.21, se presenta los tres tramos diseñados de acuerdo a la pendiente encontrada.

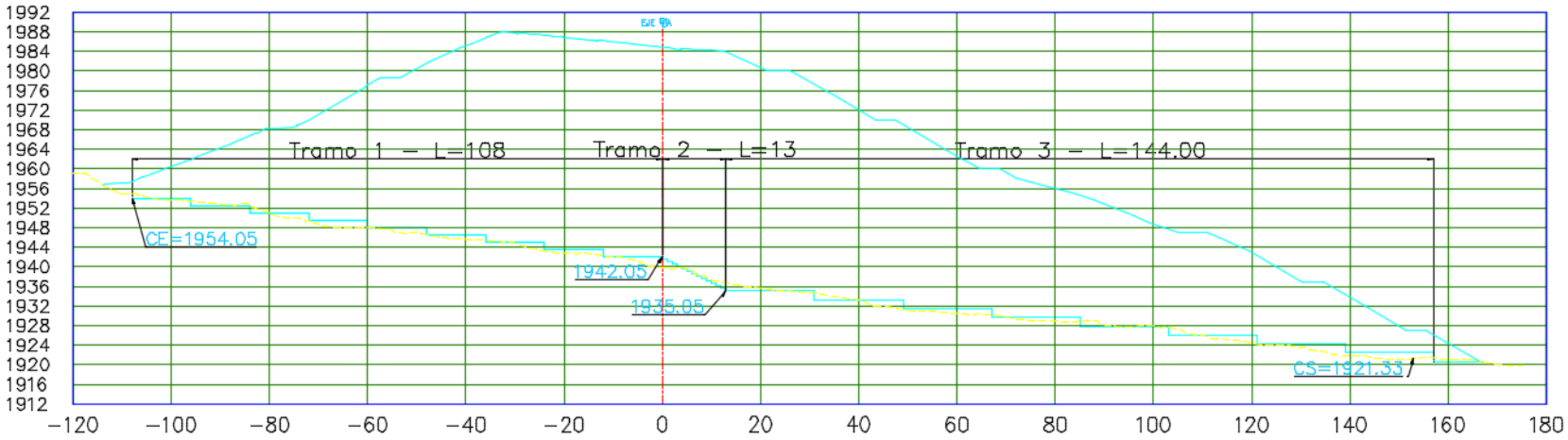
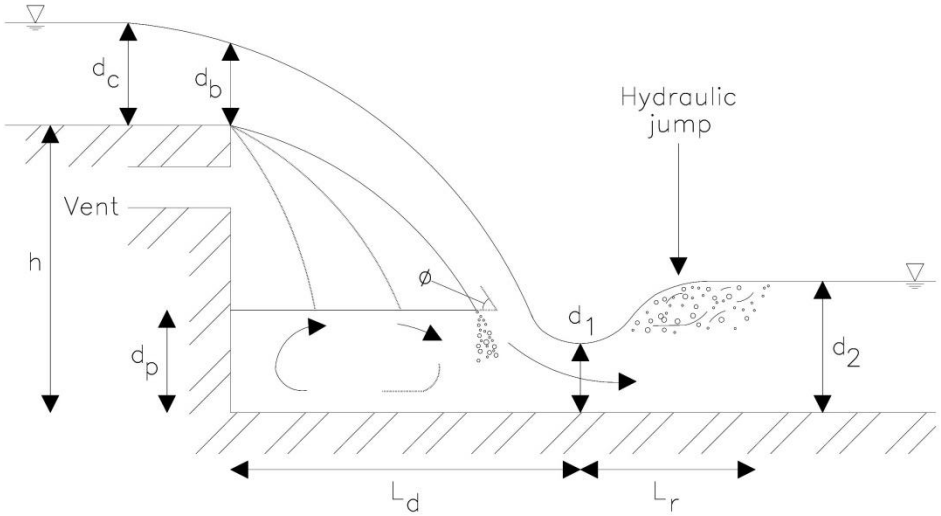


Figura 3.21 Sección longitudinal del Box Culvert de la quebrada La Magdalena.

En las zonas con flujo saltante se utilizó la metodología descrita por H. Chanson, en su libro. “HYDRAULIC DESIGN OF STEPPED CASCADES, CHANNELS, WEIRS AND SPILLWAYS.”

El flujo saltante se caracteriza por un flujo subcritco y el dimensionamiento de la longitud del escalón (l), que permite el desarrollo del resalto, permitiendo que el flujo vuelva a la condición subcritica, y así sucesivamente en los escalones



Las ecuaciones para el diseño del flujo saltante utilizadas son:

$$d_b = 0.715 * d_c \qquad \text{Ecuación 3.4}$$

Donde:

d_b= altura de la lamína de agua justo antes de iniciar la caída.

$d_{b=}$ Profundidad critica.

$$\frac{d_1}{h} = 0.54 * \left(\frac{d_c}{h}\right)^{1.275} \qquad \text{Ecuación 3.5}$$

$$\frac{d_2}{h} = 1.66 * \left(\frac{d_c}{h}\right)^{0.81} \qquad \text{Ecuación 3.6}$$

$$\frac{d_p}{h} = \left(\frac{d_c}{h}\right)^{0.66} \qquad \text{Ecuación 3.7}$$

$$\frac{L_d}{h} = 4.30 * \left(\frac{d_c}{h}\right)^{0.81} \qquad \text{Ecuación 3.8}$$

$$\frac{L_r}{d_1} = 8 * \left(\left(\frac{d_c}{d_1}\right)^{\frac{3}{2}} - 1.5\right) \qquad \text{Ecuación 3.9}$$

Finalmente se recomienda realizar una revisión del desarrollo total del resalto hidráulico, con la Ecuación 3.8, el valor obtenido en esta ecuación debe ser mayor al resultado de d_c/h.

$$\left(\frac{d_c}{h}\right)_{char} = 0.0916 * \left(\frac{h}{l}\right)^{-1.276} \qquad \text{Ecuación 3.10}$$

La sección hidráulica utilizada es rectangular de ancho 10m, a continuación se presenta la memoria de cálculo para los dos tramos con flujo saltante o Nappe Flow.

Tabla 3.21 Resumen resultados de diseño Nappe Flow Tramo 1.

TRAMO 1	
Caudal	44.90
Base	10.00
y_c	1.27
y_b	0.91
h	1.50
y1	0.66
y2	2.18
yp	1.34
ld	5.64
lr	6.29
L	11.93
L asumida	12.00
dc/h char	1.30
dc/h	0.85
Diseño	OK

A diferencia del tramo 2 en el cual la longitud asumida para el diseño es tan solo un poco mayor a la de diseño, por temas constructivos de los módulos la longitud asumida es de 18m, este aumento favorece el desarrollo del resalto hidráulico.

Tabla 3.22 Resumen resultados de diseño Nappe Flow Tramo 3.

TRAMO 3	
Caudal	44.9
Base	10
y_c	1.27
y_b	0.91
h	1.80
y1	0.62
y2	2.25
yp	1.43
ld	5.84
lr	7.03

TRAMO 3	
L	12.87
L asumida	18.00
dc/h char	1.73
dc/h	0.71
Diseño	OK

Para el tramo 3 donde se tiene una pendiente mayor se considera un diseño con flujo espumoso o Skiming Flow, el cual se caracteriza por una fuerte aireación y los escalones generan una especie de rugosidad superior. Las ecuaciones que caracterizan el flujo son:

$$\frac{(d_c)_{onset}}{h} = 1.057 - 0.465 * \frac{h}{l}$$ Ecuación 3.11

$$k_s = h * \cos \propto$$ Ecuación 3.12

$$\frac{L_I}{k_s} = 9.719 * (\sin \propto)^{0.0796} (F_*)^{0.592}$$ Ecuación 3.13

$$F_* = q_w / \sqrt{g * \sin \propto * (h * \cos \propto)^3}$$ Ecuación 3.14

$$\frac{d_I}{k_s} = \frac{0.4034}{(\sin \propto)^{0.04}} * (F_*)^{0.592}$$ Ecuación 3.15

$$\frac{F_e}{f} = 0.5 * \left(1 + \tanh\left(0.628 * \frac{0.514 - C_e}{C_e * (1 - C_e)}\right)\right)$$ Ecuación 3.16

En la $\frac{F_e}{f} = 0.5 * \left(1 + \tanh\left(0.628 * \frac{0.514 - C_e}{C_e * (1 - C_e)}\right)\right)$ Ecuación 3.16 el valor de f relacionado con la resistencia del flujo se asume como 1, de acuerdo a las investigaciones de Chanson en 1993.

$$\frac{d_o}{d_c} = \sqrt[3]{\frac{F_e}{8 * \sin \propto}}$$ Ecuación 3.17

$$\frac{(Y_{90})}{d_c} = \sqrt[3]{\frac{F_e}{8 * (1 - C_e)^3 * \sin \propto}}$$ Ecuación 3.18

$$v = \frac{q_w}{d_o}$$ Ecuación 3.19

$$v = \frac{q_w}{Y_{90}}$$ Ecuación 3.20

Tabla 3.23 Resultado diseño Skimming Flow Tramo 2

TRAMO 2	
Caudal	44.90
Base	10.00

TRAMO 2	
q	4.49
y_c	1.27
h	0.50
l	1.00
dc onset	0.30
Flujo	Skimming
alfa (°)	26.56
ks	0.07
Ll	9.23
f*	37.65
di	0.25
ce	0.76
f	1.00
fe	0.16
do	0.34
y_{90}	0.60
v	13.10
V_{90}	7.47

3.5.4.2 Canales paralelos a la vía

Estas estructuras se plantearon con el objetivo de evitar la construcción de obras perpendiculares a la vía, pues en algunos sectores del proyecto la presencia de tramos de muros estructurales o no estructurales actuó como limitante para plantear este tipo de obras.

Debido a que estos canales presentan tramos relativamente cortos, se asume que el cambio en la línea de gradiente hidráulico es paralelo a la pendiente topográfica. Lo que implica que no se tienen en cuenta las pérdidas de energía. Por lo que se considera suficiente hacer el análisis de las profundidad normal, profundidad crítica, velocidad y número de Froude por medio de la metodología de flujo uniforme siendo la ecuación que representa esta metodología la ecuación de Manning.

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Adicionalmente se estableció una sección rectangular de 1,0 m de base a partir de la cual se define la altura de la lámina de agua con un borde libre de 0.10m para cada uno de los canales. Para establecer el caudal que capta cada canal se asoció la obra a una cuenca aferente. El diseño general de los canales presenta pendientes diferentes con el objeto de ajustarse al terreno y evitar

cortes o rellenos importantes, para el análisis hidráulico de las propiedades geométricas de este canal se usó la pendiente mínima de cada uno con el fin de representar una condición crítica.

En la Tabla 3.24 se muestran los datos de caudal utilizados junto a sus cuencas asociadas para determinar las dimensiones de los mismos.

Tabla 3.24 Caudales para canales

Canal	Cuenca asociada	Caudal (mcs)
K6+002.77	36	2.95
K6+659.32	38	2.26
K11+595.18	62	1.77

Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de la sección del canal fueron los siguientes:

- En cuanto a la profundidad normal del flujo, esta debe estar contenida dentro de las dimensiones del canal y tener un borde libre apropiado, para evitar problemas de reboses por ondas de flujo. Los manejan un borde libre de 0.10 m.
- La profundidad crítica y el número de Froude son importantes para caracterizar el tipo de flujo en el canal de diseño, un numero de Froude entre el rango de 0.7 a 1.5 muestran un tipo de flujo en transición entre el estado subcritico y supercrítico. Estos tipos de flujo son inestables para la vida útil de cualquier tipo de canal, debido a que presentan rangos oscilantes de velocidad y profundidad entre los rangos subcritico y crítico. Por lo anterior se buscó que los canales diseñados no entraran en este rango de número de Froude para una adecuada vida útil de los canales.
- La velocidad es un criterio importante debido a fuerzas de fricción soportadas por los materiales del canal (velocidad alta) y las suficientes fuerzas de arrastre para evitar problemas de colmatación del fondo de los canales (velocidades bajas). Según el Manual de drenaje para carreteras del Invias, la velocidad mínima permisible en un cuerpo de agua artificial es de 0.6 m/s y la velocidad máxima depende de cada material.

- Tabla 3.25 Propiedades geométricas de la sección

Canal	Caudal (m3/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	1V : ZH	n
K6+002.77	2.953	0.0346	1	0	0.014
K6+659.32	2.255	0.0682	1	0	0.014
K11+595.18	1.769	0.0551	1	0	0.014

De acuerdo a lo anterior se calculan los valores de las variables hidráulicas que definen el diseño de los canales, en la tabla Tabla 3.28

Tabla 3.26 Parámetros de diseño.

Canal	Yn (m)	Yc (m)	Área (m2)	Perím.(m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr
K6+002.77	0.545	0.962	0.545	2.089	5.422	0.545	2.346
K6+659.32	0.348	0.804	0.348	1.695	6.487	0.348	3.513
K11+595.18	0.315	0.684	0.315	1.631	5.607	0.315	3.188

Por último se concluye que todos los criterios anteriormente establecidos se cumplen satisfactoriamente, obteniendo las secciones de canal que se presentan en los planos.

3.5.4.3 Drenaje en Retornos

Para las zonas de retorno se calcularon los diámetros de tuberías de drenaje con las cuales se evacuará el agua que llega por las cunetas, tomando en cuenta el área aferente de las mismas.

La función de estas tuberías será captar el agua y conducirla a alguna obra proyectada o existente para darle un correcto drenaje a la zona. En el ANEXO 12 se presenta la memoria de cálculo.

3.5.4.4 Estructuras de Disipación

Este tipo de estructuras se plantearon en varias zonas del proyecto; como bajantes en los cortes para conducir el agua a la entrada de las obras o a las cunetas, a las salidas de las obras para disipar la energía; y como continuidad de las zanjas de coronación.

La finalidad de este tipo de obra es disipar la energía y controlar velocidades en los canales; en las pendientes altas se presenta flujo espumoso o Skiming Flow, el cual se caracteriza por una fuerte aireación y los escalones generan una especie de rugosidad superior. Las siguientes ecuaciones son las que caracterizan el diseño.

En el diseño de estas estructuras se utilizó la metodología descrita por H. Chanson, en su libro. "HYDRAULIC DESIGN OF STEPPED CASCADES, CHANNELS, WEIRS AND SPILLWAYS." El cual asegura que ocurre régimen Skiming Flow cuando $\mathrm{d_c} > (\mathrm{d_c})_{\mathrm{onset}}$, donde $\mathrm{d_c}$ es la profundidad del flujo crítico y $(\mathrm{d_c})_{\mathrm{onset}}$ es la profundidad del flujo crítico en el inicio del régimen skimming flow.

$$\frac{(\mathrm{d_c})_{\mathrm{onset}}}{\mathrm{h}} = 1.057 - 0.465 * \frac{\mathrm{h}}{\mathrm{l}}$$ Ecuación 3.21

$$k_s = h * \cos \propto$$ Ecuación 3.22

$$\frac{L_I}{k_s} = 9.719 * (\sin \propto)^{0.0796} (F_*)^{0.592}$$ Ecuación 3.23

$$F_* = q_w / \sqrt{g * \sin \propto * (h * \cos \propto)^3}$$ Ecuación 3.24

$$\frac{d_I}{k_s} = \frac{0.4034}{(sin\propto)^{0.04}} * (F_*)^{0.592}$$ Ecuación 3.25

$$\frac{F_e}{f} = 0.5 * \left(1 + tanh\left(0.628 * \frac{0.514 - C_e}{C_e * (1 - C_e)}\right)\right)$$ Ecuación 3.26

Dónde:

$(d_c)_{onset}$ = Profundidad del flujo crítico en el inicio del régimen skimming flow. (m)

h = Altura del escalón (m).

L = Longitud horizontal del escalón (m).

k_s = Altura de rugosidad (m).

$\propto$ = Pendiente del canal.

L_I= Localización del punto de inicio (m).

F_*= Número de Froude definido en términos de la rugosidad.

q_w= Caudal de entrada por unidad de ancho m2/s.

g = Aceleración de la gravedad (m2/s).

d_I = Profundad del flujo en el punto de inicio (m).

F_e = Factor de fricción de flujo aireado

C_e = Concentración de aire de equilibrio promedio para el flujo uniforme

En la Ecuación 3.26, el valor de f relacionado con la resistencia del flujo se asume como 1, de acuerdo a las investigaciones de Chanson en 1993.

$$\frac{d_o}{d_c} = \sqrt[3]{\frac{F_e}{8 * \sin \propto}}$$ Ecuación 3.27

$$\frac{(Y_{90})}{d_c} = \sqrt[3]{\frac{F_e}{8 * (1 - C_e)^3 * \sin \propto}}$$ Ecuación 3.28

$$v = \frac{q_w}{d_o}$$ Ecuación 3.29

$$v = \frac{q_w}{Y_{90}}$$ Ecuación 3.30

Dónde:

d_c =Profundidad del flujo crítico (m).

d_o =Profundidad del flujo uniforme (m).

Y_{90} = Profundidad característica cuando la concentración del aire es 90%.

- Bajantes en Cortes

La finalidad de este tipo de obra es proteger contra la erosión los taludes de corte, para al efecto se diseña estas estructuras llegando a las caja de entrada de las alcantarillas (Figura 3.22) o entregando directamente a la cuneta de la vía, como se muestra en la Figura 3.23.

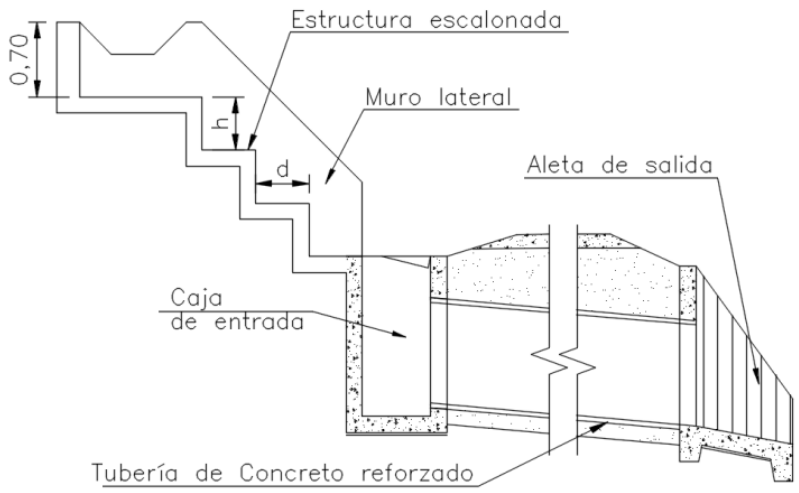


Figura 3.22 Estructura de disipación con caja de entrada a alcantarilla

En la

Tabla 3.27 se presentan las estructuras de disipación ubicadas en los taludes de corte y que entregan a caja de obra de drenaje.

Tabla 3.27 Estructuras de disipación con entrega a caja.

ESTRUCTURA DE DISIPACION CON LLEGADA A CAJA	
CUENCA	ABSCISA
1	K0+035.26
2	K0+136.95
4	K0+416.67
5	K0+518.57
6	K0+602.88
7	K0+702.23
8	K0+807.63
9	K0+932.85
10	K1+112.92
11	K1+193.07
12	K1+334.56
13	K1+410.40
15	K1+593.77
16	K2+018.48
18	K2+479.64
19	K2+680.64
23	K3+631.60
24	K3+837.20
25	K4+054.04
26	K4+232.90
28	K4+560.12
31	K5+098.53
32	K5+300.41
33	K5+486.83
34	K5+731.53
35	K5+915.11
38	K6+854.03
40	K7+417.95
41	K7+593.68
42	K7+794.71
43	K7+952.26
44	K8+212.39
47	K8+843.38
49	K9+437.34
50	K9+522.83
51	K9+647.33
52	K9+767.18
54	K9+967.92
55	K10+198.00
56	K10+459.16
64	K12+324.77
65	K12+508.01
66	K13+038.35
67	K13+284.01
69	K13+862.38
70	K14+025.88
71	K14+234.35
72	K14+545.55
73	K14+628.45
74	K14+970.81
75	K15+132.24
76	K15+465.06
77	K15+642.87
78	K15+736.78

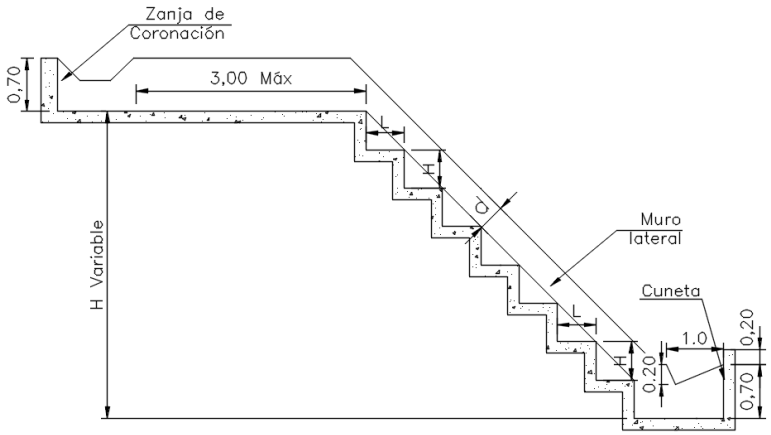


Figura 3.23 Estructura de disipación con entrega a cuneta

En la Tabla 3.28 se presentan las estructuras de disipación ubicadas en los taludes de corte y que entregan a cuneta lateral.

Tabla 3.28 Estructuras de disipación con entrega a cuneta.

ESTRUCTURA DE DISIPACION CON LLEGADA A CUNETA		
CUENCA	**ABSCISA**	**TIPO**
3	K0+180.00	1
10	K1+158.00	1
17	K0+067 Acceso 2	1
39	K7+338.75	1
55	K10+038	1
55	K10+141	1
64	K12+400.00	1

En el diseño de estas estructuras de disipación, se toma en cuenta el talud del corte, el cual corresponde a una pendiente de (1V:0.45H) (1V:0.50H) (1V:0.60H) (1V:0.70H) (1V:0.75H) ver informe geotécnico. Para las estructuras que entregan a la cuneta de la vía se toma las mismas dimensiones diseñadas para la estructura que llega a una alcantarilla de diámetro de 0.90m, es decir sería un tipo 1; esto debido a la similitud de caudales de diseño. En la Tabla 3.29 se muestra el resultado del diseño para cada tipo de estructura de disipación en cortes.

Tabla 3.29 Resultado diseño Skimming flow Estructuras en cortes.

DISEÑO SKIMMING FLOW							
	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4	TIPO 5	TIPO 6	TIPO 7
Caudal (m3/s)	0.82	0.82	0.82	1.36	1.36	1.36	2.27
Base (m)	1.40	1.40	1.40	1.70	1.70	1.70	2.00
q	0.59	0.59	0.59	0.80	0.80	0.80	1.14
y_c	0.33	0.33	0.33	0.40	0.40	0.40	0.51
H (m)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
L (m)	0.14	0.18	0.21	0.14	0.18	0.21	0.14
dc onset	0.01	0.08	0.12	0.01	0.08	0.12	0.01
Flujo	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming
alfa (°)	65.77	59.04	55.01	65.77	59.04	55.01	65.77
ks	0.12	0.15	0.17	0.12	0.15	0.17	0.12
LI	4.53	3.33	2.89	6.19	4.55	3.95	8.78
f*	3.49	3.49	3.51	4.36	4.36	4.38	5.59
di	0.12	0.13	0.13	0.15	0.15	0.16	0.18
ce	0.82	0.77	0.74	0.82	0.77	0.74	0.82
f	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
fe	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
do	0.13	0.13	0.13	0.16	0.16	0.16	0.20
y_{90}	0.71	0.57	0.50	0.87	0.70	0.62	1.10
v	4.60	4.51	4.44	5.11	5.00	4.93	5.74
d	0.85	0.70	0.60	1.00	0.85	0.75	1.35

DISEÑO SKIMMING FLOW						
	TIPO 8	TIPO 9	TIPO 10	TIPO 11	TIPO 12	TIPO 13
Caudal (m3/s)	2.27	2.27	5.50	5.50	5.50	8.50
Base (m)	2.00	2.00	2.30	2.30	2.30	2.50
q	1.14	1.14	2.39	2.39	2.39	3.40
y_c	0.51	0.51	0.84	0.84	0.84	1.06
H (m)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.00
L (m)	0.18	0.21	0.14	0.18	0.21	1.00
dc onset	0.08	0.12	0.01	0.08	0.12	0.59
Flujo	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming
alfa (°)	59.04	55.01	65.77	59.04	55.01	45.00
ks	0.15	0.17	0.12	0.15	0.17	0.71
LI	6.45	5.61	18.50	13.59	11.82	2.17
f*	5.60	5.63	9.51	9.52	9.57	11.61
di	0.19	0.19	0.28	0.29	0.30	0.46
ce	0.77	0.74	0.82	0.77	0.74	0.64
f	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
fe	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
do	0.20	0.20	0.32	0.33	0.34	0.45
y_{90}	0.88	0.78	1.81	1.45	1.28	1.23
v	5.62	5.54	7.36	7.21	7.10	7.60
d	1.00	0.95	2.10	1.75	1.50	1.77

- Estructura de disipación a la salida de las obras

Para la protección de terraplenes se proyectó una estructura de disipación similar a la de los cortes pero con una geometría diferente debido a la diferencia de taludes. En la Figura 3.24 se presenta este tipo de estructura.

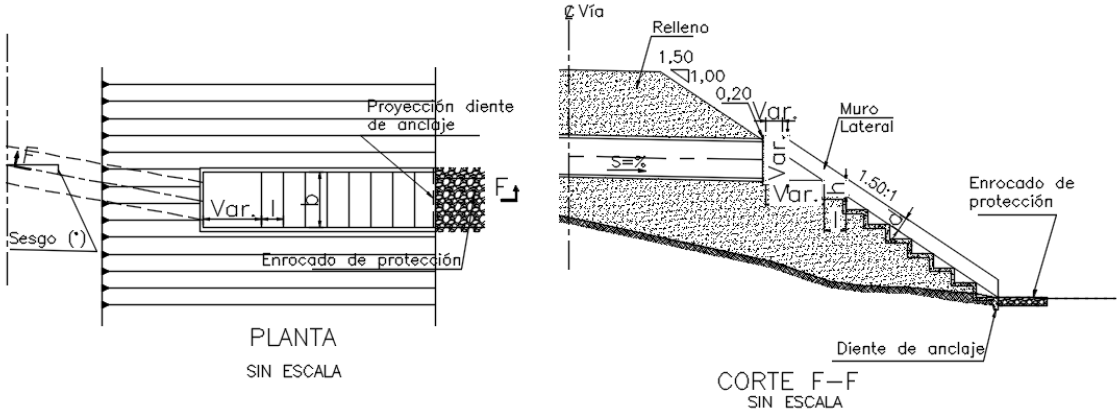


Figura 3.24 Estructura de disipación a la salida

En la Tabla 3.30 se presentan las estructuras de disipación ubicadas sobre los rellenos.

Tabla 3.30 Estructuras de disipación con entrega a la salida.

ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN A LA SALIDA	
CUENCA	**ABSCISA**
15	K1+593.77
19	K2+680.64
21	K3+244.12
41	K7+593.68
46	K8+651.84
47	K8+843.38
48	K9+079.36
49	K9+437.34
50	K9+522.83
51	K9+647.33
53	K9+917.35
54	K9+967.92
62	K11+595.18

Para las estructuras de disipación a la salida, el informe de Geotecnia especifica un talud de relleno de (1V:1.5H), por lo que se tomó el caudal máximo de cada uno de los diámetros de alcantarilla diseñados dejando 3 tipos estructuras de disipación a la salida.

En la Tabla 3.31 se muestra los resultados de diseño Skimming Flow para los diferentes tipos de estructuras de disipación en la salida de las obras.

Tabla 3.31 Resultado diseño Skimming flow Estructuras en la salida de las obras

DISEÑO SKIMMING FLOW					
	TIPO I	**TIPO II**	**TIPO III**	**TIPO IV**	**TIPO V**
Caudal (m3/s)	0.82	1.36	2.27	0.82	2.76
Base (m)	1.40	1.70	2.00	1.40	2.30
q	0.59	0.80	1.14	0.59	1.20
y_c	0.33	0.40	0.51	0.33	0.53
H (m)	0.35	0.40	0.50	0.30	0.50
L (m)	0.53	0.60	0.75	0.60	0.50
dc onset	0.26	0.30	0.37	0.25	0.30
Flujo	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming
alfa (°)	33.69	33.69	33.69	26.57	45.00
ks	0.29	0.33	0.42	0.27	0.35
LI	1.60	1.79	1.81	2.01	2.17
f*	3.77	4.67	5.90	4.03	5.80
di	0.16	0.19	0.24	0.17	0.23
ce	0.50	0.50	0.50	0.40	0.64
f	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
fe	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
do	0.15	0.18	0.23	0.16	0.22
y_{90}	0.30	0.37	0.47	0.27	0.61
v	3.90	4.33	4.86	3.63	5.37
d	0.35	0.45	0.55	0.35	0.75

- Canales escalonados como continuidad a las zanjas de coronación

En función de la pendiente longitudinal (rango de 10 a 120%) se diseñó 7 tipos de canales escalonados, teniendo una base de 1.00 m.

Tabla 3.32 Skimming flow Canales escalonados como continuación a las zanjas de coronación

DISEÑO SKIMMING FLOW							
Pendiente (m/m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	1,0	1.2
Caudal (m3/s)	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
Base (m)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
q	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
y_c	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
h	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.60
l	1.50	1.00	0.85	0.75	0.70	0.40	0.50
dc onset	0.15	0.19	0.23	0.26	0.29	0.24	0.30
Flujo	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming	Skimming
alfa (°)	5.71	11.31	16.39	21.80	26.57	45.00	50.19
ks	0.15	0.20	0.24	0.28	0.31	0.28	0.38
f*	36.14	17.09	10.54	7.34	5.61	5.20	3.15
Ll	15.58	12.67	11.30	10.36	9.76	8.66	8.29
di	0.55	0.45	0.41	0.38	0.36	0.31	0.31
ce	0.09	0.18	0.25	0.33	0.40	0.64	0.69
f	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
fe	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43
do	0.62	0.49	0.44	0.40	0.37	0.32	0.31
y_{90}	0.68	0.60	0.58	0.60	0.62	0.88	1.01
v	3.35	4.19	4.74	5.19	5.52	6.43	6.61
d	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.20

La geometría y configuración de las estructuras de disipación a la entrada y salida de las obras de drenaje y como continuación de las zanjas de coronación, se presentan en el plano CSH-4-PL-OD-G-7002-2 Detalles Típicos de Drenaje – Dimensiones.

3.5.4.5 Drenaje de Botaderos

Como solución para manejar los caudales que confluyen hacia los sitios de botaderos, se propone la construcción de canales interceptores en el perímetro de los mismos (Véase Figura 3.25); y para el manejo de la escorrentía que cae sobre su área, se adoptó la construcción de cunetas en la parte interna de cada una de las terrazas para direccionar el agua captada hasta los canales perimetrales. La descarga final de estas estructuras se realiza a puntos bajos del terreno natural o a obras de drenaje, y en lo posible alejadas de estructuras que puedan ser susceptibles a problemas de erosión, la finalidad de estas obras de drenaje es mantener la estabilidad de los depósitos. Para la estimación de los caudales de diseño se adoptó un periodo de retorno de 10

años, considerando un tiempo de concentración mínimo de 15 minutos. El caudal de diseño se calculó mediante las dos metodologías más usadas, el Método Racional para áreas de drenaje menores a 2,5 km², y para áreas mayores a 2,5 km² el método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service.

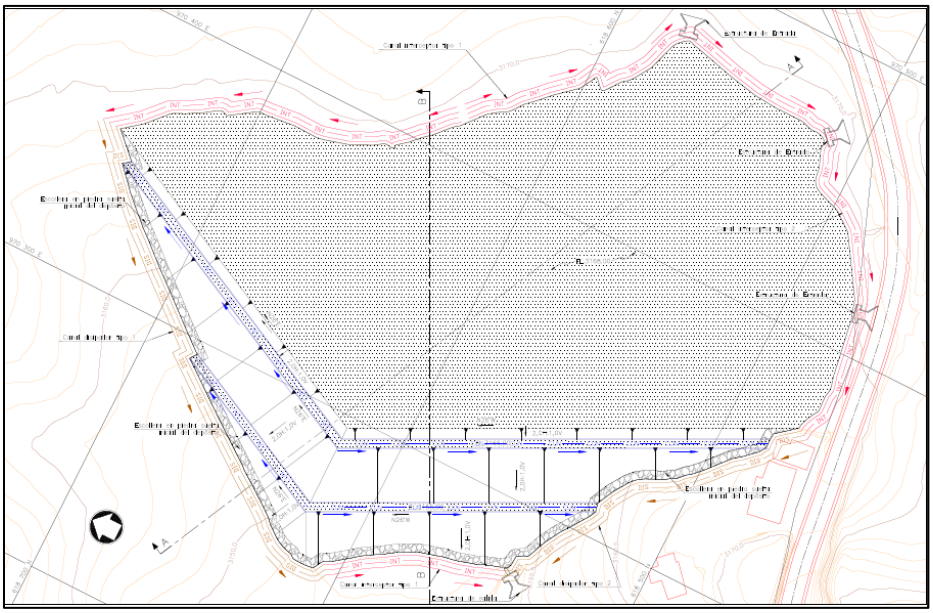


Figura 3.25 Drenaje perimetral de botadero

Los resultados y los criterios adoptados para el dimensionamiento de las obras de drenaje, en las zonas de depósitos de materiales son los siguientes:

- Las dimensiones de las obras hidráulicas de drenaje, se calculan a partir del caudal de diseño, la pendiente del terreno y el coeficiente de rugosidad correspondiente al material de revestimiento de la obra, utilizando la expresión de Manining para flujo uniforme.
- De acuerdo con los caudales, se proyectan obras de drenaje que consisten en canales perimetrales que adoptan su geometría a las condiciones topográficas, adicionalmente se consideraron estructuras de entrada para captación de cauces permanentes, estructuras de entrega de canales a cauces existentes y demás obras hidráulicas que se requieran en el manejo de las aguas.
- En zonas con topografías con pendientes pronunciadas se proyectan estructuras de disipación.
- En las estructuras de salida se proyectan aletas construidas en concreto reforzado al inicio y al final de este, con el fin de darle estabilidad a la estructura.
- Se plantean filtros longitudinales sobre los drenajes o puntos bajos naturales.

En el ANEXO 13 se presenta las memorias de cálculo para cada zodme.

4 ESTUDIOS DE SOCAVACIÓN

Tomando en cuenta las alteraciones en el fondo y en las bancas de los drenajes naturales, los cuales se producen por la concentración de caudales en las obras de drenaje, se realizó un estimativo de la profundidad de socavación a partir de datos propios de la zona del proyecto.

4.1 SOCAVACIÓN GENERAL

Los estudios de socavación se han realizado de acuerdo con lo establecido en el método de Lischtvan-Lebediev. En esta metodología se toma en cuenta un estado de equilibrio entre la velocidad media real del flujo y la velocidad máxima necesaria para evitar la erosión en el fondo.

Dependiendo del material que conforma el lecho del río, el cual podría corresponder a un material granular o un material cohesivo, se propone una ecuación que permite calcular la profundidad de socavación para cada caso.

La profundidad máxima de socavación esperada al paso de la creciente está dada por las siguientes expresiones:

$$H_s = \left[\frac{\alpha {H_0}^{5/3}}{0{,}68\ {d_m}^{0{,}28}\beta}\right]^{\frac{1}{1+z}} \qquad \text{Ecuación 4.1}$$

$$H_s = \left[\frac{\alpha {H_0}^{5/3}}{0{,}60\ \gamma_s^{1{,}18}\beta}\right]^{\frac{1}{1+X}} \qquad \text{Ecuación 4.2}$$

La Ecuación 4.1 se utiliza para suelos granulares, y la Ecuación 4.2 para suelos cohesivos. A continuación se describen cada uno de los parámetros involucrados en las ecuaciones de socavación general:

$H_s =$ Es la altura entre la superficie del agua (al pasar la creciente) y el fondo erosivo (m).

$\alpha =$ Coeficiente de distribución de gasto, calculado mediante la Ecuación 4.3.

$$\alpha = \frac{Q_d}{H_0^{5/3} B_e} \qquad \text{Ecuación 4.3}$$

Dónde,

- $Q_d =$ Caudal de diseño para el periodo de retorno considerado (m^3/s).
- $H_0 =$ Es al profundidad de la sección transversal para el caudal de diseño considerado (m).

- El valor de H_0 se calcula a partir de la Figura 4.1 presentada por el U.S. Department of Transportation anunciado en la publicación Hec-14 "HYDRAULIC DESIGN OF ENERGY DISSIPATORS FOR CULVERTS AND CHANNELS", tomando en cuenta la relación existente entre el número de Froude (Fr) y la fracción entre la profundidad media y la profundidad de la sección transversal (Ya/Yo).

A B

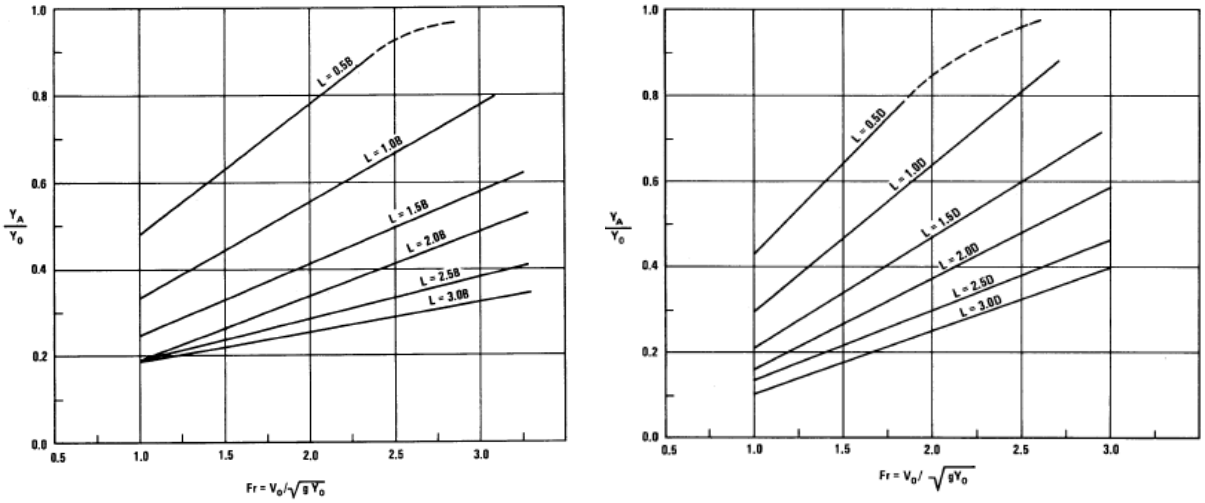


Figura 4.1 Profundidad de la sección transversal por una expansión abrupta en una obra Box Culvert (A) y una obra circular (B)

- $B_e =$ Es el ancho de la sección para el nivel del caudal de diseño (m). Es importante aclarar que si la corriente incide paralelamente al eje de las pilas, esa longitud será la del tramo considerado menos el espesor de las pilas que están dentro de él. Cuando existe un ángulo de esviaje de la corriente, el ancho efectivo se puede calcular gráficamente trazando líneas que indican la dirección de la corriente, tangentes a las pilas, y midiendo los claros que resultan.

$d_m =$ Diámetro medio de las partículas de fondo (mm). Este parámetro se calcula mediante la Ecuación 4.4.

$$d_m = 0{,}001 \sum_{i=1}^{n} d_i p_i \qquad \text{Ecuación 4.4}$$

Dónde,

- d_i = Diámetro medio de una fracción de la curva granulométrica de la muestra total que se analiza (mm).
- p_i = Porcentaje del peso de la misma porción, comparada con el peso total de la muestra.

β = Coeficiente relacionado al periodo de retorno del caudal de diseño, el cual es obtenido con los valores de la Tabla 4.1.

Tabla 4.1 Coeficiente β.

T_R	β	Probabilidad (%)
1	0,77	100,0
2	0,82	50,0
5	0,86	20,0
10	0,90	10,0
20	0,94	5,0
50	0,97	2,0
100	1,00	1,0
300	1,03	0,3
500	1,05	0,2
1000	1,07	0,1

Z = Coeficiente usado únicamente para suelos granulares calculado mediante la Ecuación 4.5.

$$Z = 0{,}394557 - 0{,}04136 \log(d_m) - 0{,}00891\,(\log[d_m])^2$$ Ecuación 4.5

Dónde,

- d_m = Diámetro medio de las partículas de fondo (mm). Ver Ecuación 4.4.

X = Coeficiente utilizado únicamente para suelos cohesivos, calculado mediante la Ecuación 4.6.

$$X = 0{,}892619 - 0{,}58073\,\gamma_s + 0{,}136275\,\gamma_s^2$$ Ecuación 4.6

Dónde,

- γ_s = Peso específico del suelo (Ton/m^3).

Para determinar la socavación a partir del *Método Gráfico* en un punto P, como se muestra esquemáticamente en la Figura 4.2, intervienen las variables que se describen a continuación:

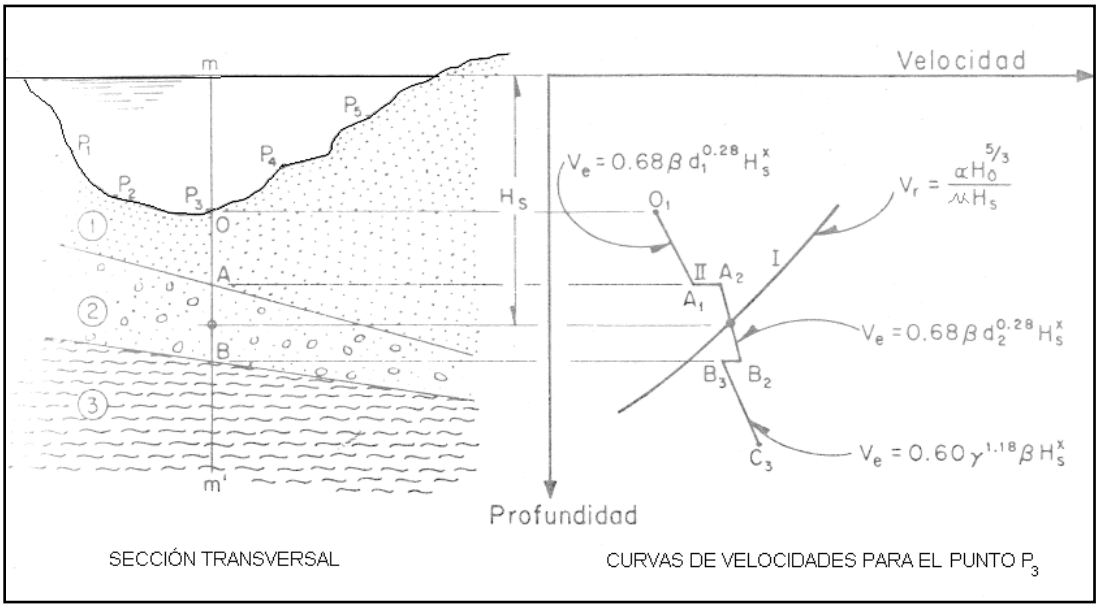


Figura 4.2 Cálculo de la socavación por el método gráfico.

$\mu =$ Coeficiente de contracción, que depende de la distancia entre las pilas y la velocidad media de la sección, calculado mediante la Ecuación 4.7.

$$\mu = 1 - 0{,}387\frac{\bar{v}}{L} \qquad \text{Ecuación 4.7}$$

Dónde,

- $\bar{v} =$ Velocidad media de la sección transversal para el caudal de diseño (m/s).
- $L =$ Longitud entre las dos pilas (m).

$d_s =$ Profundidad de socavación, calculada mediante la Ecuación 4.8.

$$d_s = H_s - H_0 \qquad \text{Ecuación 4.8}$$

Dónde,

- $H_s =$ Es la altura entre la superficie del agua (al pasar la creciente) y el fondo erosivo (m).
- $H_0 =$ Es al profundidad de la sección transversal para el caudal de diseño considerado (m).

4.2 RESULTADOS DE SOCAVACIÓN OBRAS DE DRENAJE

Teniendo en cuenta el dimensionamiento de las obras con las que se intersectan las corrientes de agua al trazado de la vía proyectada en el tramo Pedregal – Pasto, y teniendo en cuenta que los resultados de la densidad encontrados en el documento No: CSH-4-VD-G-G-4000-1 "Volumen IV. Estudio de Suelos para el diseño de Fundaciones" que se muestra en la Tabla 4.2, se ha calculado la socavación general.

Tabla 4.2 Densidad del material transportado.

Abscisa	Densidad (KN/m^3)
K0+000-K2+550	13.7
K2+550-K5+930	13.4
K5+930-K12+620	13.9
K12+620-K15+750	13.7

Con el fin de determinar la socavación a la salida de la estructura, se ha proyectado una sección de geometría rectangular, con un ancho variable de acuerdo con el diámetro de la alcantarilla. En la Tabla 4.3 se presenta el ancho de la estructura de salida, en relación al diámetro de la alcantarilla.

Tabla 4.3 Geometría a la salida de la estructura.

Diámetro de la alcantarilla (m)	Base de la estructura de salida (m)
0,9	4,5
1	5,05
1,2	5,9
1,3	6,3
1,5	7,15
1,6	7,6
1,8	8,5

Para las estructuras tipo *Box Culvert*, se estimó la sección de salida como el ancho de la estructura, más un ancho adicional de un metro a cada lado; cuando hay más de una celda se estima como el caso de una celda, adicionando un metro, simulando esto como la separación entre celdas.

La socavación se ha calculado a partir de la fórmula de Lichtvan – Lebediev para suelos cohesivos, para lo cual se ha tenido en cuenta los resultados de laboratorio por zonificación. Los resultados de la socavación se han agrupado según las dimensiones y el tipo de obra de la siguiente manera, en la Tabla 4.4 se muestra los resultados para las alcantarillas y en la

Tabla 4.5 para los Box Culverts.

Tabla 4.4 Socavación en alcantarillas.

Zona Homogénea /Diámetro	0,90 m	1,20 m	1,50 m	1,80 m
K0+000-K2+550	0,80	0,80	-	-
K2+550-K5+930	0,79	-	0,82	-
K5+930-K12+620	0,81	0,82	0,83	0,86
K12+620-K15+750	0,80	0,82	0,82	0,85

Tabla 4.5 Socavación en *Box Culverts.*

Abscisa	Base (m)	Altura (m)	Socavación (m)
K0+136.95	2,50	2,50	0,90
K0+602.88	2,50	2,50	0,89

4.3 PROTECCIÓN A LA SOCAVACIÓN

Con el fin de proteger las obras de drenaje de la socavación calculada, se proyecta un enrocado de protección siguiendo el método propuesto por el U.S. Department of Transportation anunciado en la publicación Hec-18 "EVALUATING SCOUR AT BRIDGES", tomando en cuenta la velocidad crÍtica como aquella capaz de mover partículas hasta de un cierto tamaño, la cual será la velocidad obtenida para el máximo caudal que se presente en cada una de las obras de drenaje tipo.

Para obtener el diámetro máximo de partícula con la cual será removida del lecho con la velocidad crítica se utiliza la siguiente expresión.

$$V_C = \left[\frac{{K_S}^{1/2}(G_S - 1)^{1/2} D^{1/2} Y^{1/6}}{n}\right]$$ Ecuación 4.9

Dónde:

V_C= Velocidad critica por la cual el material del lecho de un tamaño D puede ser transportado. m/s

K_S = Parámetro de Shields = 0.039

G_S= Gravedad especifica del material del lecho = 2.65

D= Tamaño de partícula m.

Y= Profundidad del flujo m.

n= Coeficiente de rugosidad de Manning = $0.041*D^{1/6}$

A partir de los resultados del tamaño de la partícula que es transportada por la velocidad crítica se proyectó un enrocado de protección según las dimensiones y el tipo de obra de la siguiente manera, en la Tabla 4.6 se muestra los resultados para las alcantarillas y en la Tabla 4.7 para los *Box Culverts*.

Tabla 4.6 Enrocado de protección para las alcantarillas

ENRONCADO PROTECCIÓN ALCANTARILLAS			
Diámetro de obra (m)	Profundidad (m)	Tamaño de fragmentos de roca (m)	Capas
0,90	0,70	0,25	3
1,20	0,70	0,35	2
1,50	0,70	0,40	2
1,80	0,70	0,45	2

Tabla 4.7 Enrocado de protección para Box Culvert

ENRONCADO PROTECCIÓN BOX CULVERT				
Base (m)	Altura(m)	Profundidad (m)	Tamaño de fragmentos de roca (m)	capas
2,50	2,50	0,90	0,30	3

En la Tabla 4.8 se muestra los diferentes tipo de enrocado de protección para las obras de drenaje.

Tabla 4.8 Tipo de enrocado de protección para obras de drenaje

TIPO	**Profundidad (m)**	**Tamaño de fragmentos de roca (m)**	**capas**
I	0,70	0,25	3,00
II	0,70	0,35	2,00
III	0,70	0,40	2,00
IV	0,70	0,45	2,00
V	0,90	0,30	3,00

4.4 RESULTADOS SOCAVACIÓN DEL RÍO GUÁITARA

4.4.1 GEOMORFOLOGIA

El río Guáitara es el principal drenaje de la zona de estudio, su recorrido es de sur a norte y desemboca en el río Patía. En el sector de Pilcuán desembocan los ríos Téllez y Sapuyes al río Guáitara, formando terrazas aluviales de hasta 80 m de espesor, siendo el área e mayor extensión aluvial de la zona de estudio.

El río Guáitara forma un relieve en valle en "V" profundo en la mayoría del tramo aferente a la vía, el cual igualmente se evidencia en el sector del puente Pedregal, su cauce se encuentra restringiendo por las laderas casi verticales conformadas por rocas volcánicas las cuales no evidencian dinámica fluvial ni movimientos, (procesos morfo dinámicos activos); por lo que se puede concluir que el río Guitara, no presenta divagaciones en su cauce ni cambios que puedan comprometer la estabilidad del proyecto, en conclusión el rio Guáitara es estable en sus dos márgenes, sin movimientos laterales que cambien considerablemente las condiciones hidráulicas del mismo. La geomorfología del cauce generada, es producto de la incisión del río en las rocas volcánicas, asociadas a profundizaciones muy lentas en su lecho.

El área donde desemboca el río Bobo en el río Guáitara forma una planicie aluvial muy pequeña; la cual es restringida por el caudal del río Guáitara y las laderas encañonadas de ambos ríos.

La tendencia a la socavación del río Guáitara es muy baja, ya que la naturaleza del drenaje es de incisar las rocas volcánicas que restringen su cauce.

Por otro lado, el depósito en la zona alta de la ladera y el cauce del río esta profundo con respecto al depósito, por lo cual se concluye que el río no tendría incidencia directa sobre alguna posible inestabilidad que pudiera presentar el depósito.

De acuerdo a la implantación del puente en el cual las pilas se localizan por fuera del area mojada de la sección hidráulica, es decir no existe contacto con dichas estructuras, por tal razón no es necesario realizar análisis de socavación local, y se concluye que las profundidades de cimentación corresponden a parámetros de geotécnicos y estructurales.

Para la socavación general a partir de las perforaciones que se ejecutaron en la zona y las observaciones que se hicieron a lo largo del cauce, en las orillas se identifican Lavas y tobas andesíticas a través de las cuales el cauce ha formado un cauce estrecho y profundo. Dada la dureza de estos materiales, los procesos de socavación se desarrollan a tasas muy bajas. En el lecho se observa un depósito aluvial de características granulares con un espesor del orden de 3m, la capa superficial de materiales granulares, se depositan y arrastran con el comportamiento de los caudales, en la Figura 4.3 se presenta el perfil litográfico de la zona del rio Guitara.

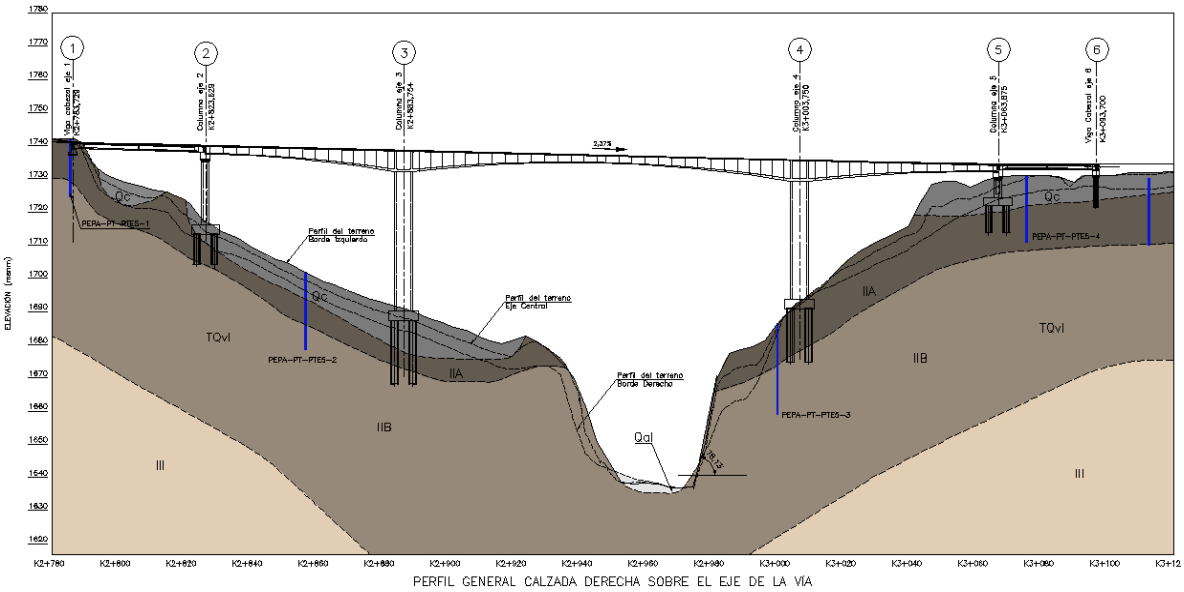


Figura 4.3 Perfil Litográfico río Guitara

De acuerdo a esta información para el análisis de socavación general se adoptó un análisis considerando un estrato de suelo granular de 3 m caracterizado por un diámetro medio de partícula de 3 mm (d_{50}=3mm) seguido por un estrato de espesor 24 m de roca caracterizada por una densidad de 2.14 T/m^3. Los resultados de estas modelaciones se presentan en el ANEXO 9, en los cuales se evidencia que para los periodos de retorno de 100 y 500 años no existirá socavación. Esto se debe al estrangulamiento de la sección del río aguas abajo del puente que está generando un control hidráulico produciendo velocidades bajas en la zona del puente.

Sin embargo se considera que el espesor del lecho de 3 mm considerado como granular, presentara cambios en su espesor a través de los años dependiendo de las condiciones de caudales.

En la Figura 4.4 se observan los niveles de la lámina de agua para el periodo de retorno de 100 y 500 años, totalmente encausados, condición que favorece la localización de las pilas.

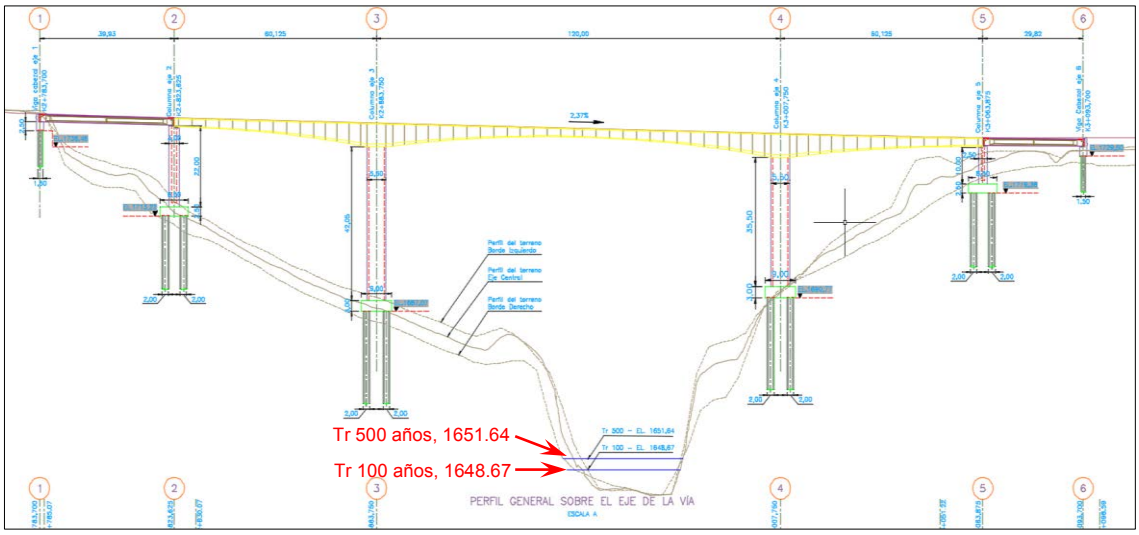


Figura 4.4 Perfil del puente del río Guáitara

5 CANTIDADES DE OBRA

En la Tabla 5.1 se presentan las longitudes de los canales requeridos para las obras de drenaje en los Zodmes; las longitudes de tubería de concreto necesarias para las obras de drenaje se presentan en la Tabla 5.2.

Tabla 5.1 Cantidades canales en Zodmes.

CANTIDADES DE ZODMES UF4												
	ZODME Z4-1	ZODME Z4-2	ZODME Z4-3	ZODME R4-1	ZODME Z4-4	ZODME Z4-5	R4-2	ZODME Z4-6	ZODME Z4-7	ZODME Z4-8	ZODME Z4-9	Terraplen
	K0+000	K0+400	K1+980	K2+150	K5+260	K5+260	K8+500	K8+600	K11+000	K12+800	K14+800	K7+000
CANAL INTERCEPTOR												
Tipo 1 (m)	277.56	133.26	60.18	103.72	156.68	72.07		338.84	24.54	282.88	316.61	
Tipo 3 (m)						290.19			184.72		63.41	
CANAL DISIPADOR												
Tipo 1 (m)	324.69	126.79	243.67	184.54	899.41	373.51	673.33	622	585.52	251.98	119.57	40
Tipo 2 (m)											255.19	381
Tipo 3 (m)						128.31			755.74			
Tipo 4 (m)												132
CUNETA												
Tipo 1 (m)			190.54	293.18				251.02		497.22		690
Tipo 2 (m)	324.98				574.67	254.13		380.4	436.64		245.97	
Tipo 3 (m)	259.81				556.77	627.46			1175.02		289.26	
FILTROS												
Filtro Longitudinal (m)	98.38	103.44	82.9	71.16		307.61	335.33	428.62	501.04	184.77	198.44	
ESTRUCTURAS												
Estructuras de Salida (Un)	1	1	1	1		1	3	1	2	3	1	4

Tabla 5.2 Cantidades de tubería en concreto

ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
Tubería concreto reforzado de 900 mm diámetro interior	m	1059
Tubería concreto reforzado de 1200 mm diámetro interior	m	312
Tubería concreto reforzado de 1500 mm diámetro interior	m	302
Tubería concreto reforzado de 1800 mm diámetro interior	m	322

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La caracterización climatológica se realizó a partir de los registros de seis parámetros climatológicos de las estaciones Botana y Sindagua como se ve en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1 Parámetros de caracterización climatológica.

Estación	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Brillo solar (h/día)	Precipitación media mensual (mm)
Botana	12,4	22,6	1,8	78	3,24	77,2
Sindagua	13,1	24,8	2,0	79	3,98	82,3

A partir de los ajustes de los datos de precipitación a la función de probabilidad tipo Gumbel, se obtuvo la intensidad en la zona para diferentes periodos de retorno. Dada la carencia de cuencas instrumentadas en la zona plana del área de estudio, se evidenció la necesidad de implementar modelos de transformación de precipitación en escorrentía directa; con estos métodos, en los que se requieren datos históricos de lluvia de corta duración y que se aplican a una cuenca hidrográfica, se calcula el caudal máximo de escorrentía superficial.

Existen dos métodos ampliamente utilizados para estimar caudales máximos de escorrentía y la selección de ellos depende del área de drenaje de la cuenca. Así, para cuencas con área menor a 2,5 km^2 se utiliza el método racional y para cuencas con área mayor se utiliza el método del hidrograma unitario del SCS (INVIAS, 2009).

Finalmente para cada una de las estructuras, se ha determinado una cuenca, y a partir de esta se ha determinado los caudales para diferentes periodos de retorno, esto como se ha mostrado en la De acuerdo con los resultados obtenido por los tres métodos, se adoptan los obtenidos con el hidrograma unitario del SCS, teniendo en cuenta que .

Se observa que los resultados para los períodos de retorno de 5 años a 100 años, mantienen valores dentro del orden de magnitud esperado, siendo estos muy similares entre sí; con excepción de los calculados con el hidrograma de Clark que son bajos en relación con los otros dos resultados. Por lo anterior, se recomienda el uso de los caudales máximos obtenidos mediante hidrograma unitario del SCS, para tener más seguridad en los diseños de las obras.

Tabla 2.32.

Una vez obtenido los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, se ha realizado el estudio hidráulico, con el fin de dimensionar cada una de las estructuras identificadas a lo largo del trazado de la vía en la unidad funcional 4 del proyecto Rumichaca – Pasto.

Finalmente, se obtuvo una serie de estructuras como se ve en la Tabla 3.8, e igualmente se identificaron las estructuras existentes (Tabla 3.1), de las cuales se han identificado un total de seis alcantarillas, las cuales serán conservadas con el fin de facilitar la operación de las nuevas estructuras.

También se han identificado y diseñado obras adicionales como estructuras de disipación e interceptores de botaderos.

Para las obras menores de drenaje tipo alcantarillas y *Box Culverts*, se ha realizado el estudio de socavación. A partir del estudio de suelos realizado en la zona, se ha identificado que el material que se transporta en las diferentes sub – cuencas tienen una naturaleza principalmente cohesiva, para lo cual se ha realizado ensayos de densidad a muestras de la zona, con lo que se ha determinado el peso específico del material.

Para la aplicación de la fórmula de Lichtvan – Lebediev, fue necesario determinar la sección de salida de cada una de las estructuras, el cual ha sido estimada como una sección rectangular, con ancho variable, cuyo valor se ha estimado de acuerdo con el diámetro de la estructura (en el caso de las alcantarillas), o la base del *Box Culvert* y el número de paneles. Finalmente, la socavación se obtuvo para suelos cohesivos.

7 BIBLIOGRAFÍA

[1] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - INVIAS, Manual de Drenaje para Carreteras, Bogotá, 2009.

[2] V. T. Chow, Hidráulica de Canales Abiertos, Bogotá, Colombia.

[3] A. Maza Álvarez J, Socavación en cauces naturales, 1970.

[4] A. Monforte Ocampo, Socavación en pilas, México: Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México, 1986.

[5] R. R. A. JUÁREZ BADILLO E, Mecánica de Suelos, Tomo III, Mexico: Limusa, 1980.

[6] J. MAZA-ALVAREZ, Notas del Curso sobre Hidráulica Fluvial, Popayán: Universidad del Cauca, 1989.

[7] H. CHANSON, Hydraulic design of stepped cascades, channels, weired and spillways, Australia, 1994

ANEXOS

ANEXO 1 INFORMACIÓN IDEAM

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01			78.5 3	84.9 3	79.2 3	81.9 3	67.7	56.5 3	70.5	80.8 3	83.1	65.7 3	748.8 3
1984	1	01	65.8 3	60.9 3	70.4 3	62.1 3	66.8 3	63.5 3	72.8 3	82.0 3	70.0 3	68.4 3	71.4 3	77.6 3	831.7 3
1985	1	01	63.4 3	75.3 3	75.9 3	84.6	76.3	83.9	68.1	89.0	92.3	92.8 3	91.3	75.7 3	968.6 3
1986	1	01	65.6 3	67.3 3	51.4 3	73.3	82.1	69.8	85.6	91.8	85.2	77.3	75.5	78.8	903.7 3
1987	1	01	77.6 3	69.0	85.5	66.3 3	85.5	65.4 3	77.8	77.0	104.3	88.5	78.2	67.7 3	942.8 3
1988	1	01	80.9 3	68.9 3	77.5 3	59.9 3	73.2	76.5	79.3	93.7	86.3	77.7	70.4	*	844.3 3
1989	1	01						56.1 3	90.4	89.8	86.9	91.5	77.3	89.8	581.8 3
1990	1	01	91.2	61.1	59.0	65.0	69.9	71.5	92.4	95.5	101.4	93.1 3	76.8 3	65.5 3	942.4 3
1991	1	01	80.9	83.4	84.6 3	65.7	39.8								354.4 3
1992	1	01					*	74.8 3	50.6 3	80.3 3	77.5	77.4	91.2		451.8 3
1993	1	01	*	72.3 3	56.1 3	66.9 3	78.7 3	74.5	73.3	94.0	89.6 3	*	64.1 3	79.7 3	749.2 3
1994	1	01	*	*	68.8	70.5 3	84.1 3	82.6	88.5	79.7	*	86.7 3	81.5	77.4 3	719.8 3
1995	1	01	91.5 3	101.8	78.3	72.4	72.8	65.8	90.2 3	107.1 3		*	83.0	93.0 3	855.9 3
1996	1	01	48.8 3			87.7 3	79.8	81.3	86.0	79.4	105.8	102.9	94.4	78.8 3	844.9 3
1997	1	01	60.9 3	76.9	93.5 3	87.6	76.9 3	70.9	78.4 3	89.3	89.4 3	101.9	79.4	89.3	994.4 3
1998	1	01	89.1	87.0	70.4	75.3 3	81.2 3	70.9	72.5	76.4	100.6	82.3 3	74.1	78.9	958.7 3
1999	1	01	64.3	52.0	74.2	57.5	69.5	61.8	78.2	98.9	64.5	81.4	75.2 3	52.5	830.0 3
2000	1	01	63.5 3	78.2 3	63.2	61.5 3	61.1 3	64.8	77.4	64.6	87.2	88.2	87.3	83.1	880.1 3
2001	1	01	92.1	70.9	76.4	70.2	72.4 3	79.3	74.6	89.4	87.2	128.3	73.3	71.4	985.5 3
2002	1	01	77.6	70.2	78.7	69.2	61.4	73.1	77.1	75.7	89.0	106.3	58.9	88.3	925.5
2003	1	01	89.0	70.6	65.7	70.5	57.2	72.4	79.5	93.9	86.9	86.5	73.8 3	58.0	904.0 3
2004	1	01	85.8 3	84.9	71.1	67.3	67.3 3	52.0	59.8	85.2	75.0 3	68.8 3	60.5	68.7	846.4 3
2005	1	01	68.5	60.2	58.0	61.1	78.9 3	66.2 3	79.8	86.4 3	66.9	66.1 3	76.1	63.1	831.3 3
2006	1	01	51.8 3	61.5	51.0	67.9	81.3	57.6 3	79.4	*	72.1	78.2 3	56.4	70.9	728.1 3

2007	1	01	82.1	83.2 3	68.3 3	62.8	68.9	56.0	83.8	68.4	74.9	71.9 3	66.0	43.2	829.5 3
2008	1	01	50.1 3	46.0 3	57.9 3	56.7 3	57.8 3	64.2 3	62.9	75.3 3	61.5	70.6 3	62.5		665.5 3
2009	1	01				*	74.1 3	59.9 3	61.2 3	63.3 3	67.6 3	75.0 3	86.5	55.3	542.9 3
2010	1	01	*	62.2 3	75.5	71.2 3	65.5 3	64.8	89.7	80.2 3	83.0	71.0	57.1	65.1	785.3 3
2011	1	01	83.5			58.2	81.4	57.9	53.9	80.5	67.6	70.6	93.9	57.0 3	704.5 3
2012	1	01	53.3 3	57.4	66.4	59.0 3	68.3	65.9	76.3	86.7	84.7	81.1	72.5	55.9	827.5 3
2013	1	01	71.0	37.5	61.5	66.7	62.8	58.4	60.8	78.2	78.3	74.4	68.4	69.0	787.0
2014	1	01	80.4	58.6	65.5	78.7	60.7	61.0	65.6	69.1	74.1	69.3	65.5	65.4	813.9
2015	1	01	60.2	57.5	61.5	60.5	65.7	49.9	71.8	72.9	95.9	82.2			678.1 3
MEDIOS			72.7	68.3	69.5	68.7	71.0	67.3	75.2	82.3	82.5	83.0	75.0	70.9	886.3
MAXIMOS			92.1	101.8	93.5	87.7	85.5	83.9	92.4	107.1	105.8	128.3	94.4	93.0	128.3
MINIMOS			48.8	37.5	51.0	56.7	39.8	49.9	50.6	56.5	61.5	66.1	56.4	43.2	37.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						71 3	71 3	73 3	69 3	74 3	79 3	*	73 3
1980	1	01	78 3	78	76	77	73	74	74	68	72	75	77	79	75 3
1981	1	01	75 3	75 3	78	77 3	77	75 3	72	71	69 3	73 3	79 3	77 3	75 3
1982	1	01	79 3	77 3	77 3	77 3	75 3	72 3						78 3	76 3
1983	1	01	75 3	80 1	84 3	84 1	83 1	78 1	77 1	79 1	79 1	77 1	78 3	81 3	80 3
1984	1	01	82 3	79 3	79 3	80 3	80 3	76 1	75 3	74 3	76 3	79 3	82 3	74 3	78 3
1985	1	01	84 3	76 1	77 1	79 3	77 1	74 1	75 3	73 3	74 3	80 3	78 1	83 3	78 3
1986	1	01	76 3	83 3	82 3	78 3	77 3	76 3	74 3	74 3	75 3	80 3	81 1	78 3	78 3
1987	1	01	76 3	75 3	80 1	78 3	78 3	76 1	76 3	72 3	74 3	81 3	79 3	76 3	77 3
1988	1	01	79 3	80 3	77 3	81	78 1	79 3	77 3	73 3					78 3
1989	1	01	81 3	80 3	84 3	75 3	75 1	77 3	74 3	72 3	73 3	76 3	78	80 3	77 3

1990	1	01	76 3	83 3	80 3	80	77 3	78	73 3	72 3	71 3	80 3	80 3	82 3	78	3
1991	1	01	81 3	76 3	85 3	84 3	83 3								82	3
1992	1	01					78 1	75 3	75 3	74 3	75 1	73 1	78 1	80 3	76	3
1993	1	01	78 3	80 1	81 1	80	79 3	78	79 1	76	77 1	79 1	84	80	79	3
1994	1	01	84 3	78 3	81 3	80				75 1	76 3	78 3			79	3
1995	1	01	77 1	73 1	78 3	78	78 3	76	75 3	69 3		76 3	82 3	83 3	77	3
1996	1	01	*					81	74	74 1	71 1	78	77	78 3	76	3
1997	1	01	88	78	79 3	77 1	76	77 1	73	71	72	73 1	80	74 1	77	3
1998	1	01	74	75 1	78	75 3	78	75 1	75 1	73 1	70	77	84 1	81 1	76	3
1999	1	01	84 1	85 1	82 1	79 1	77 1	77 1	75 3	73 1	80 1	78 3	83 3	88 1	80	3
2000	1	01	85 3	82	81	81	80	78	75	75 3	76 3	74 3	78	78 3	79	3
2001	1	01	74 3	78 3	77 1	77 1	77 1	75 1	76 1	73 1	73 1	75 3	79 1	82 3	76	3
2002	1	01	80 3	78 3	78	82 1	80	78 3	77	76 3	73 3	76	80 3	78 3	78	3
2003	1	01	75 3	79 3	82 1	79 1	82 3	79 3	76 3	75 3	75	80 3	81 3	84 3	79	3
2004	1	01	82 3	77 3	78 3	79 1	82 3	81 3	82 3	81 3	77 3	82 3	84 3	83 3	81	3
2005	1	01	84	84 3	85 3	81 3	83 1	81 3	78 1	79 1	79 3	82 3	84 3	87 3	82	3
2006	1	01	85 1	83 3	83 3	83 3	83 3	84 3	83 3	81 3	72 1	79 3	80	82	82	3
2007	1	01	78 3	81 3	80 3	81 3	79 3	78 3	79 3	79 3	78 3	81 3	81	83 3	80	3
2008	1	01	81	85	85 3	84	83 3	81 3	83	83 3	79 3	80	84 3	87 3	83	3
2009	1	01	83	83	82	82	*	*	*	*					83	3
2010	1	01	*	*	*	*	78 3	80 3	72 3	71 3	81 3	89 1	87 3		80	3
2011	1	01	82 3	*	84 1	80 1	76 1	79 1	71 3	76 1	81 1	82 1	84		80	3
2012	1	01	84 3	83 1	79 1	82 3	75 1	73 1	72 1	69 3	70 3	75 3	80 1	86 1	77	3
2013	1	01	84	83	77 1	76	81 1	75 1	76	75 1	73 1	76 1	83 1	79	78	
2014	1	01	78 1	79	81 1	74 1	80	77	75	71 1	72	78 1	82 1	81	77	
2015	1	01	78 1	78 1	80 1	77 1	76 1	77 1	76 1	74	69	74			76	3
MEDIOS			80	80	80	79	79	77	76	74	74	78	81	81	78	
MAXIMOS			88	85	85	84	83	84	83	83	80	82	89	88	89	
MINIMOS			74	73	76	74	73	71	71	68	69	73	77	74	68	

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE NUBOSIDAD (Octas) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD 0109 N TIPO EST AM DEPTO NARI#O FECHA-INSTALACION 1979-MAY

LONGITUD 7716 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO PASTO FECHA-SUSPENSION

ELEVACION 2820 m.s.n.m REGIONAL 07 NARINO-CAUCA CORRIENTE AY BOTANILLA

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01	2	2	2	2	2	6 3	6 3	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3
1980	2	01	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3	6 3	5 3	5 3	6 3
1981	2	01	5 3	6 3	6	6 3	6	6 3	5	6 3	5 3	5 3	2	6 3	6 3
1982	2	01	6	5 3	6 3	6 3	5 3	6 3	2	2	2	2	2	6 3	6 3
1983	2	01	6 3	6 3	6 3	6	6 3	5 3	5 3	6	6	6 3	6 3	7 3	6 3
1984	2	01	6 3	7 3	7 3	7 3	7 3	6	6 3	6 3	6 3	7 3	7 3	6 3	7 3
1986	1	01	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7
1988	2	01						7 3			6 3	6 3	7 3	6 3	6 3
1989	2	01	7 3	6 3	6 3	7 3	7	7 3	7 3	6 3	6 3	6 3	6	6 3	6 3
1990	2	01	7 3	7 3	7 3	7	7 3	7	6 3	6 3	6 3	7 3	6 3	6 3	7 3
1991	2	01	7 3	6 3	6 3										6 3
1992	2	01					6	7 3	6 3	6 3	6	6	6	6 3	6 3
1993	2	01	7 3	7 3	7	7	7 3	7 3	7	7	7 3	7 3	7 3	6 3	7 3
1994	2	01	7 3	7 3	7 3	7	7 3	6 3	7	6	6	7 3	6	7 3	7 3
1995	1	01	6 3	5	7	7 3	6 3	7	6 3	6 3		6 3	6	6 3	6 3
1996	1	01	6		6	7 3	6	7	6	7	7	7 3	7	6 3	7 3
1997	1	01	6	7	7	7	6	6	7	7	7	7	7	7	7
1998	1	01	5	6	5	7	7	7	7	4	5	5	7	7 3	6 3
1999	1	01	7	7 3	7	7	7	7	7 3	6	7	7	7 3	7	7 3
2000	1	01	7 3	6	7 3	4	5	5	7	7 3	7 3	6 3	7	6	6 3
2001	1	01	6 3	7 3	6 3	7	7	7	7	7	6	6 3	6	7 3	7 3
2002	1	01	7 3	7	7	6	7	7 3	7	7 3	6 3	6	7 3	6 3	7 3
2003	1	01	6 3	7 3	7	7	6 3	7 3	7 3	6 3	7 3	7 3	6 3	7 3	7 3
2004	1	01	6 3	6 3	7 3	6	7 3	6	6 3	6 3	5 3	6 3	7	6 3	6 3
2005	1	01	6	7	7 3	7 3	6 3	6 3	6	6 3	6 3	7 3	7	6 3	6 3
2006	1	01	7 3	6	6 3	7 3	6 3	6 3	7 3	6	6	6 3	7 3	7	6 3
2007	1	01	6	6 3	7 3	6 3	7 3	7 3	6	6	6	7 3	7	7	7 3
2008	1	01	7 3	7 3	7 3	7 3	7 3	7 3	6 3	6 3	6 3	7 3	7 3	7 3	7 3
2009	1	01	7 3	7 3	7 3	7 3									7 3
2010	1	01						6 3	5	6 3	5 3	5 3	7 3	7	6 3
2011	1	01	6			7	7	7 3	7	6	6	7	6	7 3	7 3
2012	1	01	7 3	7	7	7 3	7	6	6	6	6	6	6	7	7 3

2013	1	01	6	7	7	6	7 3	7	7	6	6	7	7	7	7 3
2014	1	01	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7
2015	1	01	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6			7 3
MEDIOS			6	6	7	7	7	6	6	6	6	6	7	6	6
MAXIMOS			7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
MINIMOS			5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	4

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE PUNTO DE ROCIO (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01						7.6 3	7.0 3	7.5 3	7.4 3	8.9 3	9.3 3		8.0 3
1980	2	01	9.0 3	9.3 3	8.9	9.3	8.6	8.2	7.5	6.5	7.6	8.3	8.8	8.9	8.4 3
1981	2	01	8.4 3	8.4	9.3	9.3 3	9.2	8.1 3	6.6	7.4	6.7 3	8.4 3	9.7 3	9.1 3	8.4 3
1982	2	01	8.7	9.1	9.5	9.1	9.0							9.3 3	9.1 3
1983	2	01	9.3 3	9.9	10.9 3	10.7	10.6	9.0	8.2	8.3	8.1	8.3	8.8 3	8.6 3	9.2 3
1984	2	01	8.3 3	8.3 3	8.5 3	8.9 3	8.9 3	8.0	7.0 3	7.4 3	7.5 3	8.5 3	8.6 3	8.2 3	8.2 3
1985	2	01	9.1 3	7.0	8.2 3	8.6 3	8.4	7.2	6.5 3	6.7 3	7.5 3	8.9 3	8.2	9.2 3	8.0 3
1986	2	01	8.2 3	8.7 3	8.6 3	9.0 3	8.7 3	8.0 3	6.7 3	7.4 3	7.8 3	9.1 3	9.2	8.9 3	8.4 3
1987	2	01	8.5 3	8.6 3	9.4	9.2 3	9.2 3	8.6	8.8 3	8.2 3	8.1 3	9.8 3	9.4 3	8.6 3	8.9 3
1988	2	01	9.3 3	9.6 3	8.6 3	9.6	9.1	9.0 3	7.4 3	7.1 3					8.7 3
1989	2	01	12.9 3	8.4 3	9.0 3	8.2 3	8.2	8.2 3	6.8 3	6.8 3	7.4 3	8.4 3	8.9	8.5 3	8.5 3
1990	2	01	8.4 3	9.5 3	9.3 3	9.5	8.8 3	8.6	6.8 3	6.8 3	7.2 3	9.4 3	9.2 3	9.3 3	8.6 3
1991	2	01	9.0 3	8.7 3	10.5 3	9.6 3	9.9 3								9.5 3
1992	2	01					9.2	8.0 3	6.7 3	7.2 3	7.5	7.6	8.7	9.3 3	8.0 3
1993	2	01	8.2 3	8.9	8.9	9.4	9.6 3	8.8	8.2	7.7	8.2	8.9	9.8	9.6	8.9 3
1994	2	01			9.2 3	9.4				6.9	7.9 3	8.6 3			8.4 3
1995	1	01	8.4	7.7	8.8 3	9.2	8.8 3	8.5	7.6 3	6.8 3		8.2 3	9.6 3	9.5 3	8.5 3

1996	1	01						9.2	7.0	7.0	7.1	8.9	8.1	8.4 3	8.0 3
1997	1	01	9.7	8.5	9.2 3	8.8	8.8	8.4	6.9	6.7 3	7.3	8.5	9.5	8.7	8.4 3
1998	1	01	8.9	9.6	9.7	10.1 3	9.8	8.5	7.7	7.5	7.4	8.7	9.9	9.0	8.9 3
1999	1	01	9.6	9.4	9.3	9.0	8.4	8.4	7.3 3	6.8	8.4	8.3 3	9.5 3	9.9	8.7 3
2000	1	01	9.2 3	8.8	9.1	9.1	9.1	8.8	7.5	7.4 3	7.8 3	8.0 3	8.6	8.5 3	8.5 3
2001	1	01	7.1 3	8.2 3	8.3	8.3	8.8	7.6	7.8	6.8	7.5	9.0 3	9.2	10.1 3	8.2 3
2002	1	01			9.2	9.7				7.8 3	7.6 3	8.5	9.0 3	9.4 3	8.7 3
2003	1	01	8.6 3	9.4 3	9.5	9.5	10.0 3	8.9 3	7.8 3	8.1 3	8.5	9.5 3	9.7 3	9.8 3	9.1 3
2004	1	01	9.3 3	8.7 3	9.1 3	9.5	9.9 3	8.6 3	8.9 3	8.2 3	8.2 3	9.4 3	9.9 3	9.5 3	9.1 3
2005	1	01	9.7	10.5 3	10.3 3	9.8 3	10.0	9.4 3	8.6	8.3	8.5 3	9.5 3	9.7 3	9.7 3	9.5 3
2006	1	01	9.7	10.3 3	10.1 3	9.9 3	10.0 3	9.7 3	9.0 3	8.9 3	7.7	9.4 3	9.3	9.8	9.5 3
2007	1	01	9.0 3	8.9 3	9.1 3	9.8 3	9.5 3	8.5 3	8.7 3	8.0 3	8.3 3	9.4 3	9.2	9.0 3	9.0 3
2008	1	01	8.7 3	9.2 3	9.3 3	9.3 3	9.4 3	9.6 3	9.1	9.1 3	8.5 3	8.9 3	9.8 3	9.7 3	9.2 3
2009	1	01	9.6 3	9.4	9.5	9.7 3									9.6 3
2010	1	01						9.0 3	8.9 3	7.1 3	7.1 3	9.0 3	10.0	9.8 3	8.7 3
2011	1	01	9.0 3			10.1	9.9	9.1	8.8	7.7 3	8.4	9.5	10.0	10.0	9.3 3
2012	1	01	10.1 3	9.6	9.2	9.8 3	8.8	8.0	7.5	6.5 3	7.1 3	8.5 3	9.9	10.4	8.8 3
2013	1	01	10.5	9.9	9.5	9.1	10.1	8.7	8.0	8.1	8.0	8.8	9.8	9.6	9.2
2014	1	01	9.5	9.6 3	9.9	9.1	9.8	8.8	8.2	7.0	7.8	9.0	10.2	9.8	9.1 3
2015	1	01	8.9	9.4	9.8	9.4	9.2	8.7	8.6	8.1	7.5	8.9			8.9 3
MEDIOS			9.1	9.1	9.3	9.4	9.3	8.6	7.8	7.5	7.7	8.8	9.3	9.3	8.8
MAXIMOS			12.9	10.5	10.9	10.7	10.6	9.7	9.1	9.1	8.5	9.8	10.2	10.4	12.9
MINIMOS			7.1	7.0	8.2	8.2	8.2	7.2	6.5	6.5	6.7	7.6	8.1	8.2	6.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						43.5	56.0	83.4 3	41.6	77.7	78.7	80.2 3	461.1 3

1980	1	01	92.3	117.6	92.1 3	110.5	56.3	61.7	67.1	41.0	68.4	119.5	105.4	81.6	1013.5 3
1981	1	01	40.3	28.6	111.1	75.9	110.2	58.6	79.3	86.3	20.5	43.7	156.0	133.8	944.3
1982	1	01	86.0	90.2	122.1	135.1 3	65.7	39.4	55.4 8	44.7 8	49.5 8	101.5 8	108.7 8	154.4	1052.7 3
1983	1	01	36.1	74.4	89.0 3	126.8	82.4	25.6	25.4 3	20.9	54.0	151.6	50.3	122.3 3	858.8 3
1984	1	01	174.3	89.1 3	74.6	142.1	84.1	26.1	33.2	46.3	69.0	165.3 3	116.9	60.1	1081.1 3
1985	1	01	108.1	46.7	64.9	87.7	113.1	44.9	38.9	37.3	79.3	74.9	57.1	99.3	852.2
1986	1	01	52.1 3	69.3	110.1	76.4	79.8	43.3	42.2	39.1	14.0	175.6	126.0	51.3	879.2 3
1987	1	01	48.9 3	50.0	88.3	168.9	98.8	29.8	41.7	39.5	31.7	144.9	49.6	67.9	860.0 3
1988	1	01	45.4	42.4	37.3	124.5	87.3	79.1	46.7	79.8	58.5	98.5	191.6	100.0	991.1
1989	1	01	108.2	83.0	69.9	42.9	50.5	108.1	47.2	45.5	30.0	67.9	25.5	54.8	733.5
1990	1	01	69.9	91.1	74.3	65.3	71.3	68.0	69.6	28.0	37.1	94.3	79.1	57.7	805.7
1991	1	01	68.8	71.2	84.3	44.8	20.8	39.8 8	31.2 8	20.5 8	25.6 8	77.7 8	85.4 8	75.2 8	645.3
1992	1	01	62.5 8	57.0 8	74.5 8	82.4 8	53.5	21.7	47.4	34.2 3	48.4	24.9	45.3	42.9	594.7 3
1993	1	01	71.1	90.2	129.1	79.5 3	70.2	46.9	56.4	27.2	38.4	59.2 3	137.7	133.9	939.8 3
1994	1	01	64.8	18.8	115.5	159.9	97.6	49.2	32.7	56.0	54.7	66.0	111.4	90.4	917.0
1995	1	01	27.1	37.6	46.6	72.6	92.7	72.7	58.0	29.0	.0	42.4	131.5	84.7	694.9
1996	1	01	82.9	71.8 8	117.3 3	86.6	111.2	64.2	38.1	45.4	25.9	127.0	88.1	77.1	935.6 3
1997	1	01	140.4	61.2	116.2	86.5	57.6	105.6	32.3	16.6	47.7	56.4	84.9	58.2	863.6
1998	1	01	27.0	61.0	82.8	42.2	149.0	64.6	53.9	58.4	29.0	118.4	132.9	76.3	895.5
1999	1	01	130.6	217.3	71.1	102.7	58.1	66.4	44.5	43.7	128.8	95.2	129.1	204.3	1291.8
2000	1	01	122.8	182.8	52.7	143.5	184.5	90.7	47.0	47.1	71.4	50.7	65.6	61.7	1120.5
2001	1	01	77.1	68.5	50.4	69.9	48.4	71.8	53.2	25.1	48.1	26.1	86.3	105.4	730.3
2002	1	01	75.2	50.0	70.4	97.2	78.1	64.6	57.5	30.1	59.9	110.5	116.3	83.1	892.9
2003	1	01	9.8	35.6	103.0	107.8	62.3	56.2	61.2	10.3	74.1	82.8	96.2	68.7 3	768.0 3
2004	1	01	57.0	12.5	82.6	74.3	70.1	75.2	47.0	27.0	37.4 3	127.3 3	111.8 3	40.6	762.8 3
2005	1	01	61.6	104.4	114.0	135.4	82.4	66.3	62.3	27.3	29.6	97.2	77.7	144.0	1002.2
2006	1	01	71.5 3	59.2	155.8	128.9	37.3	76.4	40.2	40.2	23.0	100.5	116.9	81.9	931.8 3
2007	1	01	60.7	39.7	117.7	78.9	45.1	85.7	52.7	56.0	24.1	170.5	176.8	137.3 3	1045.2 3
2008	1	01	122.5	99.5	148.5	108.8	159.7	48.5	34.2	53.1	48.5	160.1	121.5	137.4	1242.3
2009	1	01	134.6	101.3	137.1	75.0 3	45.0	46.3	49.0	33.4	45.6	78.0	104.0	61.6 3	910.9 3
2010	1	01	*	96.2	55.6	169.0	114.4	57.5	78.8	17.2	40.7 3	129.3	211.7	107.7	1078.1 3
2011	1	01	117.6			130.4	135.1	72.3	104.4	37.1	43.6	104.1	98.8	201.2 3	1044.6 3
2012	1	01	175.1	95.2	110.1	122.0	49.3	33.7	29.1	39.4	20.2	73.3	91.7	59.2	898.3
2013	1	01	39.0	131.9	75.6	87.1	121.9	34.8	105.6	63.5	30.8	77.9	101.2	76.3	945.6
2014	1	01	93.4	32.8	96.5	65.9	170.0	103.3	60.7	32.0	32.2	99.8	162.8	128.5	1077.9
2015	1	01	85.0	47.1	111.0	49.1	63.8	81.7	83.6	48.6	10.7	51.1			631.7 3

MEDIOS	81.1	75.0	92.9	98.8	85.5	60.1	53.1	40.8	43.0	95.2	106.4	94.5	926.4
MAXIMOS	175.1	217.3	155.8	169.0	184.5	108.1	105.6	86.3	128.8	175.6	211.7	204.3	217.3
MINIMOS	9.8	12.5	37.3	42.2	20.8	21.7	25.4	10.3	0.0	24.9	25.5	40.6	0.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						21	17	23 3	18	20	25	16 3	140 3
1980	1	01	22	17	23	23	22	24	24	19	20	23	19	22	258
1981	1	01	13	12	23	24	22	20	16	20	16	16	24	23	229
1982	1	01	21	18	30	25 3	19	17						29	159 3
1983	1	01	16	17	20 3	20	26	22	19 3	24	27	23	24	24	262 3
1984	1	01	25	20	22	23	22	25	23	14	21	26	24	18	263
1985	1	01	22	13	17	16	21	17	21	19	19	15	13	21	214
1986	1	01	16 3	16	25	17	19	24	17	15	16	27	18	22	232 3
1987	1	01	18 3	18	16	21	22	15	18	19	12	24	14	17	214 3
1988	1	01	14	17	16	24	21	21	20	19	20	21	26	19	238
1989	1	01	18	17	16	18	20	26	17	17	16	18	21	16	220
1990	1	01	17	18	18	21	23	20	13	15	11	17	15	18	206
1991	1	01	14	15	23	15	8								75 3
1992	1	01					19	16	24	13 3	17	10	12	17	128 3
1993	1	01	16	15	24	15 3	16	17	20	15	14	14 3	24	19	209 3
1994	1	01	10	7	17	19	18	19	17	19	17	16	21	20	200
1995	1	01	13	6	18	18	22	22	20	12	0	12	21	21	185
1996	1	01	14		29 3	19	25	18	16	17	14	18	14	16	200 3
1997	1	01	25	20	17	19	23	20	16	17	11	9	18	13	208
1998	1	01	10	8	18	16	21	21	20	19	12	18	23	17	203
1999	1	01	25	27	22	22	21	24	20	10	28	16	18	25	258

2000	1	01	23	22	19	25	27	24	19	26	21	13	17	15	251
2001	1	01	15	14	16	17	20	20	23	13	16	4	18	22	198
2002	1	01	24	11	13	16	21	15	19	16	13	17	19	16	200
2003	1	01	9	17	20	20	21	19	20	10	13	21	20	22 3	212 3
2004	1	01	16	12	16	18	25	23	22	14	12 3	17 3	22 3	15	212 3
2005	1	01	19	19	21	25	23	25	23	14	14	23	14	21	241
2006	1	01	25 3	15	16	19	12	12	14	11	12	21	24	21	202 3
2007	1	01	9	9	22	23	23	23	17	23	16	24	24	23 3	236 3
2008	1	01	22	24	22	19	24	19	19	20	22	26	22	26	265
2009	1	01	24	23	21	24 3	16	24	22	18	13	16	14	17 3	232 3
2010	1	01	*	20	21	26	20	16	17	10	15 3	22	27	28	222 3
2011	1	01	15			29	20	20	24	15	22	24	17	25 3	211 3
2012	1	01	22	27	24	26	22	21	20	13	8	19	20	20	242
2013	1	01	13	25	17	17	29	18	27	21	18	21	24	22	252
2014	1	01	19	16	22	24	25	26	20	18	19	19	23	24	255
2015	1	01	20	19	25	25	24	27	28	20	12	14			214 3
MEDIOS			18	17	20	21	21	21	20	17	16	18	20	20	228
MAXIMOS			25	27	30	29	29	27	28	26	28	27	27	29	30.0
MINIMOS			9	6	13	15	8	12	13	10	0	4	12	13	0.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	1	01						15.0	8.9	22.1 3	10.6	18.0	10.3	17.7 3	22.1 3
1980	1	01	15.7	23.1	23.0 3	18.4	18.8	12.0 1	13.8	8.8	14.4	29.4	16.2	22.3	29.4 3
1981	1	01	8.2	6.4	34.4 1	12.0 1	23.7	20.7	17.6	26.3	5.1	8.6	28.0	40.6	40.6
1982	1	01	9.3	21.2	25.4	22.0 3	17.0	14.3						27.1	27.1 3
1983	1	01	8.9	19.5	17.1 3	24.7	13.6	5.6	4.6 3	2.8	9.3	29.2	12.4	17.1 3	29.2 3

1984	1	01	21.8	15.2 3	21.2	23.3	13.4	5.5	7.0	23.3	17.9	22.8 3	16.2	36.6	36.6 3
1985	1	01	12.2	17.5 1	33.1 1	28.8 1	18.8 1	6.5 1	5.5	10.0	25.4	26.8 1	15.1	15.6 1	33.1
1986	1	01	20.3 3	13.8	27.5	18.5	12.1	9.9 1	5.9	9.6 1	4.4 1	23.0	20.1 1	7.9	27.5 3
1987	1	01	16.2 3	17.0	18.6	51.6	26.1	9.5	8.4 1	10.0	16.7	33.3 1	16.5	13.8	51.6 3
1988	1	01	10.0	8.2 1	9.0	30.0	26.2	16.9 1	15.2 1	20.2 1	13.8 1	30.0	39.4 1	20.5	39.4
1989	1	01	18.3	17.1 1	11.2 1	6.8 1	15.0	12.7	7.5	9.4 1	8.8 1	15.7 1	6.6	9.7	18.3
1990	1	01	22.6 1	19.0	27.3	13.2 1	13.8	23.0	24.5		13.5	24.5	15.8	12.5	27.3 3
1991	1	01	13.0	*	13.2	10.9	12.0								13.2 3
1992	1	01					13.8	6.3		11.3 3	12.8	15.0		12.2	15.0 3
1993	1	01	17.8	37.8	23.5	23.5 3	10.0		11.0	13.5	15.4	15.6 3	17.8	40.0	40.0 3
1994	1	01	16.8	6.0	30.0	30.7	38.4	10.4	5.3	8.0	25.4	18.4	28.7	20.0	38.4
1995	1	01	8.0	13.6	15.7	21.8	28.5	12.4	13.4	8.8	.0	9.7	27.0		28.5 3
1996	1	01	22.0		21.3 3	26.0	18.3	23.0	14.5	18.3	7.4	24.9	33.4	13.1	33.4 3
1997	1	01	26.0	8.8	31.4	26.0	12.0 1	26.2 1	8.1	2.7	25.3	21.2	29.0	22.3	31.4
1998	1	01	12.8	45.7 1	36.0	8.8 1	32.4	14.6	8.4	14.3	13.6	24.2	35.4	12.3	45.7
1999	1	01	21.2	33.8	17.7	16.1	10.6	9.9	11.1	14.7	21.7	32.0	19.7	28.4	33.8
2000	1	01	20.6	31.5	16.4	31.7 1	33.3	21.3	9.4	15.3 1	13.4	18.1	11.9	24.0 1	33.3
2001	1	01	12.8	22.0	13.0	15.2 1	12.4	15.2	16.9	5.6	20.2	14.6	21.6	22.7	22.7
2002	1	01	9.2	21.8	18.0	46.5	17.4	14.6	13.1	8.0	41.7	29.9	23.2	22.8	46.5
2003	1	01	4.4	13.5	23.4	35.6	15.6	12.9	14.8	4.5	35.0	24.0	18.4	12.3 3	35.6 3
2004	1	01	20.7	3.0	17.0	27.6	14.2	9.9	8.4	7.2	12.8 3	28.5 3	31.2 3	9.5	31.2 3
2005	1	01	15.6	27.2	28.9	22.9	26.0	14.7	13.6	12.5	6.7	13.8	31.1	17.1	31.1
2006	1	01	8.4 3	32.4	31.1	40.5	10.1	24.2	8.8	9.1	6.5	26.0	23.2	14.2	40.5 3
2007	1	01	29.6	18.8	36.1	14.1	6.2	12.0	17.4	10.4	4.5	28.7	21.8	21.7 3	36.1 3
2008	1	01	23.7	14.2	30.1	27.7	34.9	12.2	6.4	12.2	14.9	41.2	24.9	21.7	41.2
2009	1	01	24.2	21.1	38.5	22.1 3	15.2	13.3	11.1	6.2	23.6	14.0	29.3	8.6 3	38.5 3
2010	1	01	*	22.5	14.9	25.5	28.7	20.5	22.0	10.2	15.0 3	25.5	29.0	15.4	29.0 3
2011	1	01	24.0			21.5	22.5	23.7	18.0	9.4	7.7	14.2	23.9	33.8 3	33.8 3
2012	1	01	33.2	17.9	26.7	24.5	7.0	5.2	4.5	11.7	6.2	16.7	26.6	13.2	33.2
2013	1	01	9.0	40.0	28.5	30.4	19.2	11.8	18.8	15.6	6.1	13.0	26.8	20.0	40.0
2014	1	01	21.4	14.3	14.6	12.6	38.0	27.9	11.6	9.7	8.1	22.0	34.0	23.4	38.0
2015	1	01	28.2	17.0	22.5	8.1	16.4	10.4	16.1	7.2	3.1	17.8			28.2 3
MEDIOS			17.2	20.0	23.4	23.4	19.2	14.4	11.8	11.4	13.9	22.0	23.2	19.7	18.3
MAXIMOS			33.2	45.7	38.5	51.6	38.4	27.9	24.5	26.3	41.7	41.2	39.4	40.6	51.6
MINIMOS			4.4	3.0	9.0	6.8	6.2	5.2	4.5	2.7	0.0	8.6	6.6	7.9	0.0

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01					13.1 8	12.5 3	11.9 3	12.1 3	12.9 3	13.1 3	12.8 3	12.9 8	12.7 3
1980	1	01	12.8 3	13.1	13.0	13.2	13.1	12.6	11.9	12.1	12.5	12.6	12.6	12.4	12.7 3
1981	1	01	12.6	12.8	13.0	13.1	13.0	12.4	11.3	12.3	12.0 3	13.0 3	13.3 3	13.1 3	12.7 3
1982	2	01	12.5 3	13.1 3	12.8 3	13.1 3	13.4 3	12.6 3	12.0 8	12.4 8	12.8 8	13.2 8	13.2 8	13.1 3	12.9 3
1983	1	01	13.6 3	13.3	13.4	13.3	13.3	12.5	11.9	11.8	11.6	12.0	12.4 3	11.7	12.6 3
1984	1	01	11.3 3	11.7 3	12.1 3	12.2 3	12.2 3	11.9	11.2 3	11.6 3	11.5 3	11.9 3	11.6 3	12.6 3	11.8 3
1985	1	01	11.6 3	11.2	12.0	12.3	12.3	11.7	10.7 3	11.3 3	11.8 3	12.2 3	12.0	12.0 3	11.8 3
1986	1	01	12.2 3	11.6 3	11.5 3	12.7 3	12.5 3	12.0 3	11.0 3	11.6 3	12.0 3	12.3 3	12.2	12.5 3	12.0 3
1987	1	01	12.7 3	12.8 3	12.7	12.8 3	12.9 3	12.6	12.5 3	12.1 3	12.4	12.7 3	12.5	12.2 3	12.6 3
1988	2	01	12.9 3	13.2 3	12.7 3	12.9	13.0	12.2 3	11.4 3	11.8 3	12.2 8	12.6 8	12.5 8	12.4 8	12.5 3
1989	1	01	12.6 3	12.0 3	11.7 3	12.7 3	12.7	12.1 3	11.4 3	11.8 3	12.2 3	12.6 3	12.7	12.2 3	12.2 3
1990	1	01	12.8 3	12.6 3	12.6 3	12.8	12.6 3	12.3	11.5 3	11.5 3	12.1 3	12.7 3	12.5 3	12.1 3	12.3 3
1991	2	01	12.2 3	12.6 3	13.0 3	12.3 3	12.8 3	12.2 8	11.5 8	11.8 8	12.2 8	12.6 8	12.5 8	12.5 8	12.4 3
1992	2	01	12.2 8	12.5 8	12.4 8	12.8 8	12.8	12.2 3	10.9 3	11.7 3	11.9	12.2	12.4	12.6 3	12.2 3
1993	1	01	12.2 3	12.2	12.0	12.8	13.0 3	12.4	11.6	11.6	12.1	12.2	12.2	12.9	12.3 3
1994	2	01	12.2 3	13.0 3	12.3 3	12.6	12.5 8	12.0 8	11.3 8	11.1	12.0 3	12.4 3	12.4 8	12.4 8	12.2 3
1995	2	01	12.4	12.6	12.6	13.0	12.4 3	12.5	11.9	12.3	12.3 8	12.3 3	12.5	12.2 3	12.4 3
1996	2	01	12.1 8	12.4 8	12.4 8	12.7 8	12.6 8	12.1	11.5	11.4	12.1	12.5	12.0	12.0 3	12.2 3
1997	1	01	11.7	12.2	12.7 3	12.7	12.9	12.3	11.4	11.6 3	12.3	13.1	13.0	13.1	12.4 3
1998	1	01	13.4	14.0	13.5	14.4 3	13.5	12.6	11.9	12.1	12.6	12.6	12.5	12.0	12.9 3
1999	1	01	12.1	11.9	12.2	12.5	12.2	12.2	11.5 3	11.3	11.7	12.0 3	12.3 3	11.8	12.0 3
2000	1	01	11.5 3	11.7	12.2	12.3	12.4	12.3	11.7	11.5 3	11.9 3	12.5 3	12.3	12.1 3	12.0 3
2001	1	01	11.7 3	11.9 3	12.3	12.3	12.7	11.9	11.8	11.3	12.0	13.2 3	12.7	13.0 3	12.2 3
2002	1	01	12.5 3	12.8	12.9	12.5	12.7	11.8 3	12.2	11.7 3	12.4 3	12.5	12.3 3	13.1 3	12.5 3
2003	1	01	12.9 3	13.1 3	12.5	13.0	13.0 3	12.4 3	11.7 3	12.2 3	12.6	12.8 3	12.8 3	12.3 3	12.6 3

2004	1	01	12.5 3	12.8 3	12.8 3	12.9	12.9 3	11.6 3	11.6	11.3	12.0 3	12.4 3	12.5 3	12.3 3	12.3 3
2005	1	01	12.3	13.1	12.7 3	13.0	12.9	12.5	12.1	11.8	12.0 3	12.6	12.3	11.8	12.4 3
2006	1	01	12.1	13.1	12.9	12.7	12.9	12.1 3	11.6	11.8	12.5	12.8	12.4	12.7	12.5 3
2007	1	01	12.6	12.1	12.5 3	12.8 3	13.0	12.0	11.9 3	11.3	11.7	12.4 3	12.3	11.6	12.2 3
2008	1	01	11.7 3	11.3 3	11.5 3	11.9 3	12.1 3	12.4 3	11.7	11.7	11.9 3	12.2 3	12.4 3	11.6	11.9 3
2009	1	01	12.3 3	12.3	12.5	12.6 3	*	*	*	*	12.1 8	12.5 8	12.4 8	12.2 8	12.4 3
2010	1	01		*	*	*	*	12.6 3	12.2 3	12.0 3	12.3 3	12.1 3	11.7	11.8 3	12.1 3
2011	1	01	12.1 3		*	12.7	13.3	13.2	12.2	12.7 3	12.5	12.5	13.0	12.7	12.7 3
2012	1	01	12.7 3	12.4	12.8	12.8	13.1	12.6	12.4	12.1	12.4 3	12.9 3	13.3	12.7	12.7 3
2013	1	01	13.3	12.8	13.6	13.4	13.4	13.0	11.9	12.5	12.9	13.3	12.8	13.3	13.0
2014	1	01	13.4	13.3 3	13.2	13.7	13.4	12.9	12.6	12.2	12.9	12.9	13.3	13.2	13.1 3
2015	1	01	12.7	13.3	13.4	13.4	13.5	12.7	12.9	12.8	13.4	13.7			13.2 3
MEDIOS			12.4	12.6	12.6	12.8	12.9	12.3	11.7	11.8	12.2	12.6	12.5	12.4	12.4
MAXIMOS			13.6	14.0	13.6	14.4	13.5	13.2	12.9	12.8	13.4	13.7	13.3	13.3	14.4
MINIMOS			11.3	11.2	11.5	11.9	12.1	11.6	10.7	11.1	11.5	11.9	11.6	11.6	10.7

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01											19.6 3	18.4 3	19.6 3
1984	1	01	18.0 3	18.6 3	19.4	18.0	19.2 3	17.8 3	17.4 3	18.8 3	18.2 3	18.2	18.2 3	19.6 3	19.6 3
1985	1	01	19.0 3	18.0	19.8	19.2	19.0	17.2	17.8 3	18.6 3	19.8	19.6 3	19.6	18.4 3	19.8 3
1986	1	01	19.2 3	18.6	17.7 3	19.2	19.8 3	19.0	16.0 3	18.6 3	18.4	19.6 3	19.4 3	19.2 3	19.8 3
1987	1	01	19.4 3	20.4	20.4	20.2	18.6	20.0 3	18.8 3	18.4	20.0	20.8	20.2	18.1 3	20.8 3
1988	1	01	20.6	20.0	20.6	19.8	19.8	19.0 3	17.6	18.8					20.6 3
1989	1	01	19.2 3	17.4 3	19.4 3	18.8 3	19.2 3	17.8 3	18.8	18.6 3	19.4 3	19.0 3	19.8 3	19.6 3	19.8 3
1990	1	01	19.6 3	20.0 3	20.2 3	19.0 3	18.2 3	17.4	18.8 3	19.6 3	18.5 3	19.5 3	19.4 3	18.4 3	20.2 3
1991	1	01	19.0 3	20.2	22.2 3	19.0 3	19.6 3								22.2 3

1992	1	01					19.3	17.8 3	17.8 3	18.2 3	19.8	19.8	20.0	19.8 3	20.0 3
1993	1	01	19.2 3	19.3	19.2	18.5	19.9 3	17.8	17.9	18.0 3	19.8	18.8	19.5	19.8	19.9 3
1994	1	01	*	20.2 3	19.4 3	18.4 3				19.2	20.4	20.1 3			20.4 3
1995	1	01	19.8	20.4 3	20.4	20.0	20.8 3	20.2	18.3	20.4			20.3 3	19.8 3	20.8 3
1996	1	01	19.2 3					19.0	20.2	18.2	20.2	20.2	20.2	19.4 3	20.2 3
1997	1	01	19.0 3	19.2	20.2	20.4	19.2	18.6	18.0	18.4	20.0	20.8	20.2	20.6	20.8 3
1998	1	01	20.4	21.6	20.6	22.4 3	20.4	18.2	17.8	20.4	20.4	20.4	19.2	20.0	22.4 3
1999	1	01	19.4	19.0	19.0	18.4 3	18.4	18.6	16.2	18.2	18.6	18.8	20.4	18.8	20.4 3
2000	1	01	19.6 3	18.6	18.6	18.0	19.6	19.0	18.0	17.2 3	19.8	21.8	18.6	19.8 3	21.8 3
2001	1	01	18.6	19.8	20.4	19.8	20.6	17.8	18.4 3	17.8	20.4	21.4	19.2	19.8	21.4 3
2002	1	01	19.6	20.4	20.2	19.6 3	19.2 3	18.2 3	20.0	18.6	20.2 3	20.4	18.8	21.0	21.0 3
2003	1	01	21.2 3	21.8	20.2	20.6	19.6 3	20.2	18.0	19.0	20.2	20.2	20.0	20.2	21.8 3
2004	1	01	20.8	21.6	20.0	21.2	19.8 3	19.8 3	18.0 3	17.6 3	18.8 3	20.2 3	19.4	20.0 3	21.6 3
2005	1	01	19.8 3	20.4 3	20.4	19.8 3	19.2	18.8	18.8	19.6	19.2 3	20.8	20.2	18.8 3	20.8 3
2006	1	01	19.4	20.8 3	19.8	20.0	19.4	20.4	18.4	19.0	20.4 3	20.6	20.4	20.4 3	20.8 3
2007	1	01	19.6	21.2 3	22.6	20.0 3	20.0	19.2	18.8 3	19.2	19.4 3	21.0 3	20.0 3	18.8	22.6 3
2008	1	01	18.6 3	18.0 3	19.4	19.8	18.4 3	20.0 3	20.0	19.8 3	20.2	20.0 3	19.6 3	18.8	20.2 3
2009	1	01	19.8 3	20.2 3	20.0 3	20.4 3	21.4 3	20.2 3	19.2 3	21.2 3					21.4 3
2010	1	01						*							
2011	1	01			19.6 3	20.2 3	20.4	20.2 3	18.8	19.8 3	20.8	20.2	21.6 3	21.6	21.6 3
2012	1	01	20.4	19.6	21.2	20.4	19.6	20.4	20.4	21.4 3	21.2	22.2	22.0	21.6	22.2 3
2013	1	01	21.2	21.8	21.0	22.4	21.0	19.8	18.6	20.6	21.2	22.2	20.0	20.2	22.4
2014	1	01	20.8	21.4	22.0	21.0	21.2	20.2	19.0	18.4	22.0	20.6	21.8	21.2 3	22.0 3
2015	1	01	19.8	20.8	21.0	20.6	21.6	18.6	19.4	18.8	21.4	22.4			22.4 3
MEDIOS			19.7	20.0	20.2	19.8	19.7	19.0	18.5	19.0	20.0	20.4	19.9	19.7	19.6
MAXIMOS			21.2	21.8	22.6	22.4	21.6	20.4	20.4	21.4	22.0	22.4	22.0	21.6	22.6
MINIMOS			18.0	17.4	17.7	18.0	18.2	17.2	16.0	17.2	18.2	18.2	18.2	18.1	16.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MINIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01											7.2 3	6.0 3	6.0 3
1984	1	01	5.2	7.8 3	6.3 3	7.2 3	6.4 3	7.0	5.2 3	4.8 3	5.6 3	6.6 3	4.8	6.8	4.8 3
1985	1	01	5.6 3	4.0	3.8	6.3	5.4	7.8	4.2	5.1 3	5.4	6.0 3	1.8 3	5.6 3	1.8 3
1986	1	01	7.2	6.4	6.2 3	5.6 3	3.2 3	5.4	6.6 3		4.6 3	6.2	4.6	5.6	3.2 3
1987	1	01		6.4	6.8	7.2	8.0 3	8.0 3	6.9 3	7.0 3	6.3 3	6.4	4.6 3	6.2 3	4.6 3
1988	1	01	6.2 3	6.7	5.6 3	7.6 3	8.4 3	6.8 3	6.0 3	4.8					4.8 3
1989	1	01	6.4 3	6.5 3	5.4 3	6.7 3	7.0 3	6.1	5.4	5.4 3	4.7	5.4	6.0 3	4.0	4.0 3
1990	1	01	7.2	6.8 3	6.6 3	6.4 3	8.2 3	9.0 3	4.2 3	5.0 3	6.0	6.3 3	6.6	6.4	4.2 3
1991	1	01	6.6 3	5.6 3	7.0 3	6.0	7.8 3								5.6 3
1992	1	01					7.8	6.8 3	5.7 3	6.4 3	5.4	5.8	3.4	5.8 3	3.4 3
1993	1	01	5.2 3	5.0	5.5 3	8.4 3	5.3 3	7.8	5.8	6.0 3	6.5	6.7	6.4	7.2	5.0 3
1994	1	01	5.8 3	*	7.0 3	6.6				5.2	5.2	5.8 3			5.2 3
1995	1	01	6.0 3	4.7	4.8	7.4 3	7.0 3	5.9	5.0	5.4			6.0 3	6.2 3	4.7 3
1996	1	01	*					5.6	3.1	6.2	3.6	5.0 3	2.0	6.2 3	2.0 3
1997	1	01	5.1	5.5	6.8 3	6.6	8.2	5.8	6.6 3	5.4 3	5.6	6.6	7.6	7.4	5.1 3
1998	1	01	7.8	8.2	7.6 3	8.4	8.6	8.4	6.0 3	6.2	5.2	6.2	7.2	6.2	5.2 3
1999	1	01	6.8	8.0	6.0	8.8 3	7.4	6.2	6.0	4.2	5.2	4.6	5.0	6.2	4.2 3
2000	1	01	6.2	5.0	6.6	7.6	7.6	7.2	5.0	7.0 3	5.6 3	6.2 3	5.0	5.2	5.0 3
2001	1	01	4.4	4.6	6.4	6.6	6.4 3	5.2	4.8	6.6 3	5.0	5.6	5.6	7.2	4.4 3
2002	1	01	5.8	6.2	7.2	6.6	7.6	7.0	7.2	6.6 3	5.6	5.4	6.4	7.2	5.4 3
2003	1	01	4.8	6.4	5.8	7.8	8.6	6.4	6.6	6.0	6.0	7.0	6.0	5.0 3	4.8 3
2004	1	01	3.6 3	5.0	7.2	6.4	5.4 3	7.0	6.4 3	5.0	5.4 3	6.2 3	6.6	3.4 3	3.4 3
2005	1	01	4.8 3	6.2	5.8	7.8	5.6	7.0	5.4	5.0	7.2	6.0	4.0	6.2	4.0 3
2006	1	01	6.0	5.2	6.4	7.2 3	6.8 3	6.8 3	5.6 3	7.4	5.0 3	6.8 3	6.6	6.8	5.0 3
2007	1	01	6.8	2.4 3	6.2	6.8	6.4	7.8 3	5.0	5.2 3	6.8	6.2	6.0 3	4.8 3	2.4 3
2008	1	01	6.8 3	6.4	6.2 3	7.0 3	6.8 3	5.6	5.0	4.8	5.0	6.0 3	5.6	5.6	4.8 3
2009	1	01	6.4	6.0	6.2 3	6.8 3	6.6	5.8	6.2 3	5.8 3					5.8 3
2010	1	01						6.2 3	5.0 3	4.2	4.2 3	4.6	5.0	5.6	4.2 3
2011	1	01	5.4 3		7.4 3	6.2	6.2	5.4	5.4	5.0	5.0	5.4	4.8	5.8	4.8 3
2012	1	01	6.2	5.6	6.6	6.8	6.4	5.4	5.2	3.8 3	4.0 3	5.0	5.4	5.6	3.8 3
2013	1	01	6.2 3	7.2 3	7.4	3.0	7.6	5.4	5.2	5.6	3.6	4.6	6.0	6.6	3.0 3
2014	1	01	5.6	6.2	5.4	7.6	6.0	7.6	5.8	4.2	5.2	5.4	6.0	6.4	4.2
2015	1	01	6.8 3	5.2	5.0	7.8	6.6	7.6	6.4	6.0	5.6	5.6			5.0 3

MEDIOS	6.0	5.9	6.2	6.9	6.9	6.7	5.6	5.5	5.3	5.8	5.4	6.0	6.0
MAXIMOS	7.8	8.2	7.6	8.8	8.6	9.0	7.2	7.4	7.2	7.0	7.6	7.4	9.0
MINIMOS	3.6	2.4	3.8	3.0	3.2	5.2	3.1	3.8	3.6	4.6	1.8	3.4	1.8

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TENSION DE VAPOR (Mb) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055040 BOTANA

LATITUD	0109 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-MAY
LONGITUD	7716 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2820 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	AY BOTANILLA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01						10.5 3	10.0 3	10.4 3	10.3 3	11.4 3	11.8 3		10.7 3
1980	2	01	11.5 3	11.8 3	11.4	11.8	11.2	10.9	10.4	9.7	10.5	11.0	11.4	11.4	11.1 3
1981	2	01	11.1 3	11.1	11.7	11.7 3	11.7	10.9 3	9.8	10.3	9.9 3	11.1 3	12.1 3	11.6 3	11.1 3
1982	2	01	11.4	11.6	11.9	11.6	11.5							11.7 3	11.6 3
1983	2	01	11.8 3	12.3	13.1 3	12.9	12.8	11.5	10.9	11.0	10.8	11.0	11.3 3	11.2 3	11.7 3
1984	2	01	11.0 3	10.9 3	11.1 3	11.5 3	11.4 3	10.7	10.0 3	10.3 3	10.4 3	11.2 3	11.2 3	10.9 3	10.9 3
1985	2	01	11.6 3	10.1	10.9 3	11.2 3	11.1	10.2	9.7 3	9.8 3	10.4 3	11.5 3	11.0	11.7 3	10.8 3
1986	2	01	10.9 3	11.3 3	11.2 3	11.5 3	11.3 3	10.7 3	9.9 3	10.3 3	10.6 3	11.6 3	11.7	11.5 3	11.0 3
1987	2	01	11.1 3	11.2 3	11.9	11.6 3	11.7 3	11.2	11.4 3	10.8 3	10.8 3	12.1 3	11.8 3	11.2 3	11.4 3
1988	2	01	11.8 3	12.0 3	11.2 3	11.9	11.6	11.0 3	10.3 3	10.1 3					11.2 3
1989	2	01	10.6 3	11.1 3	11.5 3	10.9 3	10.9	10.9 3	10.0 3	9.9 3	10.3 3	11.1 3	11.5	11.2 3	10.8 3
1990	2	01	11.1 3	11.9 3	11.7 3	11.9	11.3 3	11.2	10.0 3	9.9 3	10.2 3	11.8 3	11.7 3	11.7 3	11.2 3
1991	2	01	11.5 3	11.2 3	12.8 3	12.0 3	12.3 3								12.0 3
1992	2	01					11.6	10.8 3	9.8 3	10.2 3	10.4	10.4	11.3	11.7 3	10.8 3
1993	2	01	11.0 3	11.5	11.4	11.9	12.0 3	11.4	10.9	10.5	10.9	11.4	12.1	12.0	11.4 3
1994	2	01			11.6 3	11.8				10.0	10.7 3	11.2 3			11.1 3
1995	1	01	11.1	10.6	11.4 3	11.7	11.3 3	11.1	10.4 3	9.9 3		10.9 3	12.1 3	12.0 3	11.1 3
1996	1	01						11.7	10.1	10.1	10.1	11.5	10.9	11.1 3	10.8 3
1997	1	01	12.1	11.1	11.7 3	11.4	11.3	11.0	10.0	9.9 3	10.3	11.2	11.9	11.3	11.1 3
1998	1	01	11.4	12.0	12.1	12.4 3	12.2	11.1	10.5	10.4	10.3	11.3	12.2	11.5	11.5 3
1999	1	01	12.0	11.9	11.7	11.5	11.1	11.0	10.3 3	9.9	11.1	11.0 3	11.9 3	12.3	11.3 3

2000	1	01	11.7 3	11.4	11.6	11.6	11.6	11.3	10.4	10.3 3	10.6 3	10.8 3	11.2	11.2 3	11.1 3
2001	1	01	10.2 3	10.9 3	11.0	11.0	11.3	10.5	10.6	9.9	10.4	11.5 3	11.7	12.4 3	11.0 3
2002	1	01			11.7	12.0				10.6 3	10.5 3	11.2	11.5 3	11.9 3	11.3 3
2003	1	01	11.2 3	11.9 3	11.9	11.9	12.3 3	11.4 3	10.6 3	10.8 3	11.1	11.9 3	12.1 3	12.1 3	11.6 3
2004	1	01	11.8 3	11.3 3	11.6 3	11.9	12.3 3	11.2 3	11.5 3	10.9 3	10.9 3	11.9 3	12.2 3	11.9 3	11.6 3
2005	1	01	12.1	12.7 3	12.6 3	12.1 3	12.3	11.9 3	11.3	11.0	11.2 3	12.0 3	12.1 3	12.1 3	12.0 3
2006	1	01	12.1	12.5 3	12.4 3	12.3 3	12.4 3	12.1 3	11.5 3	11.5 3	10.6	11.9 3	11.8	12.2	11.9 3
2007	1	01	11.5 3	11.5 3	11.6 3	12.2 3	12.0 3	11.1 3	11.3 3	10.8 3	11.0 3	11.9 3	11.7	11.5 3	11.5 3
2008	1	01	11.3 3	11.6 3	11.7 3	11.8 3	11.9 3	12.0 3	11.6	11.6 3	11.1 3	11.5 3	12.2 3	12.1 3	11.7 3
2009	1	01	12.0 3	11.9	11.9	12.1 3									12.0 3
2010	1	01						11.5 3	11.5 3	10.2 3	10.2 3	11.5 3	12.3	12.1 3	11.3 3
2011	1	01	11.6 3			12.4	12.3	11.6	11.3	10.6 3	11.1	12.0	12.4	12.3	11.8 3
2012	1	01	12.4 3	12.0	11.6	12.2 3	11.3	10.8	10.4	9.8 3	10.1 3	11.2 3	12.3	12.7	11.4 3
2013	1	01	12.8	12.2	11.9	11.7	12.4	11.3	10.8	10.9	10.8	11.4	12.2	12.0	11.7
2014	1	01	11.9	12.0 3	12.2	11.6	12.2	11.4	10.9	10.1	10.6	11.5	12.4	12.1	11.6 3
2015	1	01	11.5	11.9	12.1	11.8	11.6	11.3	11.2	10.9	10.5	11.5			11.4 3
MEDIOS			11.5	11.6	11.8	11.8	11.7	11.2	10.6	10.4	10.6	11.4	11.8	11.8	11.3
MAXIMOS			12.8	12.7	13.1	12.9	12.8	12.1	11.6	11.6	11.2	12.1	12.4	12.7	13.1
MINIMOS			10.2	10.1	10.9	10.9	10.9	10.2	9.7	9.7	9.9	10.4	10.9	10.9	9.7

****

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	55.0	25.0	50.0	147.0	127.0	51.0	31.0	18.0	8.0	105.0	59.0	76.0	752.0
1958	3	02	*	64.0	42.0	130.0	150.0	42.0	3.0	66.0	2.0	126.0	245.0	187.0	1057.0 3
1959	3	02	93.0	11.0	25.0	21.0	130.0	40.0	26.0	24.0	7.0	130.0	92.0	196.0	795.0
1960	3	02	218.0	159.0	16.0	54.0	116.0	12.0	21.0	15.0	17.0	249.0	183.0	215.0	1275.0
1961	3	02	57.0	93.0	138.0	210.0	14.0	55.0	95.0	6.0	84.0	208.0	386.0	83.0	1429.0
1962	3	02	196.0	81.0	259.0	153.0	188.0	24.0	9.0	95.0	47.0	65.0	118.0	97.0	1332.0
1963	3	02	43.0	434.0	121.0	164.0	110.0	76.0	25.0	8.0	3.0	75.0	113.0	88.0	1260.0
1964	3	02	69.0	15.0	28.0	64.0	41.0	364.0	26.0	46.0	28.0	218.0	304.0	274.0	1477.0
1965	3	02	54.0	30.0	27.0	152.0	175.0	1.0 3	3.0	23.0	95.0	195.0	616.0	173.0	1544.0 3
1966	3	02	26.0	14.0 3	239.0	132.0	278.0	70.0	43.0	19.0	33.0	132.0	457.0	654.0	2097.0 3
1967	3	02	55.0	136.0	270.0	176.0	97.0	162.0	55.0	16.0	15.0	73.0	58.0	4.0	1117.0
1968	3	02	187.0	62.0	344.0	300.0	35.0	208.0	10.0	48.0	43.0	430.0	230.0	63.0	1960.0
1969	1	01	84.0	187.0	36.0	256.0	37.0	85.0	6.0	36.0	156.0	180.0	128.0	143.0	1334.0
1970	1	01	59.0 3	99.0	83.0	87.0	109.0	30.0	32.0	36.0	104.0	145.0	128.0	51.0	963.0 3
1971	1	01	109.0	205.0	237.0	95.0	55.0	26.0	11.0	20.0	95.0	290.0	159.0	122.0	1424.0
1972	1	01	221.0	121.0	217.0	263.0	181.0	82.4 8	30.0	135.0	31.0	107.0	216.0	135.0	1739.4
1973	1	01	16.0	91.0	76.0	154.0	80.0	58.0	77.0	59.0	84.0	161.0	189.0	154.0	1199.0
1974	1	01	147.0	236.0	189.0	110.0	115.0	65.0	47.0	12.0	136.0	203.0	219.0	164.0	1643.0
1975	1	01	40.0	224.0	50.0	174.0	147.0	121.0	134.0	64.0	65.0	101.0	250.0	214.0	1584.0
1976	1	01	46.0	168.0	88.0	142.0	121.0	27.0	32.0	17.0	52.0	128.0	130.0	72.0	1023.0
1977	1	01	41.0	24.0	97.0	121.0	73.0	46.0	21.0	39.0	115.0	120.0	74.0	56.0	827.0
1978	1	01	100.0	19.0	155.0	254.0	75.0	39.0	32.0	13.0	64.0	88.0	173.0	229.0	1241.0
1979	1	01	177.0	27.0	107.0	187.0	179.0	30.0	83.0	146.0	117.0	127.0	119.0	119.0	1418.0
1980	1	01	91.0	97.0	47.0	63.0	8.0	43.0	5.0	37.0	67.1	175.0	184.6	213.0	1030.7

1981	1	01	119.5	49.5	148.4	173.3	139.7	26.1	103.9	168.1	8.5	152.0	245.0	181.1	1515.1
1982	1	01	341.2	152.8	204.3	341.7	185.0	14.7	13.0	10.0	18.0	160.0	131.0	256.0	1827.7
1983	1	01	31.0	62.0	132.0	258.0	201.0	47.0	19.0	13.0	22.0	140.0	71.9	171.3	1168.2
1984	1	01	161.2	125.6	126.9	231.9	182.5	27.0	10.0	30.0	55.5	134.2	154.8	35.2	1274.8
1985	1	01	94.9	13.5	77.3	108.4	77.7	18.5	22.6	21.3	70.0	49.6	71.3	118.1	743.2
1986	1	01	62.0	103.8	107.5	134.5	63.1	15.1	8.2	12.5	24.1	194.5	119.8	40.5	885.6
1987	1	01	37.2	28.8	97.1	186.2	169.1	2.4	29.7	19.9	62.2	213.0	66.1	50.0	961.7
1988	1	01	100.2	68.4	10.3	215.2	90.7	84.2	28.0	61.5	50.6	82.5	177.5	86.5	1055.6
1989	1	01	80.1	67.1	101.0	66.6	65.2	100.8	68.2	14.3	13.9	99.8	28.6	120.2	825.8
1990	1	01	10.1	93.1	33.4	69.5	49.8	44.6	28.0	.0	14.7	154.3	50.6	50.8	598.9
1991	1	01	46.0	21.5	189.2	58.2	106.0	54.6	50.4	10.6	116.0	32.3	179.0	71.3	935.1
1992	1	01	18.5	39.5	19.7	72.8	49.3	7.8	11.0	20.4	123.0	49.1	75.8	129.1	616.0
1993	1	01	105.0	80.3	138.3	109.1	137.5	6.9	23.4	12.8	63.2	89.4	233.6	202.9	1202.4
1994	1	01	197.5	109.8	110.9	241.4	62.7	12.3	16.0	14.8	57.3	99.2	175.8	83.3	1181.0
1995	1	01	22.5	55.9	47.0	94.8	80.7	34.3	81.3	226.0	7.9	73.7	161.4	108.1	993.6
1996	1	01	124.7	170.9	213.7	149.5	156.1	101.2	14.2	23.4	26.9	147.5	66.4	106.8	1301.3
1997	1	01	208.3	39.1	122.3	82.3	39.3	98.0	1.2	1.6	74.6	83.3	146.2	78.0	974.2
1998	1	01	1.0	64.5	87.6	78.0	219.6	23.1	35.0	33.1	40.2	121.1	148.6	59.3	911.1
1999	1	01	209.2	214.3	66.2	127.7	78.6	97.1	13.6	17.1	95.5	155.5	192.7	232.7	1500.2
2000	1	01	207.1	124.7	143.4	147.6	189.4	67.0	22.4	16.9	99.7	57.4	43.7	61.2	1180.5
2001	1	01	57.6	96.5	53.3	49.5	84.7	100.5	22.5	1.6	59.1	32.5	98.8	106.1	762.7

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	62.3	40.3	89.5 8	118.7 8	81.7 8	31.0	9.0	5.9	48.7	137.1	127.1	58.0	809.3
2003	1	01	8.8	40.4	153.0	64.8	49.6	29.5	32.2	6.9	88.6	95.0	105.7	75.0	749.5
2004	1	01	42.9	42.1	44.2	114.2	68.9	8.0	53.7	4.1	40.6	177.0	115.7	92.2	803.6
2005	1	01	105.1	53.2	127.1	166.1	114.4	41.0	24.1	23.7	33.3	166.3	85.5	172.8	1112.6

2006	1	01	86.0	117.5	155.3	244.3	17.9	93.7	21.7	11.8	14.2	59.6	153.6	152.9	1128.5
2007	1	01	60.8	25.6	167.1	149.2	61.9	28.0	46.5	29.9	5.7	188.3	137.4	185.1	1085.5
2008	1	01	134.7	164.3	174.7	131.6	154.0	58.1	8.3	35.3	37.2	169.9	132.8	137.6	1338.5
2009	1	01	137.6	138.3	129.4	93.4	47.3	36.9	23.9	11.7	9.0	97.9	109.7	113.6	948.7
2010	1	01	8.7	65.0	35.5	157.9	169.0	59.4	86.2	43.3	51.4	171.4	251.7	142.8	1242.3
2011	1	01	91.7	154.0	150.6	237.0	93.2	61.7	79.3	35.6	37.6	112.9	172.5	185.2	1411.3
2012	1	01	157.0	72.3	94.2	121.1	19.8	10.9		8.2	4.4	74.3	96.9	94.7	753.8 3
2013	1	01	21.9	178.5	85.6		131.9	8.2	20.4	28.3	9.4	82.6	161.8	63.4	792.0 3
2014	1	01	153.9	41.1	129.8	54.1	228.3	63.3	15.5	9.7	34.2	116.8	111.2	134.7	1092.6
2015	1	01	67.6	72.6	108.2	68.0	17.3	13.2	22.9	.0	6.7	102.3	81.9		560.7 3
MEDIOS			95.8	95.1	115.5	143.5	107.2	55.7	33.1	33.6	50.7	134.0	157.8	133.4	1155.4
MAXIMOS			341.2	434.0	344.0	341.7	278.0	364.0	134.0	226.0	156.0	430.0	616.0	654.0	654.0
MINIMOS			1.0	11.0	10.3	21.0	8.0	1.0	1.2	0.0	2.0	32.3	28.6	4.0	0.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	9	11	12	22	21	17	11	7	3	11	14	5	143
1958	3	02	*	7	12	13	13	4	2	9	1	13	18	19	111 3
1959	3	02	10	6	9	8	11	9	8	9	4	15	11	19	119
1960	3	02	15	17	8	10	14	5	9	6	5	20	19	17	145
1961	3	02	10	8	13	17	6	6	6	3	6	14	21	9	119
1962	3	02	19	14	19	15	17	7	4	11	8	12	17	15	158
1963	3	02	13	27	14	21	18	15	8	4	3	11	15	14	163
1964	3	02	12	2	5	7	3	19	8	7	8	22	19	23	135
1965	3	02	10	7	9	18	13	1 3	2	2	10	20	27	18	137 3
1966	3	02	7	3 3	22	13	19	8	7	6	6	9	19	26	145 3

1967	3	02	8	11	17	9	7	8	6	3	2	7	6	1	85	
1968	3	02	11	9	17	17	4	13	4	3	4	21	17	5	125	
1969	1	01	7	13	8	26	10	8	2	5	11	15	14	13	132	
1970	1	01	8 3	11	12	7	13	3	12	22	17	15	17	14	151	3
1971	1	01	13	15	21	8	9	7	4	4	9	22	21	10	143	
1972	1	01	17	11	21	18	16	*	10	10	7	11	22	12	155	3
1973	1	01	12	12	13	18	14	13	15	10	19	22	20	20	188	
1974	1	01	16	20	16	17	18	17	12	9	14	19	24	14	196	
1975	1	01	9	16	10	11	14	16	16	13	14	15	23	21	178	
1976	1	01	8	10	13	15	11	7	6	5	7	16	13	12	123	
1977	1	01	4	7	11	16	7	9	6	7	8	11	5	4	95	
1978	1	01	5	2	14	20	10	6	7	4	9	13	10	15	115	
1979	1	01	15	5	9	11	14	5	10	11	14	14	13	12	133	
1980	1	01	13	10	6	9	4	7	4	8	5	13	13	16	108	
1981	1	01	9	11	12	16	10	2	6	11	3	11	16	13	120	
1982	1	01	15	9	13	23	10	3	4	1	4	17	10	14	123	
1983	1	01	6	6	17	15	13	5	7	6	5	20	13	16	129	
1984	1	01	14	16	12	22	24	15	9	6	12	17	11	11	169	
1985	1	01	19	8	5	11	13	7	7	8	8	13	10	16	125	
1986	1	01	12	12	14	15	13	9	6	6	5	23	17	13	145	
1987	1	01	6	5	11	11	16	2	11	7	5	23	13	7	117	
1988	1	01	11	10	7	20	9	11	7	12	13	10	20	11	141	
1989	1	01	9	7	14	8	8	13	3	5	3	13	6	12	101	
1990	1	01	4	13	7	9	12	5	5	0	5	25	10	10	105	
1991	1	01	12	5	18	11	12	5	6	3	9	6	14	13	114	
1992	1	01	1	6	3	9	8	2	1	3	11	6	9	11	70	
1993	1	01	12	15	18	18	22	4	8	6	9	13	21	21	167	
1994	1	01	16	10	10	18	19	6	3	2	5	18	21	14	142	
1995	1	01	8	7	10	9	12	6	11	7	6	13	18	13	120	
1996	1	01	14	21	20	19	21	12	9	10	9	18	10	14	177	
1997	1	01	26	14	23	19	12	13	1	2	8	11	13	5	147	
1998	1	01	1	8	9	13	15	5	11	11	9	19	26	11	138	
1999	1	01	24	19	13	21	16	14	4	3	23	20	21	24	202	
2000	1	01	24	23	21	18	21	15	10	9	19	9	14	18	201	
2001	1	01	13	10	16	17	16	10	11	2	7	7	19	26	154	

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O		FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	IMUES		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA			

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *	
2002	1	01	11	9				8	5	8	8	15	15	11	90	3
2003	1	01	9	11	20	18	14	13	8	4	8	18	21	20	164	
2004	1	01	15	9	11	21	21	8	13	4	11	22	18	12	165	
2005	1	01	18	15	22	19	13	6	7	4	12	25	18	21	180	
2006	1	01	24	16	16	20	11	9	6	5	9	15	24	18	173	
2007	1	01	9	6	21	25	18	11	12	18	9	22	23	24	198	
2008	1	01	21	19	18	21	17	15	8	15	7	20	21	22	204	
2009	1	01	24	20	20	15	11	11	8	8	5	12	17	16	167	
2010	1	01	6	19	10	24	15	13	18	5	15	17	27	26	195	
2011	1	01	15	21	17	29	14	14	17	10	11	20	18	24	210	
2012	1	01	26	24	19	22	10	9		6	5	13	20	16	170	3
2013	1	01	6	19	16		25	7	13	12	6	17	20	13	154	3
2014	1	01	14	11	22	13	19	11	6	3	11	13	17	18	158	
2015	1	01	13	8	18	17	13	9	8	0	1	12	14		113	3
MEDIOS			12	12	14	16	14	9	8	7	8	15	17	15	147	
MAXIMOS			26	27	23	29	25	19	18	22	23	25	27	26	29.0	
MINIMOS			1	2	3	7	3	1	1	0	1	6	5	1	0.0	

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O		FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	IMUES		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA			

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	14.0	4.0	8.0	18.0	17.0	7.0	5.0	6.0	5.0	35.0	11.0	40.0	40.0
1958	3	02	*	45.0	12.0	41.0	35.0	22.0	2.0	19.0	2.0	36.0	57.0	42.0	57.0 3
1959	3	02	25.0	3.0	10.0	5.0	40.0	14.0	10.0	5.0	2.0	23.0	20.0	40.0	40.0
1960	3	02	60.0	23.0	4.0	18.0	46.0	4.0	5.0	4.0	10.0	28.0	35.0	37.0	60.0
1961	3	02	20.0	25.0	40.0	40.0	4.0	25.0	20.0	3.0	40.0	40.0	45.0	22.0	45.0
1962	3	02	25.0	19.0	35.0	24.0	22.0	6.0	4.0	35.0	15.0	13.0	19.0	20.0	35.0
1963	3	02	6.0	40.0	28.0	20.0	14.0	11.0	6.0	3.0	1.0	14.0	25.0	18.0	40.0
1964	3	02	11.0	11.0	9.0	20.0	21.0	55.0	7.0	11.0	7.0	40.0	43.0	40.0	55.0
1965	3	02	14.0	9.0	7.0	18.0	35.0	1.0 3	2.0	14.0	25.0	30.0	54.0	24.0	54.0 3
1966	3	02	7.0	7.0 3	35.0	37.0	55.0	25.0	14.0	6.0	14.0	28.0	74.0	75.0	75.0 3
1967	3	02	18.0	54.0	52.0	34.0	41.0	52.0	21.0	6.0	11.0	18.0	19.0	4.0	54.0
1968	3	02	43.0	24.0	61.0	40.0	14.0	54.0	4.0	36.0	18.0	51.0	43.0	23.0	61.0
1969	1	01	24.0	34.0	6.0	40.0	8.0	28.0	4.0	13.0	40.0	35.0	23.0	27.0	40.0
1970	1	01	14.0 3	26.0	18.0	35.0	25.0	14.0	8.0	4.0	14.0	29.0	21.0	26.0	35.0 3
1971	1	01	21.0	34.0	43.0	39.0	13.0	5.0	5.0	8.0	37.0	52.0	17.0	50.0	52.0
1972	1	01	45.0	30.0	25.0	45.0	24.0	*	11.0	45.0	8.0	30.0	50.0	38.0	50.0 3
1973	1	01	3.0	29.0	37.0	39.0	20.0	12.0	29.0	14.0	11.0	23.0	37.0	31.0	39.0
1974	1	01	37.0	40.0	57.0	23.0	30.0	16.0	23.0	2.0	24.0	40.0	48.0	31.0	57.0
1975	1	01	18.0	33.0	20.0	42.0	53.0	29.0	22.0	21.0	14.0	15.0	70.0	53.0	70.0
1976	1	01	15.0	56.0	12.0	23.0	37.0	6.0	13.0	6.0	17.0	12.0	27.0	20.0	56.0
1977	1	01	21.0	9.0	20.0	22.0	46.0	21.0	9.0	19.0	52.0	23.0	20.0	20.0	52.0
1978	1	01	33.0	14.0	33.0	30.0	18.0	10.0	10.0	4.0	16.0	15.0	31.0	42.0	42.0
1979	1	01	37.0	12.0	26.0	50.0	32.0	8.0	24.0	19.0	28.0	27.0	20.0	22.0	50.0
1980	1	01	21.0	21.0	22.0	14.0	4.0	20.0	2.0	17.0	18.0	31.0	24.0	23.8	31.0
1981	1	01	47.6	11.0	38.0	30.4	35.7	13.7	52.1	30.5	5.3	31.0	46.7	40.5	52.1
1982	1	01	58.4	41.8	29.8	38.8	39.5	12.5	7.4	10.0	8.0	48.0	39.0	42.0	58.4
1983	1	01	9.0	23.0	26.0	59.0	39.0	15.0	7.0	6.0	7.0	29.0	13.7	38.3	59.0
1984	1	01	45.4	23.4	48.8	42.5	41.2	8.9	2.8	7.5	14.8	30.5	32.3	10.4	48.8
1985	1	01	11.1	5.2	44.4	40.7	22.8	10.4	10.3	11.3	24.2	10.6	13.0	18.5	44.4
1986	1	01	16.0	30.6	19.2	50.6	16.6	5.3	3.2	3.2	17.6	34.8	26.9	7.9	50.6
1987	1	01	18.4	13.3	45.9	56.1	40.0	1.2	6.8	7.3	37.7	33.9	17.8	23.7	56.1
1988	1	01	50.0	15.4	2.4	43.4	30.5	20.0	13.6	17.3	8.6	30.0	20.7	11.3	50.0
1989	1	01	20.0	31.2	20.3	28.4	20.0	30.0	38.2	7.0	8.5	21.6	15.3	43.5	43.5

1990	1	01	5.0	20.3	12.5	25.4	9.1	24.8	10.3	.0	10.0	37.2	9.7	10.5	37.2
1991	1	01	8.5	6.0	47.0	17.5	27.4	29.1	19.0	7.0	76.5	12.3	34.5	12.4	76.5
1992	1	01	18.5	14.3	8.8	27.0	14.4	5.1	11.0	14.2	31.8	16.0	20.5	25.5	31.8
1993	1	01	26.0	19.2	20.0	20.0	42.0	5.2	9.0	5.4	30.7	19.7	31.0	41.8	42.0
1994	1	01	37.2	25.7	28.6	48.0	30.0	4.9	12.2	11.8	32.1	31.0	32.8	14.6	48.0
1995	1	01	11.4	33.0	13.0	44.0	26.0	16.0	26.0	75.0	2.9	29.8	26.5	25.1	75.0
1996	1	01	22.9	33.3	58.3	23.0	45.0	21.0	4.9	8.0	12.0	22.2	19.0	27.7	58.3
1997	1	01	27.5	6.3	25.0	21.9	19.5	22.5	1.2	1.1	31.5	20.0	25.0	41.0	41.0
1998	1	01	1.0	40.1	30.1	30.0	57.1	14.4	7.9	11.5	10.0	19.5	23.0	24.0	57.1
1999	1	01	29.2	27.7	11.4	40.7	16.1	35.9	7.0	15.9	12.3	19.3	26.1	22.4	40.7
2000	1	01	29.3	19.2	28.7	35.6	51.0	17.3	11.0	4.6	33.0	20.6	8.5	14.7	51.0
2001	1	01	22.0	34.5	16.5	9.0	35.1	92.2	7.3	1.3	29.0	16.2	15.5	14.5	92.2

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050090 IMUES

LATITUD	0103 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1957-ENE
LONGITUD	7729 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2550 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	19.7	20.5				7.2	5.5	1.7	17.0	27.0	18.5	14.0	27.0 3
2003	1	01	3.5	26.0	53.6	22.1	13.1	10.0	14.0	2.9	35.4	19.1	22.1	14.4	53.6
2004	1	01	8.6	15.7	13.2	19.0	10.5	3.0	18.9	1.7	8.8	24.8	19.2	20.6	24.8
2005	1	01	20.5	8.5	34.4	48.9	21.3	15.8	14.3	18.6	8.6	26.0	22.7	30.0	48.9
2006	1	01	8.9	38.0	35.5	37.2	5.2	26.8	6.8	6.8	3.3	19.0	20.5	32.8	38.0
2007	1	01	36.0	22.4	63.5	29.0	15.5	6.5	8.4	9.5	1.9	39.5	28.7	25.4	63.5
2008	1	01	31.6	51.0	44.1	26.5	32.0	20.0	2.0	10.3	15.8	30.4	24.7	32.0	51.0
2009	1	01	21.1	33.0	44.2	23.7	12.3	12.9	9.2	3.1	5.6	24.2	34.5	20.0	44.2
2010	1	01	5.0	11.0	14.9	30.9	40.8	20.4	16.7	24.6	9.2	42.4	34.6	20.4	42.4
2011	1	01	40.5	26.0	35.6	33.2	23.2	22.6	18.4	12.9	12.4	32.6	43.7	31.6	43.7
2012	1	01	46.8	11.7	20.0	30.5	5.6	2.7		4.9	2.0	18.0	35.8	21.8	46.8 3
2013	1	01	11.2	61.4	23.4		17.3	3.2	6.8	10.3	5.3	21.5	33.3	12.3	61.4 3
2014	1	01	39.6	12.2	24.7	12.7	56.5	25.4	6.4	5.6	20.3	36.3	20.8	33.5	56.5

2015	1	01	22.7	22.2	24.8	17.5	5.3	3.9	6.7	.0	6.7	58.0	17.3		58.0	3
MEDIOS			23.5	24.3	28.0	31.2	27.1	17.8	11.4	11.7	17.4	27.8	28.9	27.4	23.0	
MAXIMOS			60.0	61.4	63.5	59.0	57.1	92.2	52.1	75.0	76.5	58.0	74.0	75.0	92.2	
MINIMOS			1.0	3.0	2.4	5.0	4.0	1.0	1.2	0.0	1.0	10.6	8.5	4.0	0.0	

♀**********

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE BRILLO SOLAR (Horas)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	129.1	107.2 3	126.5	144.2	507.0 3
1988	1	01	157.9	127.9	103.9 3	70.9 3	98.7 3	82.5 3	136.3 3	139.5	124.4	112.6	69.2	113.8	1337.6 3
1989	1	01	80.9 3	91.6	131.8 3	79.8	144.5	96.6 3	189.4	164.6	127.1	109.3	114.7	159.4	1489.7 3
1990	1	01	134.4 3	79.2	102.2	85.0	113.4	117.4	181.5	177.9	180.6	120.6 3	127.4	102.7 3	1522.3 3
1991	1	01	133.0	143.6	108.6	113.3 3		124.7	132.4	95.4	120.2	146.4	92.9	121.8	1332.3 3
1992	1	01	151.9 3	112.4	124.7	107.7		123.2 3	152.9	165.3	131.4	132.9	147.7 3	101.5	1451.6 3
1993	1	01	139.4	87.4	77.1	84.8	110.9	144.2	155.0	190.9		106.4	137.8	111.4	1345.3 3
1994	1	01	115.2	98.7					170.4 3	147.2	140.4	117.5			789.4 3
1995	1	01	139.7	183.9	91.1	93.4	109.8	116.2	174.1	159.1	143.3			154.3	1364.9 3
1996	1	01	87.7	71.3	78.1	86.6	108.8	106.8	163.7 3	149.5	*	122.6 3	151.9 3	123.1	1250.1 3
1997	1	01	*	81.9 3	123.3	100.1	114.2	133.2	168.4	161.9	*	134.5	79.3 3	90.2 3	1187.0 3
1998	1	01	116.6	106.6	80.5	115.2	118.2	132.9 3	129.4	144.5	99.7 3			151.5	1195.1 3
1999	1	01	85.8	51.6 3	88.6	112.0	99.0 3	111.4 3	149.3	181.1	95.0	105.6 3	112.3	69.0	1260.7 3
2000	1	01	101.9	111.8	72.4	88.2 3	94.8	115.5	142.3	155.6	104.6 3	140.6	136.0	145.6	1409.3 3
2001	1	01	146.2	109.4	99.8	133.3	100.7	148.2	151.5 3	199.1	132.0	211.8	113.7	99.6	1645.3 3
2002	1	01	140.0	129.3	91.0 3	102.1	108.3	142.2	159.9	191.0	157.2	139.5	92.9	134.8	1588.2 3
2003	1	01	162.3	107.2	102.7	107.5	122.7 3	111.1	169.9	178.0	115.1	134.1	118.4	93.6	1522.6 3
2004	1	01	172.8	135.9 3	107.7	104.4 3	102.4	149.9	113.9	149.9	*	110.5	99.6	136.3 3	1383.3 3
2005	1	01	151.1	103.3	84.2	83.8	115.8	117.6	177.1	172.8	146.4	121.4	141.5	106.2	1521.2
2006	1	01	76.4	102.8	83.5	101.9	143.5	130.3	186.3	166.4	141.0	136.1	80.9	100.1 3	1449.2 3
2007	1	01	129.1 3	171.7	81.0	92.8	108.2	120.0	174.3	119.2	115.2	81.8	90.3 3	71.4	1355.0 3
2008	1	01	86.2	69.1	48.8 3	102.4 3	100.2 3	140.3 3	135.3	116.0	128.3	111.0 3	97.4	85.3	1220.3 3
2009	1	01	77.6	90.0	109.8	119.3	153.6	125.5	168.0	178.2	189.8	152.7	163.7	125.6 3	1653.8 3
2010	1	01	177.3	114.9	111.1	97.0	112.1	108.1	129.8	176.9	150.8	101.3	55.6		1334.9 3

2011	1	01		*	*	90.4 3	112.3 3	121.4 3	134.6	159.2 3	104.4	115.8	144.3	89.6	1072.0 3
2012	1	01	73.2 3	63.2 3								98.3 3	103.7 3	99.0 3	437.4 3
2013	1	01						97.0 3	136.6	161.3	118.6	125.7	103.0	116.9	859.1 3
2014	1	01	112.7	106.6	74.5	115.9	100.4	127.4	175.8	140.2	132.7	98.6 3	87.6	87.4 3	1359.8 3
2015	1	01	97.3	121.6	73.4	98.4	104.1	149.1	157.6	149.4 3	161.3	111.1			1223.3 3
MEDIOS			121.9	106.7	93.7	99.4	112.9	122.8	156.1	158.9	132.9	122.4	111.5	112.9	1452.1
MAXIMOS			177.3	183.9	131.8	133.3	153.6	149.9	189.4	199.1	189.8	211.8	163.7	159.4	211.8
MINIMOS			73.2	51.6	48.8	70.9	94.8	82.5	113.9	95.4	95.0	81.8	55.6	69.0	48.8

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE EVAPORACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	92.6 3	78.8	84.5 3	90.7	346.6 3
1988	1	01	84.3	73.0	96.5	77.4	71.5 3	69.4	78.2	95.7	95.5	85.2	65.2	77.2	969.1 3
1989	1	01	70.3	70.2	87.1 3	72.3	78.9	76.1	97.1	99.2	69.8	87.4	78.9	88.7	976.0 3
1990	1	01	86.8 3		83.7 3	71.0 3	74.2 3	83.3	97.0	126.8	115.1 3	97.6 3	99.6	86.2	1021.3 3
1991	1	01	89.6	100.3	56.4	*	84.7	89.4	109.3	94.6	100.8	124.3	73.5	88.1	1011.0 3
1992	1	01	99.7	89.9		91.4	80.9	107.8	118.5	111.1	104.8	117.2 3	96.7	88.0	1106.0 3
1993	1	01	103.9	99.6	67.0 3	92.6	72.1 3	90.7	99.1 3	116.5	119.9	106.6	81.7	85.0	1134.7 3
1994	1	01	81.0	49.6 3	56.9	75.0	92.2	92.0	83.2	112.5	118.1	98.6	65.6	92.7	1017.4 3
1995	1	01	94.3	95.1	86.1	79.0	78.2	77.7	89.6	105.0	121.0	95.2	84.6 3	104.8	1110.6 3
1996	1	01	81.0	102.6 3	90.7	79.4 3	79.4 3	84.1 3	108.3	100.4 3	114.7 3	*		92.3 3	932.9 3
1997	1	01	72.3	*	103.0	87.1	91.2 3	75.4	123.6	125.8	125.4	119.9	94.6	104.2	1122.5 3
1998	1	01	91.7 3	91.3	85.1	85.3	79.3 3	91.8 3	93.7	102.3	103.6	96.4	82.9	93.2	1096.6 3
1999	1	01	73.7	80.0	77.4	77.7	67.7	68.0	89.5	91.7	82.5	74.2	82.8	68.7	933.9
2000	1	01	70.1 3	77.4 3	68.4 3	70.0 3	66.8 3	74.6	87.9	105.9	89.2	97.1	95.3 3	99.0	1001.7 3
2001	1	01	92.7	81.5	84.5	87.8	83.2	99.6	100.3	134.2	102.3	147.3	97.3	85.7	1196.4
2002	1	01	95.5	87.9	79.2	76.8	86.4	91.5	111.0	130.6	110.4	96.5	80.9	95.6	1142.3

2003	1	01	110.4	91.0	83.2	77.4	85.0	87.4	106.7	117.0	92.7	92.7	85.1	85.8	1114.4
2004	1	01	100.1	92.0	93.6	82.0 3	75.5	88.2	94.3	134.2		98.9	73.2	75.9	1007.9 3
2005	1	01	96.4	72.0	64.8	92.4	87.0	93.7	112.4	121.3	121.0	105.4	90.7	76.9	1134.0
2006	1	01	74.0	65.9	82.4	82.2	91.2	86.6	112.6	104.9	108.4	109.0	60.2	67.0	1044.4
2007	1	01	90.4	109.0	86.5	71.2 3	73.6 3	83.8 3	99.4 3	91.4	102.1	82.0	82.2	69.9	1041.5 3
2008	1	01	63.1	63.0	67.5	81.1	73.6	92.3	92.5	93.0	103.9	78.1 3	78.3	66.2 3	952.6 3
2009	1	01	69.5	67.6	80.0	81.9	90.1	88.7	110.0	115.9	134.0	103.9	104.9	90.2	1136.7
2010	1	01	115.7	89.9	92.2	83.1	76.1	75.0	84.4	109.2	101.1	89.2	66.8	56.3	1039.0
2011	1	01	92.0	61.6	85.5	85.8	79.3 3	90.6	82.3	118.7	94.9	87.3	92.7	80.2	1050.9 3
2012	1	01	71.0	62.0						129.1	121.8	100.9	93.5	82.8	661.1 3
2013	1	01				114.1 3	64.5	99.1	95.8	107.7	109.7 3	108.9	86.0	91.6	877.4 3
2014	1	01	93.3	70.7	74.1	97.4	80.9	86.0	116.2	111.3	101.1	89.5 3	77.2	69.1	1066.8 3
2015	1	01	82.4	72.3	75.4	89.7	91.9	100.1 3	117.9	107.3 3	121.6	102.2			960.8 3
MEDIOS			86.9	80.6	80.3	83.1	79.8	86.8	100.4	111.2	106.4	98.9	83.5	84.0	1081.9
MAXIMOS			115.7	109.0	103.0	114.1	92.2	107.8	123.6	134.2	134.0	147.3	104.9	104.8	147.3
MINIMOS			63.1	49.6	56.4	70.0	64.5	68.0	78.2	91.4	69.8	74.2	60.2	56.3	49.6

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD RELATIVA (%)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	70 3	89 3	86 3	76 3	80 3
1988	1	01	78	80	76	86	81	80	76	75	81	87	91	88 1	82
1989	1	01	85 1	84	84	79	83	83	81 3	79 1	82 3	81 3	83 3	83 3	82 3
1990	1	01	83 3		85	87	86	81	79	76	*	80 3	82	82	82 3
1991	1	01	78	78	83 1	82 3	78 3	78 3	79 1	84 3	81 3	80	82	80	80 3
1992	1	01	74	78	72	71	77	74	78 3	76 3	78	74 3	83	86	77 3
1993	1	01	81 3	86 3	86	82	80	79 1	78	71	73 3	79 3	84 3	80 3	80 3

1994	1	01	83 3	81					81 1	81 3	78 1	82 1	87 1	84 3	82 3
1995	1	01	79	78	83	81	83	84	82 1	79	78	81 3	85 3	84	81 3
1996	1	01	83 3	83	86	83 1	84	84 3	79	77	74	80	80	82	81 3
1997	1	01	91	82 3	80 1	82	79	81	65	70 1	58	65	75	66	75 3
1998	1	01	68	71	74 1	76	78	76	75 1	75	71	76	83	81	75
1999	1	01	86	85 1	83	83	83	80 1	75 1	74	81	80	85	87	82
2000	1	01	87 1	83	82	79	80 3	80	79 1	76	77 3	74 3	80 1	77	80 3
2001	1	01	75 1	77	78 3	77 3	76	76	77	70	72	69	78	78	75 3
2002	1	01	77	78	75	79	78	79 1	74 1	75	72	76	80 1	78	77
2003	1	01	75 3	78 3	*	79 3	77 3	77	76	72	74	75	79	82 1	77 3
2004	1	01	79	74 3	72 3	78 3	76 3	77 3	76 3	70 1	*	78	78	77	76 3
2005	1	01	76 3	74	79 3	76 3	78	79 1	80	75	77	81 3	82 3	85 3	79 3
2006	1	01	85 3	81 3	81 3	82 3	78 3	80 3	79 3	78 3	75 1	79 3	82	80 1	80 3
2007	1	01	78 3	78 3	79 3	80 1	79 1	79 1	79 3	80 3	77 3	82 1	83 3	87 3	80 3
2008	1	01	85 1	86 3	85 3	82 3	84 3	82 3	83 3	81 3	77 3	80 1	82 1	84 3	83 3
2009	1	01	84 1	84 1	82 3	82 3	78 1	77 3	76 3	74 3	73 3	75 3	76 3	79	78 3
2010	1	01	73 1	77	74 1	79 3	81	80	80	72	73 1	81 3	88 3	87 3	79 3
2011	1	01	81 1	85 1	86 3	84 1	83 3	81	82 1	77 1	78 1	84 1	84 3	85 3	83 3
2012	1	01	86 1	86 1						72 3	71 3	76 3	81 3	86 1	80 3
2013	1	01				77 3	83 1	74 1	75	75	72	76 1	84 1	81 1	77 3
2014	1	01	81 1	80 3	82	74	81	79	*	*	71 1	79 3	82 1	82 3	79 3
2015	1	01	82 1	81	85	79	78 3	76	72	70 3	63	73			76 3
MEDIOS			80	80	81	80	80	79	78	75	74	78	82	82	79
MAXIMOS			91	86	86	87	86	84	83	84	82	89	91	88	91
MINIMOS			68	71	72	71	76	74	65	70	58	65	75	66	58

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE NUBOSIDAD (Octas)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL

1988	2	01	3	3 3	3	4 3	3	4	3	4	4	4	5	4	4 3
1989	2	01	5 3	5	5 3	4	4	4	3	3	3	4	4	4 3	4 3
1990	2	01	4 3		5 3	4 3	3 3	2	2 3	3	2 3	4 3	4	4	3 3
1991	2	01	3	3	4	3	3 3	3 3	3	3 3	2	3	4	3	3 3
1992	2	01	2	3	2	2	2 3	2 3	2 3	2 3	2	2 3	3	3	2 3
1993	2	01	3	6	4	3	3 3	3	3	3	2	2	4 3	3	3 3
1994	2	01	4	3 3	4	3	3	2	2	2	2	3	5	3	3 3
1995	1	01	2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	4	4	3
1996	1	01	4	5	4 3	4	3	3	2	2	2	2 3	2	3	3 3
1997	1	01	6	3	3	3	3	2	2	5	6	6	6	5	4
1998	1	01	2	3	6	5	5	5	3	3	3	4	4	3	4
1999	1	01	5	6	5	5	4	4	4	3	5	4 3	5	5	5 3
2000	1	01	5	5	4	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7
2001	1	01	7	4	4 3	3 3	3	2	3	2	2	2	4	4	3 3
2002	1	01	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	4	3	3
2003	1	01	3	4 3	5	4	3 3	3	3	2	3	3	3	3	3 3
2004	1	01	3	3	3	4 3	4 3	2	2	2		3 3	5	2	3 3
2005	1	01	4	3	5	3	2	2	2	2	3	4	4	5	3
2006	1	01	5	4	4	4	3	3	3 3	2	2	3	4	3	3 3
2007	1	01	2 3	3	4	4 3	3 3	2 3	2 3	3	2	4	4 3	5	3 3
2008	1	01	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3 3	4	5 3	4 3
2009	1	01	4	4	4 3	3	2 3	3	2	2	2	3	3	4 3	3 3
2010	1	01	2 3	4 3	2	4 3	3	3	4	2	3	4 3	6 3	5	4 3
2011	1	01	3 3	5 3	4	4 3	3 3	3 3	3 3	2	2 3	4	3 3	4 3	3 3
2012	1	01	4 3	4						2 3	2 3	3 3	2 3	3	3 3
2013	1	01				3 3	4 3	2	3 3	2 3	2 3	3 3	4	4 3	3 3
2014	1	01	4	3	5	3	4	3 3	2	2	2	3 3	4 3	3	3 3
2015	1	01	2 3	2 3	3	2	3 3	2 3	2 3	2 3	2	2			2 3
MEDIOS			4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3
MAXIMOS			7	6	6	8	8	8	8	7	7	7	7	7	8
MINIMOS			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	2	01									8.2 3	11.3 3	10.7 3	9.3 3	9.9 3
1988	2	01	9.5	9.9	9.0 3	10.5 3	9.9 3	8.9	8.1 3	8.1	9.3	10.6	11.0	9.9	9.6 3
1989	2	01	9.7	9.6	9.4 3	9.4	10.0	9.6	8.9 3	9.1	9.7	10.1 3	10.5 3	10.1 3	9.7 3
1990	2	01	10.6 3		10.5	10.8	10.7	9.9 3	9.2	8.6		9.6 3	10.1	9.8	10.0 3
1991	2	01	9.5	9.7	10.4	10.0 3	9.9 3	10.1 3	9.6	9.5 3	9.9 3	9.5	10.0	10.2	9.9 3
1992	2	01	9.3	9.9	9.5	9.2	9.9 3	9.3	8.7 3	9.0 3	9.0	9.2 3	9.9	10.5	9.5 3
1993	2	01	9.9	10.5	10.1	10.5	10.2	9.8	9.5	8.5	9.3 3	10.1 3	8.8 3	10.1 3	9.8 3
1994	2	01	9.9 3	9.9					9.6	9.4 3	9.6	10.0			9.7 3
1995	1	01	9.7	9.6 3	10.1	10.3	10.1	10.2	9.9	9.8 3	9.7	10.1 3	10.4 3	10.2	10.0 3
1996	1	01	9.7 3	9.3	10.4	10.4	10.4	10.3 3	9.5	9.7	9.7	10.1	9.9	10.3	10.0 3
1997	1	01	10.6	10.2 3	10.2	10.3	10.2	10.2	6.5	8.1	5.7	7.0	8.9	7.6	8.8 3
1998	1	01	8.2	9.2	9.7	10.2	10.0	9.5	8.9	9.1	8.8	9.4	10.2 3	10.1	9.4 3
1999	1	01	10.4	10.1	10.0	10.1	9.9	9.7	8.4	8.3	9.6	9.6	10.3	10.2	9.7
2000	1	01	10.2	9.6	9.7	9.7	9.7 3	9.9	9.4	8.9	9.3 3	9.2 3	9.9	9.6	9.6 3
2001	1	01	9.1	9.2	9.3 3	9.4 3	9.6	9.0	9.2	7.8	8.5	8.9	9.8	10.0	9.2 3
2002	1	01	9.6	9.8	9.6	9.7	10.0	9.3	9.3	9.1	9.0	9.5 3	9.8	10.0	9.6 3
2003	1	01	9.6 3	10.0 3		10.0 3	10.0 3	9.7	9.2	8.9 3	9.1	9.6	9.8	10.1	9.6 3
2004	1	01	9.8	9.5 3	9.5 3	9.8 3	9.9 3	9.5 3	9.3 3	8.6		9.8	9.9	10.0	9.6 3
2005	1	01	9.7 3	9.7	10.0 3	10.0 3	10.0	10.0	9.6	8.9	9.4	9.5 3	10.0 3	10.3 3	9.8 3
2006	1	01	10.4 3	10.1 3	10.2 3	10.1 3	10.0 3	9.9 3	9.7 3	9.8 3	9.3	10.0 3	10.2 3	10.2	10.0 3
2007	1	01	10.1 3	9.5 3	10.0 3	10.2	10.2	9.9	9.7 3	9.9 3	9.8 3	10.1	10.4 3	10.5 3	10.0 3
2008	1	01	10.4	10.5 3	10.4 3	9.9 3	10.2 3	10.2 3	10.2 3	9.9 3	9.3 3	9.6	10.1	10.2 3	10.1 3
2009	1	01	10.2	10.0	10.0 3	10.2 3	9.5	9.4 3	9.1 3	8.8 3	8.2 3	9.0 3	9.5 3	9.7 3	9.5 3
2010	1	01	8.7	9.9	9.4	10.1 3	10.3	9.7	9.3	7.7	7.8	9.4 3	10.0 3	10.0 3	9.4 3
2011	1	01	9.4	9.9	10.0 3	10.3	10.3 3	9.9	9.5	8.8	9.2	10.0	10.2 3	10.2 3	9.8 3
2012	1	01	10.2	10.2						7.7 3	7.7 3	9.1 3	10.3 3	10.7	9.4 3
2013	1	01				9.4 3	10.1	8.7	8.1	8.2	8.0	8.9	10.1	9.8	9.0 3
2014	1	01	9.8	9.7 3	10.1	9.0	10.0	9.5			7.6	9.1 3	10.2	10.0 3	9.5 3

2015	1	01	9.8	10.1	10.6	9.8	9.6 3	9.0	8.3	7.9 3	6.8	8.9			9.1 3
MEDIOS			9.8	9.8	9.9	10.0	10.0	9.7	9.1	8.8	8.8	9.6	10.0	10.0	9.6
MAXIMOS			10.6	10.5	10.6	10.8	10.7	10.3	10.2	9.9	9.9	11.3	11.0	10.7	11.3
MINIMOS			8.2	9.2	9.0	9.0	9.5	8.7	6.5	7.7	5.7	7.0	8.8	7.6	5.7

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								33.9 3	36.9 3	166.8 3	65.6	46.4	349.6 3
1988	1	01	59.5	64.2	32.1	169.0	92.8	81.2	29.5	79.3	103.6	129.5	266.6	147.3	1254.6
1989	1	01	87.9	103.4	97.5	45.0	53.9	98.7	13.1	33.4	53.2	110.0	49.5	77.6 3	823.2 3
1990	1	01	73.0 3	63.0 8	60.1	90.0	41.9	52.1	35.4	3.9	31.2	152.1	83.6	67.2	753.5 3
1991	1	01	73.1	54.4	182.6	148.0	95.5	27.3	52.3	21.9	17.2 3	59.1	180.4	101.6	1013.4 3
1992	1	01	24.1	48.9	20.6 3	73.6	60.5	6.0	30.5	19.6	82.2	33.3	103.5	112.4	615.2 3
1993	1	01	111.6 3	127.1	86.5 3	102.3	141.6 3	75.4	22.6 3	21.2	68.8	111.9 3	222.8	175.2	1267.0 3
1994	1	01	207.6	69.2	134.2	164.0	82.2	19.4	36.6	21.6	40.0	103.2	163.4	105.5	1146.9
1995	1	01	38.1	60.4	74.7	120.7	88.6	51.7	44.8	29.1	16.1	97.9	187.5	78.1	887.7
1996	1	01	117.4	170.3	166.3	128.7	147.5	122.4	29.3	22.4	34.4	91.7 3	71.4	117.3	1219.1 3
1997	1	01	228.4	56.0	90.8	84.6	52.1	58.4	6.7	.5 3	53.2 3	109.3	170.2	70.7	980.9 3
1998	1	01	19.0	54.7	75.0	71.8	139.7	23.7	35.6	39.0	46.2	116.4	191.5	101.6	914.2
1999	1	01	154.5	235.6	84.5	97.2	81.4	65.3	19.8	25.7	135.9	123.8	165.3	233.5	1422.5
2000	1	01	155.2	150.3	89.8	133.3	187.1	84.7	36.9	25.7	99.5	63.1	47.2	42.5	1115.3
2001	1	01	83.3	48.3	50.7	45.8	49.7	39.8	40.6	2.6	57.1	42.7	121.0	103.6	685.2
2002	1	01	83.2	39.5	60.5	127.9	61.8	61.8	13.1	9.4	39.9	94.3	103.7	83.4	778.5
2003	1	01	27.3	37.0	78.9	87.4	54.8	38.9	34.6	2.6	72.7	96.9	102.5	49.8	683.4
2004	1	01	56.3	40.0	49.8	113.4 3	101.5	14.7	18.0	4.9	46.8 8	148.9	177.4	69.9	841.6 3
2005	1	01	85.9	98.3	131.1 3	109.2	143.8	38.1	22.3	15.7	50.3	151.5	91.0	169.6	1106.8 3
2006	1	01	117.0	74.5	169.1	171.0	56.0	118.0	8.8	10.8	18.0	86.3	150.6	155.2	1135.3

2007	1	01	52.9	19.8	154.6	135.1	78.8	50.0	44.5	33.9	9.5	191.8	133.1	124.4	1028.4
2008	1	01	121.8	95.2	102.5	121.3	138.5	55.0	16.6	23.6	29.2	143.8	134.2	159.5	1141.2
2009	1	01	110.3	106.8	83.7	109.5	50.9	49.7	24.1	25.8	30.6	82.5	105.3	147.5	926.7
2010	1	01	13.7	60.3	45.4	183.3	123.6	49.7	92.1	15.8 3	61.9	118.5	257.3	129.5	1151.1 3
2011	1	01	87.0	153.2	161.7	184.5	89.0	57.1	103.2	24.0	36.9	105.9	103.0	177.5	1283.0
2012	1	01	197.0	100.1						11.1	2.2	108.7	112.6	39.6	571.3 3
2013	1	01				70.5	144.5 3	10.6	50.7	35.8	16.9	83.0	62.6	65.3	539.9 3
2014	1	01	119.8	54.8	102.4	66.4	171.7	90.2	23.9	15.7 3	30.8	118.8 3	161.0	129.0	1084.5 3
2015	1	01	80.4	50.4	79.6	66.4	34.9	17.9 3	29.8	7.8	4.5	84.5			456.2 3
MEDIOS			95.8	82.8	94.8	111.8	95.0	54.0	33.9	21.3	45.7	107.8	135.1	110.0	988.0
MAXIMOS			228.4	235.6	182.6	184.5	187.1	122.4	103.2	79.3	135.9	191.8	266.6	233.5	266.6
MINIMOS			13.7	19.8	20.6	45.0	34.9	6.0	6.7	0.5	2.2	33.3	47.2	39.6	0.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								2 3	3 3	18 3	10	18	51 3
1988	1	01	17	18	15	27	19	24	12	20	22	21	29	25	249
1989	1	01	19	21	22	17	24	25	16	15	17	20	23	18 3	237 3
1990	1	01	13 3		20	26	21	11	13	11	10	22	18	25	190 3
1991	1	01	21	12	31	27	25	17	18	18	12 3	14	27	26	248 3
1992	1	01	16	13	17 3	26	28	9	19	11	18	14	23	25	219 3
1993	1	01	17 3	20	25 3	24	27 3	25	17 3	14	21	19 3	29	26	264 3
1994	1	01	22	20	26	26	29	21	16	20	12	26	25	25	268
1995	1	01	21	18	25	24	30	24	22	14	8	21	26	21	254
1996	1	01	27	25	26	23	29	17	13	13	8	15 3	14	17	227 3
1997	1	01	30	21	21	19	23	21	4	1 3	10 3	15	27	16	208 3

1998	1	01	9	10	17	30	22	18	14	21	17	24	28	23	233
1999	1	01	28	27	27	22	26	29	16	6	22	23	25	28	279
2000	1	01	30	26	26	26	31	26	18	16	26	15	21	21	282
2001	1	01	16	17	22	16	16	12	14	2	17	5	15	25	177
2002	1	01	16	11	21	25	17	14	15	7	10	18	23	16	193
2003	1	01	15	21	27	21	24	18	10	2	9	17	25	22	211
2004	1	01	17	11	17	19 3	22	10	13	5		22	24	18	178 3
2005	1	01	24	19	28 3	23	25	14	11	6	12	23	19	26	230 3
2006	1	01	29	17	22	27	19	16	11	11	14	22	27	20	235
2007	1	01	12	10	19	26	24	22	12	19	10	25	26	29	234
2008	1	01	27	24	21	24	24	22	22	15	16	25	28	29	277
2009	1	01	26	25	27	29	18	20	18	20	12	15	19	23	252
2010	1	01	13	20	25	30	21	21	24	7 3	20	24	28	31	264 3
2011	1	01	23	27	27	29	22	17	23	13	17	20	21	24	263
2012	1	01	28	27						9	5	16	17	23	125 3
2013	1	01				16	30 3	13	29	19	15	15	27	20	184 3
2014	1	01	24	23	25	21	28	22	14	16 3	16	15 3	22	20	246 3
2015	1	01	19	14	24	25	22	17 3	22	8	6	11			168 3
MEDIOS			21	19	23	24	24	19	16	12	14	19	23	23	236
MAXIMOS			30	27	31	30	31	29	29	21	26	26	29	31	31.0
MINIMOS			9	10	15	16	16	9	4	1	3	5	10	16	1.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01									23.2 3	46.0 3	16.7	18.7	46.0 3
1988	1	01	21.4	13.6	9.5	18.5	18.0	19.0	12.4	14.5	22.1	36.0	33.7	20.5	36.0
1989	1	01	17.0	35.2	24.0	14.3	16.1	15.0	5.7	12.0	15.2	28.1	15.0	15.5 3	35.2 3

1990	1	01	25.5 3				10.0	26.0	16.5	1.5	13.7	23.5		22.8	26.0 3
1991	1	01	21.2	20.5	30.3	40.4	22.5	12.0	17.5	7.0	7.4 3	22.3	26.5	22.7	40.4 3
1992	1	01	7.4	15.7	9.7 3	20.0	16.2	2.5	16.4		16.8	17.1		16.7	20.0 3
1993	1	01	3	36.0	14.0 3		24.0 3		7.6 3	9.5	28.5	30.0 3	44.6	52.6	52.6 3
1994	1	01	32.5	12.8	24.0	34.0	28.8	8.0	27.0	7.4	17.0	21.0	47.0	28.0	47.0
1995	1	01	13.4	35.0	15.0	27.7	17.0	12.0	10.0	7.5	5.5	27.4	20.6	14.0	35.0
1996	1	01	15.8	29.9	41.0	26.5	28.0	35.0	6.0	7.0	14.7	23.0 3	27.5	35.5	41.0 3
1997	1	01	30.5	19.0	24.0	25.5	13.0	21.5	2.7	.5 3	28.0 3	41.0	31.5	22.4	41.0 3
1998	1	01	16.0	19.5	26.0	11.0	31.5	12.0	7.0	8.7	13.0	14.7	27.0	20.5	31.5
1999	1	01	19.0	28.2	17.0	14.5	13.5	11.5	7.0	13.0	25.0	37.0	26.5	28.3	37.0
2000	1	01	26.2	26.9	14.4	33.0	34.0	17.7	14.0	8.5	29.0	14.0	12.0	20.5	34.0
2001	1	01	17.5	12.0	12.0	9.5	10.4	15.0	9.0	2.0	13.7	24.0	18.8	16.7	24.0
2002	1	01	21.5	26.0	16.5	49.5	17.0	22.8	3.6	6.5	20.0	13.0	15.6	24.5	49.5
2003	1	01	12.0	22.5	16.2	16.7	15.2	10.4	14.0	1.6	43.0	18.7	18.5	13.5	43.0
2004	1	01	12.0	13.0	22.0	22.0 3	18.5	4.7	3.0	1.6		26.5	28.5	12.5	28.5 3
2005	1	01	16.7	43.0	21.0 3	20.6	30.0	13.0	5.5	12.8	18.6	27.7	25.0	18.7	43.0 3
2006	1	01	20.5	34.0	27.0	24.5	16.0	27.5	3.0	3.0	6.0	19.0	19.0	35.7	35.7
2007	1	01	22.0	9.2	39.6	19.2	13.0	16.3	12.0	12.0	2.5	32.0	24.0	16.6	39.6
2008	1	01	22.0	17.2	20.0	14.5	22.7	22.5	3.5	7.6	13.0	28.5	26.7	48.0	48.0
2009	1	01	19.0	22.0	30.5	19.6	16.0	21.5	9.0	7.7	20.5	20.0	21.8	28.5	30.5
2010	1	01	9.0	12.0	12.5	33.5	40.8	17.8	20.0	9.5 3	16.2	16.4	21.0	17.4	40.8 3
2011	1	01	25.0	28.1	25.0	27.6	20.0	26.0	40.5	13.3	12.5	14.0	27.0	25.0	40.5
2012	1	01	29.0	15.5						2.7	.6	24.4	45.0	4.5	45.0 3
2013	1	01				31.5	39.5 3	3.7	12.0	9.8	5.7	15.8	10.0	16.0	39.5 3
2014	1	01	25.0	18.2	30.0	15.1	42.0	37.5	10.0	5.0 3	10.0	25.5 3	19.5	30.4	42.0 3
2015	1	01	24.3	21.0	17.0	15.0	6.4	4.5 3	7.4	3.7	2.3	38.5			38.5 3
MEDIOS			20.1	22.5	21.5	23.4	21.5	16.7	11.2	7.3	15.8	25.0	25.0	23.1	19.4
MAXIMOS			32.5	43.0	41.0	49.5	42.0	37.5	40.5	14.5	43.0	46.0	47.0	52.6	52.6
MINIMOS			7.4	9.2	9.5	9.5	6.4	2.5	2.7	0.5	0.6	13.0	10.0	4.5	0.5

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD 0106 N TIPO EST CP DEPTO NARI#O FECHA-INSTALACION 1987-JUL

LONGITUD 7723 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO TANGUA FECHA-SUSPENSION

ELEVACION 2800 m.s.n.m REGIONAL 07 NARINO-CAUCA CORRIENTE GUAITARA

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								*	13.8 3	13.2	13.5 3	13.6	13.5 3
1988	1	01	13.6	13.6	13.3 3	13.0 3	13.3 3	12.3	12.2 3	12.6	12.7	12.7	12.5	11.9	12.8 3
1989	1	01	12.2	12.3	12.1 3	13.0	13.0	12.4	12.2	12.8	12.9	13.3	13.4	13.1 3	12.7 3
1990	2	01	13.4	13.2 8	13.0	13.0	12.9	13.1 3	12.7	12.7	13.6 3	13.1 3	13.1	12.9	13.1 3
1991	1	01	13.4	13.6	13.3	12.8 3	13.7 3	14.0 3	13.1	12.1 3	12.9	12.9	12.9	13.6	13.2 3
1992	1	01	13.9	13.8	14.6	14.4	13.8 3	13.7	12.3 3	13.1 3	12.5	13.7	12.7	12.7	13.4 3
1993	1	01	12.9 3	12.6 3	12.3 3	13.3	13.6	13.4	13.2	13.7	14.0	13.4 3	11.6	13.4	13.1 3
1994	2	01	12.7	13.1	13.0 8	13.0 8	12.9 8	12.9 8	12.7	12.5 3	13.2	13.0	12.2	12.8 3	12.8 3
1995	1	01	13.1	12.9 3	12.7	13.6	12.9	12.7	12.8	13.0 3	13.2	13.2	12.7 3	12.7	13.0 3
1996	1	01	12.5	12.0	12.5	13.0	12.8	12.6 3	12.9	13.5	14.1	13.2	13.3	13.2	13.0 3
1997	1	01	11.8	13.0 3	13.5	13.1	13.5	13.4	13.0	13.3	14.0	13.5	13.2	13.9	13.3 3
1998	1	01	14.0	14.3	14.2	14.1	13.7	13.5	13.2	13.4	13.9	13.5	12.9 3	13.1	13.7 3
1999	1	01	12.6	12.5	12.6	12.9	12.6	12.8	12.6	12.8	12.7	13.0	12.7	12.2	12.7
2000	1	01	12.4	12.3	12.6	13.1	13.0	13.0	12.8	13.0	13.3 3	13.7	13.1	13.6	13.0 3
2001	1	01	13.5	13.2	13.0 3	13.2	13.6	13.0	13.1	12.9	13.2	14.5	13.4	13.7	13.4 3
2002	1	01	13.5	13.6	13.9	13.3	13.5	12.7	13.7	13.3	13.9	13.3 3	13.0	13.7	13.5 3
2003	1	01	13.9 3	13.7 3	13.1	13.7 3	13.8 3	13.6	13.1	13.8 3	13.7	14.0	13.1	12.9	13.5 3
2004	2	01	13.3	14.1 3	14.5 3	13.6 3	13.9	13.4	13.4	13.8	13.7 8	13.6	13.7	13.8	13.7 3
2005	1	01	13.7	14.4	13.6	14.2	13.9	13.4	12.8	13.2	13.4	12.6	12.9	12.6 3	13.4 3
2006	1	01	12.9	13.4 3	13.5 3	13.2 3	13.7 3	13.4 3	13.2 3	13.4 3	13.6	13.6	13.2 3	13.4	13.4 3
2007	1	01	13.8 3	13.4 3	13.4 3	13.4	13.5	13.3	13.3	13.0 3	13.5 3	13.0	13.2 3	12.5	13.3 3
2008	1	01	12.8	12.5 3	12.6 3	12.8 3	12.7	13.0 3	12.8 3	12.8 3	13.1 3	12.8	12.9	12.5 3	12.8 3
2009	1	01	12.6	12.5	12.8	13.0 3	13.1	13.1 3	13.0	13.1 3	13.0 3	13.2 3	13.5	13.3 3	13.0 3
2010	1	01	13.4	13.5	13.6	13.5 3	13.3	12.9	12.6	12.5	12.6	12.5 3	11.8 3	11.9	12.8 3
2011	1	01	12.5	12.2	12.1 3	12.6	12.8 3	12.8	12.3	12.6	12.7	12.4	12.7	12.5 3	12.5 3
2012	1	01	12.3	12.3						12.7 3	12.8 3	13.1 3	13.3	12.8	12.8 3
2013	1	01				13.3	12.8	13.0	12.3	12.5	12.8	13.0	12.6	12.9	12.8 3
2014	1	01	12.9	13.0	12.9	13.4	13.0	12.8	12.6	11.9	12.7	12.7 3	12.9	12.9	12.8 3
2015	1	01	12.6	13.1	12.8	13.2	13.2	13.0	13.1	13.1	13.8	13.6			13.2 3
MEDIOS			13.0	13.1	13.1	13.3	13.3	13.1	12.9	13.0	13.3	13.2	12.9	13.0	13.1

MAXIMOS	14.0	14.4	14.6	14.4	13.9	14.0	13.7	13.8	14.1	14.5	13.7	13.9	14.6
MINIMOS	11.8	12.0	12.1	12.6	12.6	12.3	12.2	11.9	12.5	12.4	11.6	11.9	11.6

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								19.6 3	23.4 3	22.5	22.2 3	20.4 3	23.4 3
1988	1	01	21.2 3	22.6	19.8 3	19.6 3	19.4 3	19.2 3	19.8 3	20.4	21.4	20.1	18.6	19.2	22.6 3
1989	1	01	19.6	18.6	20.4 3	19.2 3	20.2 3	19.4	19.8	19.8	21.0	19.0 3	19.8 3	20.8 3	21.0 3
1990	1	01	20.5 3		19.6 3	18.2 3	19.8	21.4 3	19.9	21.6	20.0 3	21.2 3	19.4	18.8 3	21.6 3
1991	1	01	19.4 3	21.6 3	19.8 3	19.0 3	20.2 3	20.0 3	18.8	19.2	22.0	21.2	18.8	20.4 3	22.0 3
1992	1	01	22.6 3	20.4	22.8	20.8 3	20.0 3	20.8	19.8	20.0	21.2	21.2	21.4	20.2	22.8 3
1993	1	01	20.8	20.4	18.4	19.8	19.8	19.0	20.4	21.8	21.0	20.6	19.6	20.6	21.8
1994	1	01	20.2	21.8					20.4	19.8	23.4	22.4	20.0	19.4	23.4 3
1995	1	01	20.4	23.0	19.2	22.8	19.8	21.0	20.0	21.0	21.8	22.0	20.2	19.4	23.0
1996	1	01	18.8	17.0	19.2	22.0	19.2	19.0 3	21.0	20.0 3	24.8	21.0	20.4	20.8	24.8 3
1997	1	01	17.0	21.2 3	21.8	20.4	20.2	21.0	19.8	23.8	29.2 3	22.0	20.8	20.8	29.2 3
1998	1	01	21.4	22.8	21.8 3	21.0	20.4	22.0	19.8	22.0	22.2	23.4	18.4	19.8	23.4 3
1999	1	01	20.0	18.0	19.8	18.9	18.9	19.4	18.4	20.0	20.8	20.0	19.8	19.0 3	20.8 3
2000	1	01	19.0	21.0	19.0	19.0	19.8	19.8	20.0	20.2	20.8 3	21.4	20.8	21.8 3	21.8 3
2001	1	01	22.4 3	21.8	21.4 3	21.8	21.8	20.0	21.2	22.0	22.4	23.0	21.4	20.8	23.0 3
2002	1	01	19.8 3	22.0	22.0	20.2	19.4	19.8	20.4	20.0	22.8	22.0	19.8	21.0	22.8 3
2003	1	01	22.0	21.0	21.2	20.0	19.6 3	21.0	19.4	21.0	21.4	21.2	19.9	21.0 3	22.0 3
2004	1	01	20.8	22.0	22.0	20.2 3	21.2	19.0	20.1	20.4	*	22.0	19.4	19.8	22.0 3
2005	1	01	20.2	21.0	20.0	21.0 3	19.8	20.0	19.8	21.4	22.2	22.0	20.0 3	20.0 3	22.2 3
2006	1	01	18.7 3	21.1 3	20.0 3	20.4	20.0	20.0	19.2	19.8	22.1	21.0	20.4	20.1	22.1 3
2007	1	01	20.2	22.0 3	20.0	20.0	20.0	19.0	19.0	20.0	20.1	20.4	22.0	18.0	22.0 3
2008	1	01	23.0	18.6 3	19.2	20.1 3	19.4	20.0	19.0	19.2	20.0 3	19.2	20.2	18.2 3	23.0 3
2009	1	01	18.8 3	19.8	20.0	20.5	21.0	19.8 3	19.0	20.0	20.4	21.2	22.0 3	20.4 3	22.0 3

2010	1	01	21.2	22.0	21.8 3	21.8	20.4 3	20.0	20.0	20.4	23.0	21.8	18.4	18.4	23.0 3
2011	1	01	20.1	19.2	19.0	20.0	20.8	20.0	19.0 3	20.0 3	19.8	20.0 3	20.0 3	19.8	20.8 3
2012	1	01	19.8	17.8						22.0	21.0 3	21.0	21.0 3	19.8	22.0 3
2013	1	01				21.0 3	20.0	19.4	18.0	19.9	21.0	21.8 3	20.0	20.8 3	21.8 3
2014	1	01	20.2	21.8	21.0	21.0	20.0	20.0	19.8 3	19.0 3	20.8 3	20.0 3	20.0 3	20.4	21.8 3
2015	1	01	19.8	21.1	20.0	20.4	21.0	19.0	20.8	19.0 3	23.0	21.0			23.0 3
MEDIOS			20.3	20.8	20.4	20.4	20.1	20.0	19.7	20.5	21.9	21.2	20.2	20.0	20.4
MAXIMOS			23.0	23.0	22.8	22.8	21.8	22.0	21.2	23.8	29.2	23.4	22.2	21.8	29.2
MINIMOS			17.0	17.0	18.4	18.2	18.9	19.0	18.0	19.0	19.8	19.0	18.4	18.0	17.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES MINIMOS MENSUALES DE TEMPERATURA (oC) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	1	01								8.8 3	5.2 3	4.0	4.0 3	5.8	4.0 3
1988	1	01	7.0	6.5	6.5	7.5	7.5	4.5 3	5.0 3	5.5 3	*				4.5 3
1990	1	01			8.4	8.4 3	8.4	8.4 3	6.4	6.9	2.0 3	8.4 3	7.4 3	7.6 3	2.0 3
1991	1	01	7.0	8.0	8.2	7.0 3	9.0 3	8.0 3	8.0	7.0	7.2 3	7.0	8.8	8.0	7.0 3
1992	1	01	7.0	8.4	7.0	7.4	8.4	8.0	6.8 3	6.2	7.4	8.0	6.0	8.0	6.0 3
1993	1	01	7.4	7.8	8.2	9.0	7.4	9.0	7.0	7.4	7.4	8.2	8.0	8.8	7.0
1994	1	01	7.2	7.2					6.4	6.4	7.4	7.8	7.8	8.4	6.4 3
1995	1	01	7.0	6.8	7.0	8.8	8.2	7.4	6.2	7.2	6.0	7.0	8.4	7.0	6.0
1996	1	01	7.2	6.8	7.0	7.4	7.4	7.7	5.1	7.0	6.0	7.0	5.0	7.4	5.0
1997	1	01	7.0	7.0	7.2	7.0	8.0	5.0 3	6.0	5.4 3	6.0	6.8 3	7.0 3	6.0 3	5.0 3
1998	1	01	3.0 3	6.0	7.0 3	7.0	8.0	7.4	7.0	6.0	5.0	5.4	6.0	6.0	3.0 3
1999	1	01	5.0	5.0	7.0	7.6 3	6.8	6.0	6.0 3	4.0	6.0	5.2	5.0 3	5.3	4.0 3
2000	1	01	5.8	5.2	7.0	6.4	7.0	6.8	3.0	6.0	5.0 3	6.0	5.0	5.0	3.0 3
2001	1	01	5.0	5.0	6.8	5.2	6.2	5.0	5.4	5.2	5.0	6.0 3		7.2 3	5.0 3

2002	1	01	7.0	8.0	6.8	7.0	8.0	7.0	6.0	7.4	6.2	7.8	8.0	7.9	6.0
2003	1	01	6.0 3	7.4 3	7.0 3	7.4	8.8	8.0	7.0	7.0	2.8	8.0	6.0	6.2	2.8 3
2004	1	01	6.2 3	7.0	8.1	7.0 3	8.0	7.7	7.0	7.0	*	8.0	9.0	8.0	6.2 3
2005	1	01	7.3	7.0	9.0	9.0	7.4	8.2 3	6.0	8.0	8.0	6.0	7.0	7.0	6.0 3
2006	1	01	8.1	8.0 3	9.0	9.0 3	8.0 3	7.8	7.2 3	7.3 3	7.4	7.0 3	8.8 3	8.2	7.0 3
2007	1	01	8.0	6.8	9.0	9.0	8.0	8.6 3	7.0 3	7.0	7.8 3	8.0	8.0	7.0	6.8 3
2008	1	01	7.4	8.0 3	8.0 3	7.2 3	8.0 3	7.5	7.0	6.8	7.0	7.0 3	7.4	8.0 3	6.8 3
2009	1	01	9.0	8.2 3	8.0	8.4 3	8.0 3	8.8 3	8.0 3	8.0	7.0 3	7.0 3	9.0 3	8.4 3	7.0 3
2010	1	01	8.0 3	8.0 3	8.0 3	9.0 3	10.0 3	9.0 3	8.0 3	7.7 3	7.8	8.0 3	8.0 3	8.0	7.7 3
2011	1	01	8.0	8.0 3	8.0 3	8.4	9.0 3	8.4 3	8.0 3	8.0 3	8.0	8.0 3	8.0 3	8.0	8.0 3
2012	1	01	8.0 3	8.0 3						8.0 3	8.0 3	8.0 3	8.0 3	8.0 3	8.0 3
2013	1	01				7.9	9.0 3	8.0	7.8	7.0	7.0 3	7.8	8.0 3	9.0 3	7.0 3
2014	1	01	8.0 3	9.0 3	9.0 3	10.0	9.0 3	8.0 3	8.0 3	7.0	8.0	8.9 3	9.0	9.0 3	7.0 3
2015	1	01	8.4 3	9.0 3	8.4 3	9.0 3	9.0	9.0 3	8.0	8.4 3	8.0	9.0 3			8.0 3
MEDIOS			7.0	7.3	7.7	7.9	8.1	7.6	6.7	6.9	6.5	7.2	7.3	7.4	7.3
MAXIMOS			9.0	9.0	9.0	10.0	10.0	9.0	8.0	8.8	8.0	9.0	9.0	9.0	10.0
MINIMOS			3.0	5.0	6.5	5.2	6.2	4.5	3.0	4.0	2.0	4.0	4.0	5.0	2.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE TENSION DE VAPOR (Mb)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52055090 SINDAGUA

LATITUD	0106 N	TIPO EST	CP		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1987-JUL
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2800 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1987	2	01									11.0 3	13.4 3	13.0 3	11.7 3	12.3 3
1988	2	01	12.0	12.3	11.6 3	12.8 3	12.3 3	11.5	10.9 3	10.9	11.8	12.8	13.1	12.2	12.0 3
1989	2	01	12.1	12.0	11.8 3	11.9	12.3	12.0	11.5 3	11.6	12.1	12.4 3	12.7 3	12.4 3	12.1 3
1990	2	01	12.8 3		12.7	13.0	12.9	12.2 3	11.7	11.2		12.0 3	12.4	12.2	12.3 3
1991	2	01	11.9	12.1	12.6	12.3 3	12.2 3	12.4 3	12.0	11.9 3	12.3 3	12.0	12.3	12.4	12.2 3
1992	2	01	11.8	12.2	12.0	11.7	12.2 3	11.7	11.3 3	11.5 3	11.5	11.7 3	12.2	12.7	11.9 3
1993	2	01	12.2	12.8	12.4	12.7	12.5	12.2	11.9	11.2	11.7 3	12.3 3	11.6 3	12.4 3	12.2 3

1994	2	01	12.2 3	12.2					12.0	11.9 3	12.0	12.3			12.1 3
1995	1	01	12.1	12.0 3	12.4	12.6	12.4	12.4	12.3	12.1 3	12.1	12.4 3	12.6 3	12.5	12.3 3
1996	1	01	12.1 3	11.7	12.6	12.6	12.6	12.5 3	11.9	12.1	12.1	12.4	12.3	12.5	12.3 3
1997	1	01	12.8	12.4 3	12.5	12.5	12.5	12.5	9.8	10.9	9.3	10.2	11.5	10.5	11.5 3
1998	1	01	10.9	11.7	12.0	12.4	12.3	11.9	11.4	11.6	11.4	11.9	12.5 3	12.4	11.9 3
1999	1	01	12.7	12.4	12.3	12.4	12.3	12.0	11.0	11.0	12.0	12.0	12.5	12.4	12.1
2000	1	01	12.5	12.0	12.0	12.0	12.1 3	12.2	11.9	11.4	11.8 3	11.7 3	12.3	12.0	12.0 3
2001	1	01	11.6	11.7	11.8 3	11.8 3	11.9	11.5	11.6	10.6	11.1	11.4	12.1	12.3	11.6 3
2002	1	01	12.0	12.1	12.0	12.1	12.3	11.8	11.7	11.6	11.5	11.9 3	12.2	12.3	12.0 3
2003	1	01	12.0 3	12.3 3		12.3 3	12.3 3	12.1	11.7	11.4 3	11.6	12.0	12.1	12.4	12.0 3
2004	1	01	12.2	11.9 3	11.9 3	12.1 3	12.2 3	11.9 3	11.8 3	11.2		12.1	12.2	12.3	12.0 3
2005	1	01	12.0 3	12.1	12.3 3	12.3 3	12.3	12.3	12.0	11.4	11.8	11.9 3	12.3 3	12.5 3	12.1 3
2006	1	01	12.7 3	12.4 3	12.5 3	12.4 3	12.3 3	12.3 3	12.1 3	12.1 3	11.7	12.3 3	12.4 3	12.5	12.3 3
2007	1	01	12.4 3	11.9 3	12.3 3	12.4	12.4	12.2	12.1 3	12.2 3	12.1 3	12.3	12.7 3	12.7 3	12.3 3
2008	1	01	12.6	12.7 3	12.6 3	12.2 3	12.4 3	12.5 3	12.4 3	12.2 3	11.7 3	12.0	12.4	12.4 3	12.3 3
2009	1	01	12.5	12.3	12.3 3	12.4 3	11.9	11.8 3	11.6 3	11.3 3	11.0 3	11.6 3	11.9 3	12.0 3	11.9 3
2010	1	01	11.4	12.2	11.8	12.4 3	12.6	12.0	11.8	10.6	10.7	11.9 3	12.3 3	12.3 3	11.8 3
2011	1	01	11.9	12.2	12.3 3	12.5	12.6 3	12.2	11.9	11.4	11.7	12.3	12.5 3	12.4 3	12.2 3
2012	1	01	12.5	12.5						10.6 3	10.6 3	11.6 3	12.5 3	12.9	11.9 3
2013	1	01				11.8 3	12.4	11.3	10.9	10.9	10.8	11.5	12.4	12.2	11.6 3
2014	1	01	12.2	12.1 3	12.4	11.5	12.3	12.0			10.5	11.6 3	12.5	12.3 3	11.9 3
2015	1	01	12.1	12.4	12.8	12.1	11.9 3	11.5	11.0	10.7 3	10.0	11.4			11.6 3
MEDIOS			12.2	12.2	12.2	12.3	12.3	12.0	11.6	11.4	11.4	12.0	12.4	12.3	12.0
MAXIMOS			12.8	12.8	12.8	13.0	12.9	12.5	12.4	12.2	12.3	13.4	13.1	12.9	13.4
MINIMOS			10.9	11.7	11.6	11.5	11.9	11.3	9.8	10.6	9.3	10.2	11.5	10.5	9.3

****

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos

8 : Curva de gastos

9 : Generados (Series)

9 : Seccion inestable

A : Instr. sedimentado

M : Maximo no extrapol.

* : Datos insuficientes

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE NUBOSIDAD (Octas)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O		FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ			

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1983	1	01	6	6	7	7	6	6	4	5	5 3	6	6	6	6 3
1984	1	01	6	6	6	7 3	2	2	2	2	2	2	2	2	6 3
1995	1	01											6	6	6 3
1996	1	01							5	5	5				5 3
1999	1	01	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2000	1	01	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
2001	1	01	8	8	8	8	8	8	8						8 3
MEDIOS			7	7	7	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7
MAXIMOS			8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
MINIMOS			6	6	6	7	6	6	4	5	5	6	6	6	4

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O		FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ			

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *

1957	3	02	50.0					.0	15.0	4.0	27.0	80.0	40.0	25.0 3	241.0 3
1958	3	02	85.0	65.0	29.0	135.0	97.0	81.0	7.0	48.0	27.0	95.0	171.0	152.0	992.0
1959	3	02	58.0	34.0	45.0	62.0	134.0	68.0	52.0	61.0	.0	96.0	110.0	143.0	863.0
1960	3	02	76.0	164.0	97.0	36.0	97.0	43.0	39.0	35.0	10.0	71.0	53.0	74.0	795.0
1961	3	02	41.0	33.0	72.0	168.0	36.0	56.0	19.0	.0	22.0	209.0	247.0	83.0	986.0
1962	3	02	119.0	94.0	145.0	114.0	144.0	64.0	13.0	60.0	32.0	110.0	127.0	86.0	1108.0
1963	3	02	57.0	170.0	53.0	123.0	65.0	75.0	24.0	1.0	6.0	132.0	225.0	129.0	1060.0
1964	3	02	24.0	59.0	64.0	160.0	28.0	121.0	40.0	28.0	24.0	108.0	132.0	151.0	939.0
1965	3	02	117.0	3.0	15.0	215.0	111.0	5.0	10.0	7.0	85.0	80.0	216.0 3	125.0 3	989.0 3
1966	3	02	46.0	91.0	119.0	115.0	109.0	67.0	63.0	34.0	49.0	110.0	238.0	200.0	1241.0
1967	3	02	106.0	104.0	106.0	63.0	62.0	44.0	32.0	11.0	17.0	120.0	119.0	8.0	792.0
1968	3	02	48.0	71.0	167.0	139.0	18.0	76.0	14.0	35.0	54.0	221.0	236.0	32.0	1111.0
1969	1	01	115.0	45.0	40.0	207.0	94.0	48.0	4.0	30.0	150.0	165.0	85.0	144.0	1127.0
1970	1	01	54.5	181.0	73.0	92.0	170.5 3	62.0	24.5	35.5	111.0	129.0	222.5	164.0	1319.5 3
1971	1	01	212.0	145.0	204.0	76.0	98.0	48.0	35.0	35.0	38.0	183.0	146.0	41.0	1261.0
1972	1	01	154.0	137.0	84.0	88.0	83.0	67.5	27.0	99.0	34.0	117.0	142.0	64.0	1096.5
1973	1	01	15.0	77.0	83.0	92.0	55.0	56.0	45.0	43.0	54.0	506.0	97.0	197.0	1320.0
1974	1	01	138.0	154.0	185.0	105.0	119.0	86.0	84.0	5.0	59.0	71.0	244.0	120.0	1370.0
1975	1	01	13.0	117.0	101.0	43.0	41.0	70.0	87.0	29.0	54.0	104.0	187.0	131.0	977.0
1976	1	01	33.0	16.0	48.0	110.0	83.0	16.0	20.0	47.0	51.0	123.0	71.0	39.0	657.0
1977	1	01	30.5	30.5	47.0	36.0	37.0	20.0	21.0	12.0	60.0	83.0	21.0	43.0	441.0
1978	1	01	39.0	38.0	96.0	178.0	69.0	63.5	49.5	16.0	32.0	57.0	68.0	153.0	859.0
1979	1	01	49.0	48.0	241.0	152.0	149.0	24.0	24.0	100.0	86.0	97.0	110.0	61.0	1141.0
1980	1	01	92.0	99.0	52.0	97.0	55.0	41.0	6.0	16.2	31.7	114.8	120.7	35.9	761.3
1981	1	01	26.6	25.1	131.6	103.8	101.2	37.2	37.5	39.1	3.4	15.0	107.7	90.7	718.9
1982	1	01	61.3	90.1	131.1	186.9	129.3	12.2	9.3	6.9	4.4	66.3	162.1	103.6	963.5
1983	1	01	47.1	60.7	56.5	138.4	141.1	11.5	8.2 3	3.5	14.6 3	131.5	85.4	130.1	828.6 3
1984	1	01	168.2	170.5	89.8	174.6	133.2	15.3	38.6	15.3	63.6	172.9	239.4	21.1	1302.5
1985	1	01	241.0	40.3	30.3	65.2	155.0	55.0	27.5	44.0	71.1	79.7	86.5 3	108.4 3	1004.0 3
1986	1	01	78.1	109.6	141.1	102.2	78.4	12.6	8.3	16.2	39.8	248.9	152.0	43.2	1030.4
1987	1	01	51.8	23.3	97.3	129.3	182.7	12.8	32.7	38.6	41.3	219.7	49.5	22.6	901.6
1988	1	01	74.7	71.0	24.6	166.9	105.5	86.1	31.3	93.9	68.4	126.8	281.9	144.2	1275.3
1989	1	01	87.7	86.4	98.1	67.5	61.9	109.1	10.7	15.9	32.8	123.7	61.7	121.5	877.0
1990	1	01	69.3	147.6	58.4	78.1	29.5	16.2	28.5	.0	32.9	161.0	42.8	65.9	730.2
1991	1	01	68.3	38.8	204.9	98.8	68.2	6.7	25.5	8.9	14.3	42.1	233.3	95.0	904.8
1992	1	01	17.9	38.9	41.5	74.3	55.1	4.4	27.9	19.5	84.5	26.1	105.8	110.0	605.9
1993	1	01	106.4	122.7	144.2	133.3	99.1	10.1	25.0	8.3	78.8	127.7	239.8	175.8	1271.2

1994	1	01	240.3	68.8	105.1	199.3	75.5	13.8	13.8	15.2	46.1	122.3	116.9	19.4	1036.5
1995	1	01	33.3	67.6	58.9	112.5	83.1	59.9	50.7	23.3	12.9	126.8	118.9	24.3 3	772.2 3
1996	1	01	91.7	117.2	188.7	145.4	154.0	88.6	42.7	24.2	35.5	126.5	72.8	126.9	1214.2
1997	1	01	255.8	59.4	92.4	62.8	58.0	71.4	.6	2.5	55.0	110.8	194.6	30.5	993.8
1998	1	01	19.2	36.1	121.0	86.1	127.6	26.5	46.1	40.2	37.0	138.9	214.2	43.4	936.3
1999	1	01	152.8	218.3	89.0	111.3	89.4	48.0	22.0	29.0	155.1	162.6	196.7	228.4 3	1502.6 3
2000	1	01	178.6	107.1 8	112.5	147.0	233.0	85.7	36.4	21.9	93.9	72.6	56.2	43.2	1188.1
2001	1	01	66.7	51.8	49.5	60.1	149.8	33.3	32.0	.9	52.4	34.7	102.8	107.0	741.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	90.5	36.4	53.0	156.8	69.1	78.9	6.6	14.3	48.9	95.7	70.3	78.1	798.6
2003	1	01	18.1	29.9	95.0	91.5	35.4	13.3	31.8	3.0	90.8	97.6	107.0	35.3 3	648.7 3
2004	1	01	64.5	38.5 3	54.6	129.1	77.3	19.3	11.2	4.2	26.2	185.9	190.5	95.3	896.6 3
2005	1	01	74.8	83.1 3	152.1	125.7	195.9	36.9	19.8	13.5	42.9	139.1	126.1	151.9	1161.8 3
2006	1	01	108.4	77.1	174.4	224.2	53.6	110.9	15.8	15.2	16.2	91.5	159.0	128.9	1175.2
2007	1	01	60.6	18.2	133.1	120.5	70.8 3	43.7	44.1	30.2	3.7	208.6	149.4	126.6	1009.5 3
2008	1	01	144.3	105.4	127.0	141.7	191.3	50.3	12.1	27.1	27.0	188.2	155.7	183.1	1353.2
2009	1	01	129.3	118.0	123.5	97.8	64.8	46.1	21.5	16.1	36.8	120.9	127.6	148.8	1051.2
2010	1	01	9.8	46.0	39.7	162.1	159.3	54.5	96.5	14.0	54.7	142.3	266.5	123.1	1168.5
2011	1	01	89.2	150.3	131.3 3	170.3	85.8	59.2	81.2	18.3	33.2	138.0	101.8	217.5	1276.1 3
2012	1	01	216.3	98.9	93.9	167.7	29.8	10.4	7.0		.0	80.2 3	92.1	50.4	846.7 3
2013	1	01	33.3	156.2 3	67.3		184.5	7.1	39.2	22.3	9.2	62.7	75.8 3	60.7	718.3 3
2014	1	01	144.1	45.9	185.1	59.4	202.3 3	84.2	20.0	9.8	33.7	155.7 3	164.3	181.7	1286.2 3
2015	1	01	89.8	29.8	70.4	76.7	22.9	10.4	30.2	5.0	5.9	91.9	104.1		537.1 3
MEDIOS			87.8	82.1	98.8	118.8	98.4	46.5	29.6	25.0	43.7	125.7	139.7	100.6	996.9
MAXIMOS			255.8	218.3	241.0	224.2	233.0	121.0	96.5	100.0	155.1	506.0	281.9	228.4	506.0

MINIMOS	9.8	3.0	15.0	36.0	18.0	0.0	0.6	0.0	0.0	15.0	21.0	8.0	0.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O		FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ			

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	7					0	3	3	6	8	3	5 3	35 3
1958	3	02	11	13	5	16	14	8	5	6	3	13	16	14	124
1959	3	02	12	3	7	13	13	16	9	9	0	10	13	15	120
1960	3	02	10	15	11	11	12	9	8	3	2	13	9	11	114
1961	3	02	5	5	9	15	8	12	7	0	5	18	19	13	116
1962	3	02	16	18	16	18	21	15	6	7	8	12	18	9	164
1963	3	02	11	23	10	15	11	9	4	1	2	11	17	14	128
1964	3	02	1	6	8	13	7	16	6	3	3	15	16	15	109
1965	3	02	13	1	2	14	17	2	2	2	5	13	23 3	8 3	102 3
1966	3	02	7	10	9	11	11	12	8	7	6	14	24	17	136
1967	3	02	10	12	10	9	13	10	7	4	4	14	13	3	109
1968	3	02	9	9	14	10	3	9	6	4	6	20	14	6	110
1969	1	01	9	7	9	20	13	8	2	5	9	17	14	16	129
1970	1	01	11	19	8	11	18 3	11	7	8	9	15	22	16	155 3
1971	1	01	14	14	23	14	15	14	6	10	6	21	17	10	164
1972	1	01	18	11	16	12	13	10	7	8	4	9	17	8	133
1973	1	01	6	7	9	10	14	12	10	8	14	16	15	17	138
1974	1	01	10	13	17	10	12	14	10	2	14	13	23	13	151
1975	1	01	6	17	13	8	11	17	14	9	7	19	21	23	165
1976	1	01	11	9	10	16	17	7	9	10	9	20	15	16	149
1977	1	01	8	9	10	12	7	4	5	4	8	12	6	8	93
1978	1	01	9	4	14	19	13	11	7	6	9	8	9	22	131
1979	1	01	9	4	16	12	16	6	1	10	10	14	17	11	126

1980	1	01	11	16	8	13	6	6	3	4	7	14	14	8	110	
1981	1	01	5	6	18	17	19	6	9	7	4	3	14	12	120	
1982	1	01	10	6	18	14	12	2	2	1	3	16	13	13	110	
1983	1	01	9	7	13	16	12	2	4 3	5	6 3	17	12	16	119	3
1984	1	01	19	17	11	15	13	5	6	1	6	10	16	3	122	
1985	1	01	18	8	3	5	16	3	7	8	9	9	7 3	10 3	103	3
1986	1	01	6	11	14	15	9	3	4	3	6	21	16	8	116	
1987	1	01	4	4	10	11	16	5	12	8	4	19	6	5	104	
1988	1	01	10	9	5	19	10	13	5	14	15	18	27	18	163	
1989	1	01	14	9	15	10	12	19	7	9	12	17	15	12	151	
1990	1	01	10	18	17	14	14	8	5	0	6	21	8	18	139	
1991	1	01	14	8	22	12	15	5	7	4	5	5	17	16	130	
1992	1	01	7	7	8	12	14	3	7	2	11	6	13	14	104	
1993	1	01	11	15	19	14	15	3	5	3	6	8	18	11	128	
1994	1	01	16	9	12	15	16	3	3	3	6	12	14	5	114	
1995	1	01	5	5	8	10	12	7	11	5	5	13	15	6 3	102	3
1996	1	01	18	17	18	20	20	8	6	5	8	17	11	13	161	
1997	1	01	23	11	11	11	12	12	1	3	5	8	20	4	121	
1998	1	01	2	4	10	18	18	7	13	10	8	17	22	6	135	
1999	1	01	19	22	12	20	16	12	9	5	19	22	21	22 3	199	3
2000	1	01	21	*	21	22	25	15	11	11	17	11	14	12	180	3
2001	1	01	11	10	15	10	10	8	6	1	13	2	12	20	118	

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION NACIONAL AMBIENTAL

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *	
2002	1	01	10	5	11	15	7	7	3	2	5	13	8	6	92	
2003	1	01	5	2	10	9	9	5	3	2	7	13	14	9 3	88	3
2004	1	01	7	7 3	7	13	9	4	5	2	5	18	15	10	102	3

2005	1	01	13	12 3	12	15	15	6	5	2	9	16	13	19	137 3
2006	1	01	22	11	18	23	13	13	7	5	6	13	22	15	168
2007	1	01	6	6	14	22	18 3	15	11	10	2	22	19	20	165 3
2008	1	01	19	22	16	21	19	15	9	12	9	20	18	25	205
2009	1	01	21	15	19	14	9	11	8	12	6	11	13	13	152
2010	1	01	6	10	10	25	15	9	16	4	11	19	27	27	179
2011	1	01	13	23	18 3	24	13	10	14	5	10	19	15	23	187 3
2012	1	01	23	22	13	21	10	9	5		0	11 3	17	13	144 3
2013	1	01	7	15 3	10		27	4	14	5	4	13	11 3	13	123 3
2014	1	01	11	6	15	8	20 3	14	5	6	7	12 3	18	17	139 3
2015	1	01	11	5	18	11	13	6	13	2	2	9	16		106 3
MEDIOS			11	11	13	14	14	9	7	5	7	14	15	13	133
MAXIMOS			23	23	23	25	27	19	16	14	19	22	27	27	27.0
MINIMOS			1	1	2	5	3	0	1	0	0	2	3	3	0.0

♀ I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION 1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ	

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1957	3	02	22.0					.0	13.0	2.0	6.0	19.0	16.0	11.0 3	22.0 3
1958	3	02	18.0	10.0	10.0	22.0	20.0	23.0	2.0	21.0	13.0	15.0	20.0	31.0	31.0
1959	3	02	9.0	19.0	10.0	14.0	27.0	12.0	18.0	23.0	.0	21.0	24.0	22.0	27.0
1960	3	02	17.0	23.0	32.0	6.0	20.0	17.0	17.0	15.0	7.0	17.0	15.0	14.0	32.0
1961	3	02	17.0	10.0	15.0	30.0	12.0	11.0	4.0	.0	7.0	36.0	36.0	12.0	36.0
1962	3	02	25.0	19.0	30.0	21.0	23.0	10.0	4.0	24.0	14.0	23.0	23.0	25.0	30.0
1963	3	02	21.0	25.0	10.0	19.0	15.0	20.0	12.0	1.0	4.0	30.0	35.0	30.0	35.0
1964	3	02	24.0	17.0	15.0	24.0	7.0	17.0	20.0	24.0	10.0	17.0	18.0	22.0	24.0
1965	3	02	23.0	3.0	8.0	48.0	18.0	3.0	7.0	4.0	37.0	14.0	25.0 3	27.0 3	48.0 3

1966	3	02	13.0	21.0	25.0	30.0	25.0	12.0	17.0	9.0	14.0	22.0	25.0	42.0	42.0
1967	3	02	30.0	17.0	25.0	12.0	14.0	10.0	18.0	8.0	7.0	25.0	25.0	5.0	30.0
1968	3	02	9.0	15.0	29.0	32.0	8.0	25.0	5.0	21.0	29.0	30.0	51.0	18.0	51.0
1969	1	01	36.0	9.0	12.0	41.0	24.0	15.0	2.0	10.0	43.0	22.0	14.0	35.0	43.0
1970	1	01	9.0	35.0	16.0	25.0	27.0 3	16.0	8.0	13.0	28.0	30.0	25.0	31.0	35.0 3
1971	1	01	35.0	31.0	26.0	15.0	15.0	10.0	15.0	22.0	21.0	30.0	30.0	15.0	35.0
1972	1	01	27.0	35.0	15.0	25.0	28.0	15.0	12.0	40.0	18.0	31.0	33.0	30.0	40.0
1973	1	01	4.0	30.0	29.0	30.0	10.0	12.0	13.0	10.0	9.0	76.0	15.0	36.0	76.0
1974	1	01	33.0	24.0	48.0	25.0	30.0	20.0	24.0	4.0	9.0	16.0	23.0	30.0	48.0
1975	1	01	5.0	17.0	19.0	19.0	8.0	11.0	12.0	6.0	22.0	12.0	18.0	13.0	22.0
1976	1	01	10.0	4.0	11.0	16.0	13.0	5.0	7.0	13.0	10.0	12.0	17.0	8.0	17.0
1977	1	01	12.0	7.0	14.0	6.0	14.0	12.0	14.0	5.0	13.0	15.0	8.0	12.0	15.0
1978	1	01	15.0	19.0	14.0	28.0	17.0	11.0	17.0	5.0	7.0	20.0	20.0	17.0	28.0
1979	1	01	15.0	21.0	59.0	39.0	26.0	7.0	24.0	25.0	31.0	26.0	20.0	16.0	59.0
1980	1	01	22.0	12.0	35.0	23.0	36.0	15.0	3.0	9.1	13.1	26.3	30.0	17.6	36.0
1981	1	01	12.2	7.2	18.5	13.6	11.3	9.9	12.9	17.0	2.0	8.4	22.0	19.8	22.0
1982	1	01	10.5	30.9	31.2	38.7	41.6	12.0	6.2	6.9	2.3	12.4	29.6	28.1	41.6
1983	1	01	20.0	29.0	12.9	48.1	23.0	7.0	5.7 3	1.8	6.0 3	24.6	21.1	23.2	48.1 3
1984	1	01	19.3	26.5	23.4	22.4	27.7	6.3	17.9	15.3	24.0	41.7	53.7	10.6	53.7
1985	1	01	25.4	20.2	15.3	23.1	27.3	27.7	10.1	14.5	26.6	28.3	25.7 3	16.3 3	28.3 3
1986	1	01	25.1	16.5	20.0	14.6	18.6	5.2	5.7	10.0	13.2	44.1	27.8	14.0	44.1
1987	1	01	23.0	12.0	21.2	38.5	40.0	3.6	6.2	11.2	25.5	50.0	14.4	10.0	50.0
1988	1	01	22.0	15.3	7.5	19.0	25.6	26.2	10.0	16.8	16.0	35.7	43.5	24.3	43.5
1989	1	01	20.6	28.5	36.0	25.8	17.5	15.0	5.4	4.4	10.0	26.9	25.2	19.8	36.0
1990	1	01	37.0	28.3	17.0	12.0	5.1	7.1	21.3	.0	19.0	32.0	13.4	16.0	37.0
1991	1	01	20.5	8.5	51.0	43.7	23.6	2.4	11.6	5.2	5.8	25.2	46.8	16.5	51.0
1992	1	01	7.4	22.7	15.9	34.8	18.3	1.6	18.5	16.3	18.5	9.2	27.5	23.2	34.8
1993	1	01	18.9	36.6	14.5	40.0	15.5	6.5	11.1	3.2	33.9	46.2	36.2	35.8	46.2
1994	1	01	31.1	12.7	16.5	40.3	29.3	7.4	8.0	7.2	23.1	38.5	41.1	7.4	41.1
1995	1	01	18.5	35.5	17.2	39.6	21.1	18.5	14.2	8.5	4.2	24.0	26.6	7.5 3	39.6 3
1996	1	01	11.9	27.5	37.2	28.9	22.5	33.6	18.0	11.2	13.5	21.3	19.8	32.7	37.2
1997	1	01	22.3	23.2	20.0	15.5	16.8	13.7	.6	1.1	25.6	29.8	50.3	20.3	50.3
1998	1	01	18.6	17.2	49.5	13.5	33.1	13.0	8.5	11.9	11.7	22.7	42.7	12.2	49.5
1999	1	01	20.8	24.1	22.2	18.3	10.5	10.9	6.3	14.2	15.5	25.6	36.8	24.3 3	36.8 3
2000	1	01	30.1	*	22.3	31.2	48.7	16.7	16.5	7.3	19.5	20.4	24.1	14.3	48.7 3
2001	1	01	14.7	17.3	10.5	12.3	94.4	16.4	9.9	.9	12.0	27.0	15.7	16.7	94.4

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms) NACIONAL AMBIENTAL

EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06 ESTACION : 52050080 TANGUA

LATITUD	0105 N	TIPO EST	PM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1957-ENE
LONGITUD	7723 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	TANGUA	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2420 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	TELLEZ		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
2002	1	01	29.0	28.3	18.7	58.3	24.7	23.9	2.7	12.8	24.0	14.3	17.7	27.9	58.3
2003	1	01	6.9	26.7	28.7	23.0	19.3	5.0	14.3	2.1	39.5	19.9	27.9	10.4 3	39.5 3
2004	1	01	22.5	10.1 3	29.7	30.1	25.2	13.3	3.1	2.9	8.5	29.8	51.0	29.2	51.0 3
2005	1	01	16.3	34.7 3	25.0	29.5	46.1	10.6	6.2	12.2	12.2	19.5	31.9	21.4	46.1 3
2006	1	01	23.1	33.2	31.2	39.9	24.8	25.4	7.1	8.8	5.5	27.2	31.9	23.7	39.9
2007	1	01	29.4	8.8	39.8	22.9	15.5 3	16.8	13.2	15.5	2.9	34.0	23.8	18.0	39.8 3
2008	1	01	31.9	19.6	30.4	24.6	40.1	24.7	3.0	10.0	11.5	40.5	43.0	43.2	43.2
2009	1	01	26.3	23.5	28.3	19.6	25.8	18.2	8.2	5.5	27.5	23.5	33.2	31.6	33.2
2010	1	01	5.1	13.2	13.6	34.0	43.5	18.9	26.6	8.7	15.9	25.4	24.6	14.6	43.5
2011	1	01	32.2	38.7	20.7 3	25.5	19.9	30.5	38.2	13.8	14.9	18.4	30.9	34.3	38.7 3
2012	1	01	31.9	17.9	18.6	32.1	6.2	1.8	3.1		.0	15.4 3	34.2	8.6	34.2 3
2013	1	01	9.8	57.2 3	19.5		61.2	2.6	9.2	8.4	4.2	14.7	14.9 3	13.7	61.2 3
2014	1	01	38.4	16.4	72.7	19.2	43.2 3	37.6	10.5	5.5	22.9	39.0 3	31.6	51.1	72.7 3
2015	1	01	26.8	22.4	13.6	22.5	3.5	4.0	7.2	4.1	5.1	39.2	24.2		39.2 3
MEDIOS			20.5	21.3	23.7	26.4	24.3	13.6	11.3	10.5	15.2	26.1	27.6	21.4	20.2
MAXIMOS			38.4	57.2	72.7	58.3	94.4	37.6	38.2	40.0	43.0	76.0	53.7	51.1	94.4
MINIMOS			4.0	3.0	7.5	6.0	3.5	0.0	0.6	0.0	0.0	8.4	8.0	5.0	0.0

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos

4 : Definitivos Otra Entidad

4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19

ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1953	1	01					101.1 3	11.2	24.0	5.0	98.0	157.0	130.0	117.5	643.8 3
1954	1	01	36.7 8	38.6 8	42.5 8	60.4 8	42.1 8	32.2 8	21.8 8	16.0 8	30.0 8	77.4 8	75.8 8	64.2 8	537.7
1955	1	01	35.8 8	37.7 8	41.5 8	59.0 8	41.0 8	31.6 8	21.3 8	15.8 8	29.0 8	75.2 8	73.7 8	62.4 8	524.0
1956	3	08	18.8	62.0	16.5	82.1	25.0	25.1	14.4	1.7	75.3	123.1	31.7	116.9	592.6
1957	1	01	25.0	17.0	40.9	62.6	83.3	2.1	2.9 8	2.5	15.6	54.0	27.5	58.3	391.7
1958	1	01	52.8	21.1	15.0	50.3	27.0	53.5	19.7	60.8	31.5	80.0	121.3	66.9	599.9
1959	1	01	56.1	47.1	57.5	54.4	55.6	64.4	58.8	59.5	5.5	51.1	79.6	72.0	661.6
1960	1	01	52.7	126.4	80.9	19.8	53.0	36.1	32.1	15.8	14.1	93.0	56.0	67.5	647.4
1961	1	01	27.8	20.3	61.3	153.9	15.3	51.2	10.6	8.6	27.2	66.5	148.2	28.0	618.9
1962	3	12	78.7	66.0 6	83.5	75.8	105.8	38.2	9.7	58.7	23.1	71.6	82.5	128.2	821.8
1963	3	12	26.1	117.0 6	61.0 6	108.5	77.9	60.9	14.7	15.7	28.0	77.0	99.1	38.4	724.3
1964	3	12	16.9	25.2	18.1	93.0	15.7	93.2	29.1	53.0	41.8	122.8	89.6	153.9	752.3
1965	3	12	71.1	11.3	48.8	157.5	68.4	7.5	39.7	10.5	62.1	76.6	246.0	102.1	901.6
1966	3	12	24.5	32.5	71.5	56.8	79.1	53.0	39.7	18.2	40.3	55.2	181.4	151.9	804.1
1967	1	01	36.0	60.8	45.3	17.2	40.8	62.1	38.0 6	19.9	22.1	174.1	182.4	70.8	769.5
1968	3	12	41.5	84.0	91.3	144.7	8.1	105.1	39.0 6	44.0 6	56.0 6	101.0 6	91.5	72.0	878.2
1969	1	01	68.6	42.2	39.3	70.3	42.2	59.2	12.5	32.5	97.3	142.2	81.0 6	67.0 6	754.3
1970	1	01	74.0 6	109.0 6	77.0 6	86.0 6	87.0 6	46.0 6	46.0 6	47.0 6	59.0 6	123.3	246.3	91.4	1092.0
1971	1	01	212.4	125.7	174.2	107.5	67.8	38.5	37.0 6	39.0 6	90.0 6	186.9	134.5	30.2	1243.7
1972	1	01	192.6	62.0	71.3 3	89.9	67.7	47.6	39.8	58.3	30.2	116.6	137.7	55.9	969.6 3
1973	1	01	27.8	43.4	24.6	53.4	57.1	65.0	80.0	50.7	60.6	122.6	132.7	100.8	818.7
1974	1	01	68.3	103.9	136.3	93.1	63.8	65.8	55.2	21.2	50.2	119.7	162.1	138.8	1078.4
1975	1	01	18.6	93.9	84.9	72.8	42.8	121.5	52.1	76.4	55.1	114.4	149.5	98.4	980.4
1976	1	01	60.1	67.0	76.9	94.3	63.3	42.2	48.1	26.1	34.5	130.2	113.6	53.4	809.7
1977	1	01	19.5	21.1	110.8	123.1	37.2	31.1	34.0	24.4	71.4	59.4	48.5	41.2	621.7
1978	1	01	55.5	37.2	51.8	96.8	30.3	44.8	31.3	15.9	30.9	36.0	38.4	132.6	601.5
1979	1	01	76.4	20.7	119.9	68.8	60.5	23.6	33.0	80.2	42.7	62.9	81.1	86.3	756.1
1980	1	01	79.9	73.2	36.2	77.2	30.3	30.9	28.6	21.4	44.1	126.4	77.4	51.5	677.1
1981	1	01	26.0	20.2	65.0 8	61.5	91.4	48.5	52.2	55.7	9.5	51.1	123.3	122.0	726.4
1982	1	01	103.7	102.8	125.3	79.9	64.2	18.4	62.9	13.1	15.3	64.9	69.9	103.3	823.7
1983	1	01	28.5	45.2	64.6	106.5	52.5	19.6	14.7	11.5	26.4	126.3	48.8	91.6	636.2
1984	1	01	137.4	77.8	82.3	138.8	97.4	17.1	23.7	28.8	65.8	94.5	73.3	54.6	891.5
1985	1	01	70.7	33.3	52.4	95.9	82.1	31.2	15.8	20.5	63.9	60.0	52.1	61.2	639.1
1986	1	01	61.1	67.7	85.9	61.1	75.8	25.5	17.7	24.6	21.1	143.4	76.1	38.8	698.8
1987	1	01	40.8	28.2	92.6	147.1	112.9	19.4	23.6	30.2	16.9	115.2	52.5	66.8 8	746.2
1988	1	01	33.5	42.9	29.7	124.1	97.2	71.2	30.8	70.0	59.7	62.2	159.8	75.9	857.0

1989	1	01	75.8	51.9	77.1	55.9	27.4	85.8	30.9	23.3	24.6	66.6	28.7	72.2	620.2
1990	1	01	42.8	99.6	50.4	72.1	55.2	54.7	38.1	11.3	22.9	112.9	30.7	37.3	628.0
1991	1	01	60.4	86.8	92.2	68.3	69.8	28.0	38.0	24.8	18.7	25.8	114.5	45.2	672.5
1992	1	01	22.1	32.0	30.4 3	52.3	53.1	10.0	19.2	14.9	29.8	40.5	41.8	47.0	393.1 3
1993	1	01	89.3	87.7	107.7	66.3	74.5	21.9	21.5	17.5	15.6	63.1	176.0	109.5	850.6
1994	1	01	98.5	36.3	94.5	120.7	88.5	22.8	16.2	26.9	32.4	45.8	120.4	74.5	777.5
1995	1	01	29.1	43.0	41.2	66.9	106.8	41.0	43.7	22.2	4.0	72.1	113.1	39.6	622.7
1996	1	01	105.4	97.3	132.0	121.4	108.8	62.2	16.7	43.1	422.3	257.4	84.1	120.0	1570.7
1997	1	01	149.9	65.6	75.4	62.9	46.5	89.8	23.0	11.2	54.7	68.7	97.0	48.4	793.1
1998	1	01	9.9	44.2	67.8	45.1	155.4	28.5	42.3	29.7	29.1	72.8	90.6	53.8	669.2
1999	1	01	114.2	174.4	91.4	79.3	58.5	68.6	22.5	20.9	567.0	110.8	180.6	178.2	1666.4
2000	1	01	107.8	128.0	67.0	125.5	177.7	90.5	38.6	19.2	66.7	57.4	51.9	42.9	973.2
2001	1	01	56.6	59.7	33.1	55.5	50.6	34.6	30.2	21.9	32.1	25.7	101.5	74.9	576.4
2002	1	01	73.7	35.7	35.7	75.0	66.1	62.4	29.1	22.3	53.7	133.3	87.1	52.2	726.3
2003	1	01	20.9	36.3	95.6	75.5	57.9	51.9	40.4	5.5	50.2	91.3	98.1	62.6 3	686.2 3
2004	1	01	68.3	15.5	69.1	75.7 3	51.7	34.2	25.0 3	10.1	26.4 3	155.0	94.9	64.0	689.9 3
2005	1	01	72.2	75.4	114.0 3	89.0 3	79.3	43.1 3	40.1	31.6	60.7	143.7	105.3	170.8	1025.2 3
2006	1	01	60.6	66.6	162.0	130.0	26.5	*	77.1	30.0	11.7	88.3 3	111.4	112.5	876.7 3
2007	1	01	50.9	39.8	98.1	63.0 3	40.5	36.7 3	42.9	43.8	10.9	182.5	116.6 3	149.1	874.8 3
2008	1	01	119.3	111.3	135.8	89.1	141.9	39.9	17.9	34.5	33.3	111.0	91.0	138.7	1063.7
2009	1	01	139.8	83.9	117.2	69.7	34.2	31.3	15.8	18.7	22.2	94.8	101.1	77.4	806.1
2010	1	01	4.4	82.6	47.2	138.3	84.1	51.5	72.1	11.1	48.5	127.0	214.5	101.4	982.7
2011	1	01	67.5	136.6	129.9	135.0	98.9	52.0	94.8	14.2	29.0	109.5	84.4	151.0	1102.8
2012	1	01	152.0	103.3	84.5	113.6		13.4 3			5.3				472.1 3
2013	1	01							39.4 3	25.8	12.4 3	126.1 3	100.0	64.5	368.2 3
2014	1	01	115.5	27.7	80.5	59.5	171.0	74.1	37.6	16.1 3	30.6	80.0	83.4 3	71.3 3	847.3 3
2015	1	01	60.7 3	46.7	77.2	51.3	24.8	36.9	33.6 3	13.4	5.1	39.1			388.8 3
MEDIOS			66.0	63.2	75.1	85.3	67.4	45.3	33.9	27.7	51.8	97.0	103.2	83.5	799.2
MAXIMOS			212.4	174.4	174.2	157.5	177.7	121.5	94.8	80.2	567.0	257.4	246.3	178.2	567.0
MINIMOS			4.4	11.3	15.0	17.2	8.1	2.1	2.9	1.7	4.0	25.7	27.5	28.0	1.7

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES No DIAS MENSUALES DE PRECIPITACION

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19

ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1953	1	01					10 3	3	6	3	12	19	16	17	86 3
1956	3	08	8	10	3	12	8	10	4	2	7	18	10	10	102
1957	1	01	6	2	8	12	13	2		2	6	9	5	7	72 3
1958	1	01	9	5	4	10	9	5	7	11	6	15	16	13	110
1959	1	01	11	4	12	8	11	13	16	9	5	13	15	14	131

1960	1	01	11	17	13	9	8	6	9	6	6	16	12	11	124	
1961	1	01	6	10	14	13	12	15	9	6	8	14	20	13	140	
1962	3	12	12		13	13	19	12	8	11	7	11	12	14	132	3
1963	3	12	3			15	10	9	5	6	6	7	15	15	91	3
1964	3	12	1	8	7	13	9	16	7	7	7	16	11	21	123	
1965	3	12	11	6	11	17	11	9	10	7	8	10	21	10	131	
1966	3	12	12	12	22	20	17	16	13	14	12	16	26	23	203	
1967	1	01	10	13	12	20	18	21		10	9	16	16	11	156	3
1968	3	12	16	14	17	16	4	15					15	10	107	3
1969	1	01	19	7	12	12	6	9	4	10	8	19			106	3
1970	1	01										11	22	13	46	3
1971	1	01	16	16	21	13	15	14				20	20	8	143	3
1972	1	01	19	12	13 3	17	20	20	24	15	18	16	23	18	215	3
1973	1	01	16	15	16	18	21	23	23	22	17	23	22	24	240	
1974	1	01	19	19	20	19	19	20	20	17	20	24	23	23	243	
1975	1	01	22	17	16	18	21	24	22	22	17	26	27	26	258	
1976	1	01	19	12	25	21	23	20	18	17	15	20	23	20	233	
1977	1	01	9	11	23	27	15	19	18	20	17	14	19	20	212	
1978	1	01	14	14	21	24	16	17	19	8	14	17	15	18	197	
1979	1	01	13	11	16	18	20	17	16	19	14	16	21	19	200	
1980	1	01	22	18	22	21	19	18	14	12	16	13	16	21	212	
1981	1	01	9	14		21	22	16	12	15	11	13	20	20	173	3
1982	1	01	21	17	22	22	19	13	20	15	11	17	16	23	216	
1983	1	01	17	17	19	17	23	9	13	13	19	22	16	23	208	
1984	1	01	26	21	22	23	23	18	18	16	19	15	17 3	16	234	3
1985	1	01	20	11	14	18	18	14	18	18	16	17	14	20	198	
1986	1	01	17	17	23	19	16	16	14	13	12	27	16	21	211	
1987	1	01	18	17	16	20	19	16	15	15	13	23	15		187	3
1988	1	01	14	14	8	25	20	22	14	20	20	20	25	21	223	
1989	1	01	20	19	18	18	18	22	15	14	13	17	17	18	209	
1990	1	01	13	20	17	25	18	18	11	10	12	16	15	19	194	
1991	1	01	15	13	24	20	23	14	18	16	11	13	21	17	205	
1992	1	01	11	13	14 3	21	19	12	14	14	15	9	16	21	179	3
1993	1	01	12	20	25	19	17	14	15	10	13	14	21	18	198	
1994	1	01	19	13	18	20	21	17	15	14	15	14	20	20	206	
1995	1	01	12	7	22	20	22	19	21	12	9	18	23	17	202	
1996	1	01	22	22	26	22	27	14	12	14	17	13	13	19	221	
1997	1	01	28	21	19	16	24	20	13	16	9	12	18	12	208	
1998	1	01	8	8	16	17	21	16	17	19	13	20	25	18	198	
1999	1	01	26	27	22	22	20	25	16	7	25	17	21	24	252	
2000	1	01	26	20	23	26	25	20	14	18	22	15	19	17	245	
2001	1	01	16	16	18	16	17	14	13	10	15	6	18	24	183	
2002	1	01	21	11	19	16	21	14	16	11	14	17	18	7	185	
2003	1	01	5	15	16	21	20	19	14	5	14	22	24	20 3	195	3
2004	1	01	10	11	12	19 3	21	21	20 3	13	9 3	20	19	18	193	3
2005	1	01	21	18	17 3	14 3	11	15 3	14	10	13	21	18	26	198	3
2006	1	01	19	14	20	24	15	*	8	9	9	19 3	22	19	178	3
2007	1	01	9	8	18	18 3	17	18 3	13	18	9	21	17 3	24	190	3
2008	1	01	22	23	19	23	24	15	17	23	15	23	25	27	256	
2009	1	01	23	20	22	21	18	18	13	17	11	14	17	20	214	

2010	1	01	8	16	18	24	19	13	18	8	15	20	28	27	214
2011	1	01	17	20	25	29	17	18	21	9	17	25	20	22	240
2012	1	01	25	26	20	25		13 3			5				114 3
2013	1	01							12 3	11	16 3	23 3	26	15	103 3
2014	1	01	18	15	22	22	24	18	21	17 3	16	15	14 3	17 3	219 3
2015	1	01	13 3	16	22	21	13	15	14 3	11	3	14			142 3
MEDIOS			15	15	17	19	17	16	14	13	13	17	19	18	192
MAXIMOS			28	27	26	29	27	25	24	23	25	27	28	27	29.0
MINIMOS			1	2	3	8	4	2	4	2	3	6	5	7	1.0

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACION (mms)
EN 24 HORAS

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19 ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM	DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01 IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07 NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1953	1	01					45.0 3	8.0	8.0	2.0	24.0	30.0	19.0	35.0	45.0 3
1956	3	08	6.0	19.2	8.0	25.0	11.5	5.0	9.9	.9	22.0	21.8	11.5	32.0	32.0
1957	1	01	8.0	12.0	19.0	14.0	29.0	1.1		1.5	4.1	14.0	9.0	25.0	29.0 3
1958	1	01	20.3	6.0	5.0	14.8	8.5	22.5	7.0	28.0	20.0	28.0	31.4	23.0	31.4
1959	1	01	26.5	31.8	22.5	15.0	34.3	23.2	26.2	23.7	2.0	11.5	18.0	20.5	34.3
1960	1	01	19.5	18.0	19.8	4.0	17.5	24.0	20.8	10.1	4.8	21.0	12.8	15.8	24.0
1961	1	01	13.8	5.1	33.5	38.3	4.2	18.0	2.8	3.0	10.0	24.7	26.2	7.0	38.3
1962	3	12	35.2		23.3	18.1	25.2	10.8	3.0	18.0	7.8	29.0	13.0	26.5	35.2 3
1963	3	12	23.5			29.0	26.0	17.0	7.0	10.2	14.7	22.3	25.0	6.4	29.0 3
1964	3	12	16.9	10.0	5.5	21.0	9.0	31.4	12.1	27.0	16.0	16.7	27.7	27.3	31.4
1965	3	12	26.0	5.3	16.7	33.0	21.2	2.0	12.6	2.9	33.9	25.5	33.0	29.1	33.9
1966	3	12	8.9	11.7	16.1	17.0	32.2	12.8	13.6	5.4	14.2	10.0	19.6	30.6	32.2
1967	1	01	15.0	14.0	15.0	2.0	12.5	14.5		8.1	10.0	36.1	43.0	20.8	43.0 3
1968	3	12	10.5	20.5	25.7	47.0	2.9	32.9					24.0	31.3	47.0 3
1969	1	01	13.0	14.2	8.5	19.0	25.0	20.0	4.0	13.2	28.0	20.0			28.0 3
1970	1	01										42.8	30.0	34.0	42.8 3
1971	1	01	30.2	26.1	27.6	27.0	25.0	9.8				34.5	22.2	10.2	34.5 3
1972	1	01	66.1	21.3	20.3 3	19.7	20.1	12.2	6.5	20.8	9.5	31.1	32.2	15.0	66.1 3
1973	1	01	6.4	14.2	6.0	17.5	12.1	19.1	17.7	11.3	14.4	21.0	30.3	27.9	30.3
1974	1	01	16.2	14.7	33.9	20.6	19.7	22.0	10.4	5.8	8.0	18.2	21.2	44.0	44.0
1975	1	01	4.0	13.9	16.8	15.7	14.6	24.6	10.4	14.9	19.0	17.2	23.6	12.9	24.6
1976	1	01	23.3	22.9	14.9	22.5	11.0	7.0	13.2	4.6	13.7	29.9	30.6	11.3	30.6
1977	1	01	6.3	5.8	25.9	23.7	6.3	8.4	7.3	5.5	35.7	19.1	14.6	8.3	35.7
1978	1	01	12.5	14.6	10.9	15.8	7.8	8.1	7.1	10.4	6.2	12.4	8.5	45.8	45.8

1979	1	01	17.7	6.5	36.8	18.6	17.3	7.7	6.5	21.8	13.4	15.8	14.4	15.9	36.8
1980	1	01	20.0	23.2	6.1	15.4	12.8	9.1	5.8	8.8	11.3	38.1	13.4	7.6	38.1
1981	1	01	11.2	6.9		8.5	26.1	18.0	14.9 1	16.1	3.0	15.1	22.5	40.2	40.2 3
1982	1	01	22.0	52.3	14.3	12.9	19.8 1	5.6	24.7	3.4	6.0	19.4	21.3	30.0	52.3
1983	1	01	11.2	10.0	10.6	15.2	10.2	5.3	4.5	4.3	6.1	21.2 1	11.4	12.9	21.2
1984	1	01	17.2	12.9	29.1	20.5	14.0	2.8	8.4 1	9.0	20.6	19.6	15.3 3	28.6	29.1 3
1985	1	01	9.1	11.4	32.0	27.0	19.5 1	7.6 1	4.5	5.9 1	27.1	18.0	12.9	10.4	32.0
1986	1	01	17.5	11.5	9.8	10.8	13.0	8.7 1	4.3 1	9.0 1	10.5	18.2	13.3	6.3	18.2
1987	1	01	11.0	10.7	26.8	42.4	28.7 1	5.2 1	4.8 1	8.4	4.5 1	26.8	19.6		42.4 3
1988	1	01	8.0	8.4	6.5 1	36.4	24.3	18.9	9.2	19.5	13.7 1	18.0	20.6	11.4 1	36.4
1989	1	01	11.4	12.5	19.2	14.7	7.6	14.5	8.0	3.8 1	9.2	11.7	5.4	9.0	19.2
1990	1	01	7.7	16.4 1	9.4 1	15.8 1	9.8	21.6	15.3 1	2.9	6.9	28.7	6.3	12.9	28.7
1991	1	01	15.0	25.0	20.7	12.2	21.5	13.5	7.3	6.0	4.5	10.3	26.8	8.5	26.8
1992	1	01	10.6	9.2	5.9 3	13.2	22.0	2.3	9.2	3.6	6.4	24.3	19.0	11.4	24.3 3
1993	1	01	23.2	27.0	19.8	17.5	10.4	8.2	4.4	10.7	4.7	21.2	26.6	20.8	27.0
1994	1	01	24.4	12.2	30.1	28.0	33.4	5.4	5.2	6.3	9.4	11.7	24.8	18.5	33.4
1995	1	01	15.0	20.5	14.4	20.6	30.4	6.7	6.6	7.8	1.1	24.9	16.3	14.7	30.4
1996	1	01	19.9	20.5	21.9	20.5	14.9	25.0	8.0	20.7	5.4	76.0	35.5	29.3	76.0
1997	1	01	24.1	12.6	19.0	16.7	10.0	19.6	8.4	2.6	29.1	29.7	26.0	19.6	29.7
1998	1	01	4.2	24.1	32.0	8.9	31.2	9.6	7.1	10.9	12.0	12.6	15.2	14.6	32.0
1999	1	01	12.5	29.8	15.8	13.0	11.0	12.0	8.0	7.6	105.0	32.6	24.0	18.1	105.0
2000	1	01	16.0	31.1	16.2	31.3	33.5	18.2	13.2	9.2	11.0	16.4	13.9	18.8	33.5
2001	1	01	12.9	17.9	5.0	11.7	10.3	7.7	7.2	12.1	12.0	19.5	21.1	15.7	21.1
2002	1	01	15.2	19.1	8.7	28.7	20.0	15.7	8.4	6.8	26.2	30.6	19.7		30.6 3
2003	1	01	10.5	13.6	23.3	14.5	14.3	12.6	15.9	2.1	17.3	28.5	25.1	13.8 3	28.5 3
2004	1	01		4.2	29.3	24.7 3		5.2	4.9 3	2.5	7.3 3	32.0	24.8	14.3	32.0 3
2005	1	01	16.5	28.8	46.3 3	3	*	17.1 3	12.5	18.2	32.1	17.8	39.0	31.2	46.3 3
2006	1	01	11.0	27.4	40.1	27.4	5.0	*		10.0	3.4	25.4 3	18.8	18.0	40.1 3
2007	1	01	24.7	14.7	27.6	10.8 3	7.1	6.3 3	12.3	10.0	4.3	29.1	13.2 3	27.3	29.1 3
2008	1	01	25.4	20.2	29.1	28.6	27.2	14.1	6.1	12.3	16.1	17.6	17.9	26.6	29.1
2009	1	01	25.3	19.8	33.5	12.7	15.0	14.8	4.1	3.6	13.5	27.3	28.4	15.7	33.5
2010	1	01	1.3	19.1	12.4	25.6	29.8	15.1	33.4	7.1	12.3	21.9	25.8	12.9	33.4
2011	1	01	20.5	46.2	23.0	22.9	21.7	20.8	23.7	4.3	8.7	13.9	16.5	25.2	46.2
2012	1	01	29.6	22.0	28.9	19.0		4.1 3			3.2				29.6 3
2013	1	01							8.0 3	10.0	2.0 3	25.2 3	21.6	12.0	25.2 3
2014	1	01	27.6	4.9	22.6	13.8	41.4	23.7	12.2	2.6 3	5.2	26.8	28.0 3	27.6 3	41.4 3
2015	1	01	18.0 3	13.2	15.0	10.8	5.6	7.6	7.8 3	3.6	2.8	10.6			18.0 3
MEDIOS			17.1	17.3	19.9	19.8	18.6	13.2	10.1	9.3	13.9	23.3	21.2	20.3	17.0
MAXIMOS			66.1	52.3	46.3	47.0	45.0	32.9	33.4	28.0	105.0	76.0	43.0	45.8	105.0
MINIMOS			1.3	4.2	5.0	2.0	2.9	1.1	2.8	0.9	1.1	10.0	5.4	6.3	0.9

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MEDIOS MENSUALES DE VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)

FECHA DE PROCESO : 2016/09/19

ESTACION : 52045010 OBONUCO

LATITUD	0111 N	TIPO EST	AM		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1953-MAY
LONGITUD	7718 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	PASTO	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	2710 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	PASTO		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1974	1	01	3.1	2.8	3.0	3.5	3.5		4.3	4.8	3.5	3.2	2.8	2.8	3.4
1975	1	01	3.2	2.8	3.2	3.2	3.0	3.6	3.7	3.5	3.4	2.9	2.7	2.9	3.2 3
1976	1	01	3.3		2.9	3.3	3.5	4.1	5.5	4.7	4.7	3.1	3.2	3.4	3.8
1978	1	01			3.4					5.6	4.0			3.2	4.1 3
1979	1	01	3.3	3.6	3.0	3.7	3.5	4.3	5.2	4.6	3.6	3.7	3.3	3.7	3.8
1980	1	01	3.6	3.2	4.0	3.6	3.6	4.6	4.8		4.6				4.0
1981	1	01				3.2		3.9	4.8	4.5	5.0	3.3	3.1	3.1	3.9
1982	1	01	3.3	3.3	*	3.2	3.1	4.5	4.7		4.3	3.6	3.7	3.1	3.7 3
1983	1	01	3.5	3.8	3.3	2.9	3.4	4.3	4.7	4.9	4.3	3.4	3.5		3.8 3
1984	1	01									3.4	3.2		*	3.3 3
1985	1	01	*	3.8	3.5	3.5		5.2	4.7	4.3	3.8		3.6	3.0	3.9 3
1986	1	01	3.3		2.8		3.5	4.2	5.8		4.7	2.9		3.2	3.8 3
1987	1	01	3.6	4.1	3.6	3.3	3.7	4.7	3.9	4.1	4.0			3.4	3.8 3
1988	1	01	3.1	3.2	3.6	2.9	3.2	3.5	4.4	3.8	3.8		2.7	2.6	3.3 3
1989	1	01	2.9	3.0	2.9	3.2	3.5	3.3	4.5	4.2	3.5	3.2	3.1	2.8	3.3 3
1990	1	01	3.6	2.5	3.3	3.0	3.5	4.4	4.3	5.1	4.6	2.7	3.6		3.7 3
1991	1	01	3.1	3.7	2.6	3.4	3.2	4.0	4.4	5.4	4.3	4.3	2.8	2.9	3.7 3
1992	1	01	3.6	3.4	3.5	3.1	*		4.4	4.7	3.8				3.8 3
1993	1	01									3.7	3.5	*		3.6 3
1994	1	01	2.8	3.0	2.9	3.0	3.4	4.6		4.7	4.5	3.3	3.1	3.2	3.5 3
1995	1	01	4.5	3.4	3.2	3.1	3.3	3.5	3.6	3.9	4.5	3.3	2.8	2.9	3.5 3
1996	1	01	2.8	2.9	2.8	3.3	3.0	3.8	4.6	4.4	4.5	3.0	3.2	3.5	3.5 3
1997	1	01	2.6	3.3	3.3	3.2	3.9	3.2	5.6	5.6	3.9	3.4	2.9	3.6	3.7 3
1998	1	01	4.0	3.6	3.2	2.9	3.7	4.0	4.0	3.7	3.4	3.1	2.8	2.7	3.4 3
1999	1	01	2.7	2.5	2.9	3.0	3.0	2.8	4.2	4.2	2.8	3.1	2.8	2.5	3.0
2000	1	01	2.7	2.6	2.5	2.7	2.7	3.1	3.6	4.1	3.0	3.5	3.1	3.0	3.1 3
2001	1	01	*	3.7	3.0	3.3	3.3	4.3	4.1	5.4	3.5	4.1	2.8	2.6	3.6 3
2002	1	01	3.2	3.1	3.1	3.2			4.1	5.2	3.9	3.5	3.2	3.0	3.6 3
2003	1	01	3.4	3.4		2.0	2.9	3.2		4.8	3.8			2.6	3.3 3
2004	1	01	2.7	3.0								2.7	2.5	2.5	2.7 3
2005	1	01			2.7	*		*	4.7	4.5	4.1	2.7	2.8	*	3.6 3
2006	1	01	2.6	2.7	2.7	*	3.3	4.0	5.0	4.9	3.9		2.3	2.5	3.4 3
2007	1	01	3.7	3.4	3.0	2.4	2.7		4.0	3.9	4.6	2.8	2.7	2.3	3.2 3
2008	1	01	2.5	3.0	2.6	2.4	2.4	3.1	3.5	3.0	4.0	2.6	2.2	2.2	2.8 3
2009	1	01	2.2	2.6	2.8	2.9	*	3.5	4.4	3.9	4.1	3.3	2.9	2.8	3.2 3
2010	1	01			3.1	*	*	3.3	2.8		3.2				3.1 3
2011	1	01	2.6	2.1	2.5	2.0	2.9	3.0	3.5	4.0	3.7	2.4	2.3	2.2	2.8 3
2012	1	01	*		3.4	*	3.5	3.9				2.5			3.3 3
2013	1	01									4.1	*			4.1 3
MEDIOS			3.2	3.2	3.1	3.0	3.3	3.9	4.4	4.5	4.0	3.2	2.9	2.9	3.5
MAXIMOS			4.5	4.1	4.0	3.7	3.9	5.2	5.8	5.6	5.0	4.3	3.7	3.7	5.8
MINIMOS			2.2	2.1	2.5	2.0	2.4	2.8	2.8	3.0	2.8	2.4	2.2	2.2	2.0

** C O N V E N C I O N E S **

EST = ESTADO DE LA INFORMACION

1 : Preliminares Ideam
2 : Definitivos Ideam
3 : Preliminares Otra Entidad
4 : Definitivos Otra Entidad

** AUSENCIAS DE DATO **

1 : Ausencia del observ
2 : Desperfecto instru.
3 : Ausencia instrument
4 : Dato rechazado
6 : Nivel superior
7 : Nivel inferior
8 : Curva de gastos
9 : Seccion inestable
A : Instr. sedimentado
M : Maximo no extrapol.
* : Datos insuficientes

** ORIGENES DE DATO **

1 : Registrados
3 : Incompletos
4 : Dudosos
6 : Est. Regresion
7 : Est. Interpolacion
8 : Est. Otros metodos
9 : Generados (Series)

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE CAUDALES (m3/seg)

FECHA DE PROCESO : 2016/04/06

ESTACION : 52057010 PILCUAN

LATITUD	0101 N	TIPO EST	LG		DEPTO	NARI#O	FECHA-INSTALACION	1979-OCT
LONGITUD	7728 W	ENTIDAD	01	IDEAM	MUNICIPIO	IMUES	FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION	1780 m.s.n.m	REGIONAL	07	NARINO-CAUCA	CORRIENTE	GUAITARA		

A#O	EST	ENT	ENERO *	FEBRE *	MARZO *	ABRIL *	MAYO *	JUNIO *	JULIO *	AGOST *	SEPTI *	OCTUB *	NOVIE *	DICIE *	VR ANUAL *
1979	2	01										51.80	185.0 8	106.0	185.00 3
1980	2	01	78.20	78.20	137.4	229.0	196.0	196.0	101.7	212.0	76.00 1	119.4 1	91.30 1	70.60 1	229.00
1981	2	01	73.84 1	87.64 1	71.66 1	95.20 1	56.80 1	69.48 1	85.28 1	50.74 1	76.02 1	35.80	78.20	56.80	95.20
1982	2	01	67.30	39.00	45.80	78.20	147.0	67.30	103.0	56.80	56.80	56.80	62.10	212.0 1	212.00
1983	2	01	59.90 1	90.00 1	92.60 1	88.80 1	131.0 1	71.70 1	90.00 1	71.70 1	57.80 1	77.10 1	49.70 1	126.6 1	131.00
1984	2	01	107.3 1	88.40 1	105.0 1	169.7 1	127.0 1	100.2 1	123.6 1	109.6 1	110.8 1	118.9 1	108.5 1	173.1 1	173.10
1985	2	01	82.50 1	68.30 1	97.90 1	128.2	115.4 1	128.2 1	158.5 1	75.90	86.10 1	75.90 1	82.50 1	54.90 1	158.50
1986	2	01	72.70 1	53.00 1	139.4 1	116.6 1	93.20 1	103.8 1	114.3 1	95.50 1	89.60	70.50	78.10	70.50 1	139.40
1987	2	01	61.80 1	116.6 1	68.30 1	174.2 1	109.6 1	107.3 1	131.6 1	107.3 1	79.20 1	116.6 1	65.10 1	77.00 1	174.20
1988	2	01	53.80 1	63.10 1	87.60 1	177.9 1	186.1 1	139.0 1	95.20 1	76.00 1	63.10 1	67.30 1	125.2 1	109.8	186.10
1989	2	01	103.7 1	63.00 1	82.50 1	95.20 1	123.5 1	180.0	172.9	102.3 1	42.00 1	65.00 1	35.20 1	13.90 1	180.00
1990	2	01	85.80	89.30 1	438.0 8	83.50 1	96.30 1	183.0 8	183.0 8	115.0 1	110.3 1	59.00 1	61.10 1	62.20 1	438.00
1991	2	01	84.70 1	133.2 1	69.50 1	82.30 1	94.00 1	128.7 1	110.3 1	94.00 1	59.00 1	36.80 1	58.10	41.90 1	133.20

1992	2	01	58.10 1	54.50	55.40 1	115.0	50.00	91.70	126.4	80.00	78.90	37.50	59.00	82.30	126.40
1993	2	01	59.00	54.50	97.50	91.70	87.00 1	103.3 1	142.4 1	115.0 1	66.30 1	74.80 1	108.0 1	117.3 1	142.40
1994	2	01	89.30 1	115.0 1	89.30 1	185.8 8	145.8 1	131.0 1	160.6	137.8	75.80 1	53.60 1	103.3 1	80.00 1	185.80
1995	2	01	71.60 1	32.60 1	49.10 1	126.4 1	75.80 1	89.30 1	112.7 1	51.80 1	51.80 1	59.00 1	55.40 1	89.30 1	126.40
1996	1	01	91.70	115.0	126.4 3	91.70	103.3 3	80.00	105.7	109.2	74.80	59.00	59.00	41.00	126.40 3
1997	1	01	80.00	103.3	115.0	69.50	213.4 8	74.75	143.5	59.00	45.50	30.50	91.67	59.00	213.40
1998	1	01	30.50	69.50	46.40 1	80.00 1	172.0 1	247.9 8	103.3	91.67	30.50	103.3	109.2	59.00	247.90
1999	2	01	91.70	126.4	109.2	149.2	126.4	109.2	103.3 1	103.3 1	126.4 1	69.50 1	75.80 1	199.6 8	199.60
2000	2	01	115.0	152.6	170.9	118.4 1	310.0 3								310.00 3
2004	2	01	54.80 1	25.70 1	77.30 8	54.80 1	37.80 1	60.20 8	75.20 8	82.50 8	267.2 8	37.10	39.20	54.10 3	267.20 3
2005	2	01	47.00	114.7 3	99.40 1	139.8 8	102.9 3	105.3 1	95.80 1	83.90 1	85.10 1	77.90 1	95.80 1	127.2 8	139.80 3
2006	1	01	62.38 1	113.5 1	114.7 8	71.77 8	79.37 8	138.0 3	79.37 8	63.33 8	47.66 3	59.11 3	62.48 3	67.55 8	138.00 3
2007	1	01	68.39 8	37.64 3	75.99 3	66.70 8	46.12 1	70.08 8	74.30 8	61.64 8	66.70 8	61.64 3	68.39 8	75.15 8	75.99 3
2008	1	01	58.26 8	63.33 8	65.02 8	65.02 8	70.93 8	110.5 8	73.46 8	53.20 3	*	48.43 3	50.74 3	46.12 1	110.50 3
2009	1	01	64.17 8	256.2 3	*	66.70 3	68.87 3	72.44 3	119.7 3	*	*	*	*	*	256.20 3
2010	1	01	*	*	*	139.4 3	126.6 3	*	145.3 3	*	54.70 8	24.80	124.3 8	113.9 8	145.30 3
2011	1	01	92.61 3	67.21 3	92.61 1	175.1 1	123.2 1	113.9 1	*	*	94.74 3	53.86 1	76.69 1	144.1 1	175.10 3
2012	1	01	116.2 1	123.2 1	129.0 1	127.8 1	86.24 1	88.37 1	117.3 1	*	*	*	*	*	129.00 3
2013	1	01	*	160.5 3	105.4 3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	160.50 3
MEDIOS			75.25	91.84	105.3	115.1	116.7	112.9	116.0	90.37	79.72	64.32	80.68	90.39	94.88
MAXIMOS			116.2	256.2	438.0	229.0	310.0	247.9	183.0	212.0	267.2	119.4	185.0	212.0	438.00
MINIMOS			30.50	25.70	45.80	54.80	37.80	60.20	73.46	50.74	30.50	24.80	35.20	13.90	13.90

Caudales máximos mensuales (m³/s)
Estación río Guáitara - San Pedro

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1980		103,3	138,9	213	110	145,9	145,9	207	128	185,7	143,6	91,1	213
1981	105,8	124,8	141,8	222,4	141,1	168,8	302	284,4	191,6	68,7	185,9	194,4	302
1982	235	171,6	185,9	280	210,6	200,1	207,3	86,3	79,2	72,2	115	280	280
1983	91	177,8	112,5	161,2	148	92	145,7	126,1	82,7	111,4	75,8	121,3	177,8
1984	173,5	138	139,2	208,9	161,2	125,1	149,8	85,5	177,3	144	139	147,3	208,9
1985	122,2	97,3	101,3	154,6	138,6	134	179,9	117	112,6	125,6	127,9	66,3	179,9
1986	109	71,5	174,9	149,1	111,5	137,5	207	103,2	105,8	121,7	121,1	102,6	207
1987	88,4	164,5	72,1	292,8	178,6	165,2	178	170,9	110,3	212,7	147,8	113,4	292,8
1988	67,1	74,7	102,8	303,5	235	305,3	155,2	131,6	94,1	102,8	258,3	235	305,3
1989	205,2	165	178,8	142	319	418,7	462	217,9	91,3	102,8	63,4	64,6	462
1990	107,7	127,6	248,4	160,2	266	587	708,3	234	142	57,5	52,5	63,2	708,3
1991	81	413,2	122,8	184,4	160,2	336,4	298	258	97,5	137,2	147,6	92,6	413,2
1992	83,9	74,2	72,1	84,8	78,4	84,8	156,4	136,5	67,9	53,8	66,2	82,3	156,4
1993	84,8	83,1	136,5	123,4	110,4	114,8	154,1	135,2	84,8	96	141,8	149,7	154,1
1994	112,6	136,5	112,2	172	132,1	147,5	157,7	204	164,7	76,6	163	146,4	204
1995	72,6	43,8	58,5	154,7	104,1	138,8	129,3	56,7	56,1	61	135	153	154,7
1996	180	225,6	273	171,5	235,5	169,8	266	86,9	82,3	61	123,2	110,5	273
1997	176,2	186,7	141,6	100,8	227,3	146,4	201	98,43	89,12	38,7	125,7	149	227,3
1998	34,7	97,62	51,97	97,62	219	285	238,8	235,5	110,5	133,1	192	79,3	285
1999	219	245,4	163,1	342,5	188,5	235,5	205	163,9	126,6	86,9	146,4	373,5	373,5
2000	199	217	327	252	392	386,5	338,8	266	243,8	214	181,5	188,5	392
2001	85,6	115,9	93,1	217,3	133,4	142,4	129,2	147,1	294,2	8,5	129,2	58,8	294,2
2002	80,19	87,1	37,58	156,7	166,4	142,4	154,8	116,8	66,73	53,5	101,3	111	166,4
2003	35,4	52,3	81,7	69,7	161,5	139,5	200,1	66,7	84,8	90,9	73,3	125,1	200,1
2004	78,7	42,6	112,6	117,6	111	180,6	203	198,2	288,8	64,5	58,8	133,4	288,8
2005	71,8	144,3	165,5	223	161,5	192,7	135,9	95,4	93,1	96,9	114,3	216,3	223
2006		217,9	291,9	247,1	189,4	306,2	251,6	163,7	82,07	162,5	201,1	242,7	306,2
2007	198,9	64,02	194,4	158,9	118,1	242	235,4	152,6	164,3	165,4	201,1	289,5	289,5
2008	148,6	201,1	201,8	201,8	257,3	237,6	259,6	118,1	115,3	160	174,2	187,7	259,6
2009													
2010	44,53	71,51	75,3	213,8	166,9	143,7	192,9	112,2	65,82	69,62	162,6	169,1	213,8
2011	200,1	117,3	150,3	220,2	189,3	194,4	212,3	139,3	132	166,2	155,4	216,6	220,2
2012	194,4	147,4	205,1	164,8	115,8	121,7	224,6	208	95,29	64,56	101,3	81,89	224,6
2013	91,27	190,8	148,1	143	200,1	151,7	256,1	110,7	140,8	81,89	103,3	59,5	256,1
2014	182,2	55,71	114,4	127,6	223,9	198,7	177,8	158,3	132,7	114,4	106,7	190,8	223,9
Prome	123,76	136,68	144,92	183,32	178,29	203,49	224,1	152,71	123,36	104,77	133,39	149,6	154,86584
Máxim	235	413,2	327	342,5	392	587	708,3	284,4	294,2	214	258,3	373,5	708,3
Mínim	34,7	42,6	37,58	69,7	78,4	84,8	129,2	56,7	56,1	8,5	52,5	58,8	8,5

ANEXO 2 TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*36.56*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*17.54*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	*0.0848*	m/m
		8.48	%
		84.80	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	6.82	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*1700*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	1.56	93.31
Témez	1.76	105.75
Williams	4.34	260.40
Bransby – Williams	4.88	292.62
Giandotti	1.64	98.19
Johnstone y Cross	3.59	215.27
SCS – Ranser	1.48	88.62
Ventura – Heras	1.72	103.31
Ven Te Chow	3.76	225.60
Cuerpo de Ingenieros	3.95	236.76

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	2.87	171.98
Desv. estándar	1.35	80.97
Media + Desv. Estándar	4.22	252.95
Media — Desv. Estándar	1.52	91.01

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	2.57	154.03
	1.54	92.42

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.67*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.42*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.7057163	m/m
		70.57	%
		705.72	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.92	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*1000.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2801
Cmín	1801
	705.716302
L (m)	1417

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.10	5.95
Témez	0.17	10.45
Williams	0.31	18.48
Bransby – Williams	0.38	23.08
Giandotti	0.21	12.81
Johnstone y Cross	0.60	36.03
SCS – Ranser	0.10	5.95
Ventura – Heras	0.18	10.52
Ven Te Chow	0.38	22.89
Cuerpo de Ingenieros	0.39	23.39

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.28	16.96
Desv. estándar	0.16	9.57
Media + Desv. Estándar	0.44	26.52
Media — Desv. Estándar	0.12	7.39

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.29	17.38
Tlag	0.17	10.43

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.16*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*0.99*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.82157258	m/m
		82.16	%
		821.57	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.46	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*815.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2616
Cmín	1801
	821.572581
L (m)	992

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.07	4.26
Témez	0.13	7.74
Williams	0.24	14.34
Bransby – Williams	0.30	18.05
Giandotti	0.14	8.17
Johnstone y Cross	0.48	29.02
SCS – Ranser	0.07	4.26
Ventura – Heras	0.13	7.83
Ven Te Chow	0.29	17.35
Cuerpo de Ingenieros	0.29	17.33

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.21	12.84
Desv. estándar	0.13	7.83
Media + Desv. Estándar	0.34	20.67
Media — Desv. Estándar	0.08	5.01

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.22	12.97
Tlag	0.13	7.78

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.46*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.45*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.64482759	m/m
		64.48	%
		644.83	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.77	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*935.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2720
Cmín	1785
	644.827586
L (m)	1450

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.10	6.27
Témez	0.18	10.82
Williams	0.33	20.07
Bransby – Williams	0.42	24.96
Giandotti	0.20	12.02
Johnstone y Cross	0.62	37.28
SCS – Ranser	0.10	6.27
Ventura – Heras	0.18	10.89
Ven Te Chow	0.40	23.91
Cuerpo de Ingenieros	0.40	24.22

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.29	17.67
Desv. estándar	0.17	10.06
Media + Desv. Estándar	0.46	27.72
Media — Desv. Estándar	0.13	7.61

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.30	18.13
Tlag	0.18	10.88

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.26*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.20*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.77916667	m/m
		77.92	%
		779.17	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.58	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*935.00*	m

Datos ingresados manualmente *X.xx*

Cmáx	2720
Cmín	1785
	779.166667
L (m)	1450

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.08	5.04
Témez	0.15	9.04
Williams	0.28	16.77
Bransby – Williams	0.35	21.05
Giandotti	0.16	9.44
Johnstone y Cross	0.54	32.35
SCS – Ranser	0.08	5.04
Ventura – Heras	0.15	9.12
Ven Te Chow	0.33	19.94
Cuerpo de Ingenieros	0.34	20.23

Datos descartados del promedio X.xx

Promedio aritmético	0.25	14.80
Desv. estándar	0.15	8.77
Media + Desv. Estándar	0.39	23.57
Media — Desv. Estándar	0.10	6.04

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.25	15.08
Tlag	0.15	9.05

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.33*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.25*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.572	m/m
		57.20	%
		572.00	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.65	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*715.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2500
Cmín	1785
	572
L (m)	1500

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.10	5.86
Témez	0.16	9.89
Williams	0.31	18.45
Bransby – Williams	0.38	22.81
Giandotti	0.19	11.69
Johnstone y Cross	0.59	35.66
SCS – Ranser	0.10	5.85
Ventura – Heras	0.17	9.96
Ven Te Chow	0.38	22.59
Cuerpo de Ingenieros	0.37	22.13

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.27	16.49
Desv. estándar	0.16	9.52
Media + Desv. Estándar	0.43	26.01
Media — Desv. Estándar	0.12	6.97

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.28	16.79
Tlag	0.17	10.07

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.34*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.50*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.47666667	m/m
		47.67	%
		476.67	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.66	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*715.00*	m

Datos ingresados manualmente *X.xx*

Cmáx	2500
Cmín	1785
	476.666667
L (m)	1500

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.12	7.23
Témez	0.20	11.76
Williams	0.38	23.07
Bransby – Williams	0.47	28.26
Giandotti	0.21	12.89
Johnstone y Cross	0.68	40.89
SCS – Ranser	0.12	7.23
Ventura – Heras	0.20	11.82
Ven Te Chow	0.45	26.91
Cuerpo de Ingenieros	0.44	26.32

Datos descartados del promedio X.xx

Promedio aritmético	0.33	19.64
Desv. estándar	0.19	11.12
Media + Desv. Estándar	0.51	30.75
Media — Desv. Estándar	0.14	8.52

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.34	20.15
Tlag	0.20	12.09

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.35*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.16*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.34482759	m/m
		34.48	%
		344.83	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.67	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*400.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2240
Cmín	1840
	344.827586
L (m)	1160

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.11	6.72
Témez	0.17	10.28
Williams	0.32	19.30
Bransby – Williams	0.39	23.26
Giandotti	0.26	15.42
Johnstone y Cross	0.65	38.99
SCS – Ranser	0.11	6.72
Ventura – Heras	0.17	10.36
Ven Te Chow	0.42	25.32
Cuerpo de Ingenieros	0.38	23.02

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.30	17.94
Desv. estándar	0.17	10.15
Media + Desv. Estándar	0.47	28.09
Media — Desv. Estándar	0.13	7.79

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.30	18.14
Tlag	0.18	10.88

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.21*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.16*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.34482759	m/m
		34.48	%
		344.83	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.51	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*400.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2240
Cmín	1840
	344.827586
L (m)	1160

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.11	6.72
Témez	0.17	10.28
Williams	0.34	20.34
Bransby – Williams	0.41	24.52
Giandotti	0.22	13.36
Johnstone y Cross	0.65	38.99
SCS – Ranser	0.11	6.72
Ventura – Heras	0.17	10.36
Ven Te Chow	0.42	25.32
Cuerpo de Ingenieros	0.38	23.02

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.30	17.96
Desv. estándar	0.17	10.34
Media + Desv. Estándar	0.47	28.30
Media — Desv. Estándar	0.13	7.63

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.30	18.17
Tlag	0.18	10.90

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.47*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.18*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.31779661	m/m
		31.78	%
		317.80	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.77	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*375.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2250
Cmín	1875
	317.79661
L (m)	1180

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.12	7.02
Témez	0.18	10.58
Williams	0.32	19.47
Bransby – Williams	0.39	23.37
Giandotti	0.29	17.46
Johnstone y Cross	0.67	40.14
SCS – Ranser	0.12	7.02
Ventura – Heras	0.18	10.65
Ven Te Chow	0.44	26.28
Cuerpo de Ingenieros	0.39	23.69

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.31	18.57
Desv. estándar	0.17	10.38
Media + Desv. Estándar	0.48	28.94
Media — Desv. Estándar	0.14	8.19

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.31	18.79
Tlag	0.19	11.27

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.28*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*0.70*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.39285714	m/m
		39.29	%
		392.86	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.60	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*275.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2210
Cmín	1935
	392.857143
L (m)	700

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.07	4.33
Témez	0.11	6.83
Williams	0.19	11.52
Bransby – Williams	0.23	13.98
Giandotti	0.24	14.37
Johnstone y Cross	0.49	29.32
SCS – Ranser	0.07	4.33
Ventura – Heras	0.12	6.92
Ven Te Chow	0.29	17.58
Cuerpo de Ingenieros	0.25	15.30

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.21	12.45
Desv. estándar	0.13	7.60
Media + Desv. Estándar	0.33	20.05
Media — Desv. Estándar	0.08	4.85

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.21	12.36
Tlag	0.12	7.41

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.2219*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*0.50*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.454	m/m
		45.40	%
		454.00	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.53	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*227.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2646
Cmín	2419
	454
L (m)	500

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.05	3.16
Témez	0.09	5.15
Williams	0.14	8.13
Bransby – Williams	0.17	9.94
Giandotti	0.22	13.11
Johnstone y Cross	0.40	23.90
SCS – Ranser	0.05	3.16
Ventura – Heras	0.09	5.23
Ven Te Chow	0.23	13.53
Cuerpo de Ingenieros	0.19	11.53

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.16	9.68
Desv. estándar	0.11	6.32
Media + Desv. Estándar	0.27	16.01
Media — Desv. Estándar	0.06	3.36

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.16	9.52
Tlag	0.10	5.71

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.33*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*1.02*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.23333333	m/m
		23.33	%
		233.33	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.65	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*238.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2705
Cmín	2467
	233.333333
L (m)	1020

Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.12	7.07
Témez	0.17	10.04
Williams	0.31	18.80
Bransby – Williams	0.37	22.23
Giandotti	0.31	18.69
Johnstone y Cross	0.67	40.31
SCS – Ranser	0.12	7.07
Ventura – Heras	0.17	10.12
Ven Te Chow	0.44	26.43
Cuerpo de Ingenieros	0.37	22.49

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.31	18.33
Desv. estándar	0.17	10.39
Media + Desv. Estándar	0.48	28.71
Media — Desv. Estándar	0.13	7.94

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.31	18.40
Tlag	0.18	11.04

Parámetros morfológicos			
Área de la cuenca	***A***	*0.33*	km^2
Longitud del cauce principal	***L***	*0.85*	km
Pendiente del cauce principal	***S***	0.27294118	m/m
		27.29	%
		272.94	m/km
Diámetro de cuenca circular de área "*A*"	***D***	0.65	km
Diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal	***H***	*232.00*	m

Datos ingresados manualmente | *X.xx*

Cmáx	2730
Cmín	2498
	272.941176
L (m)	850

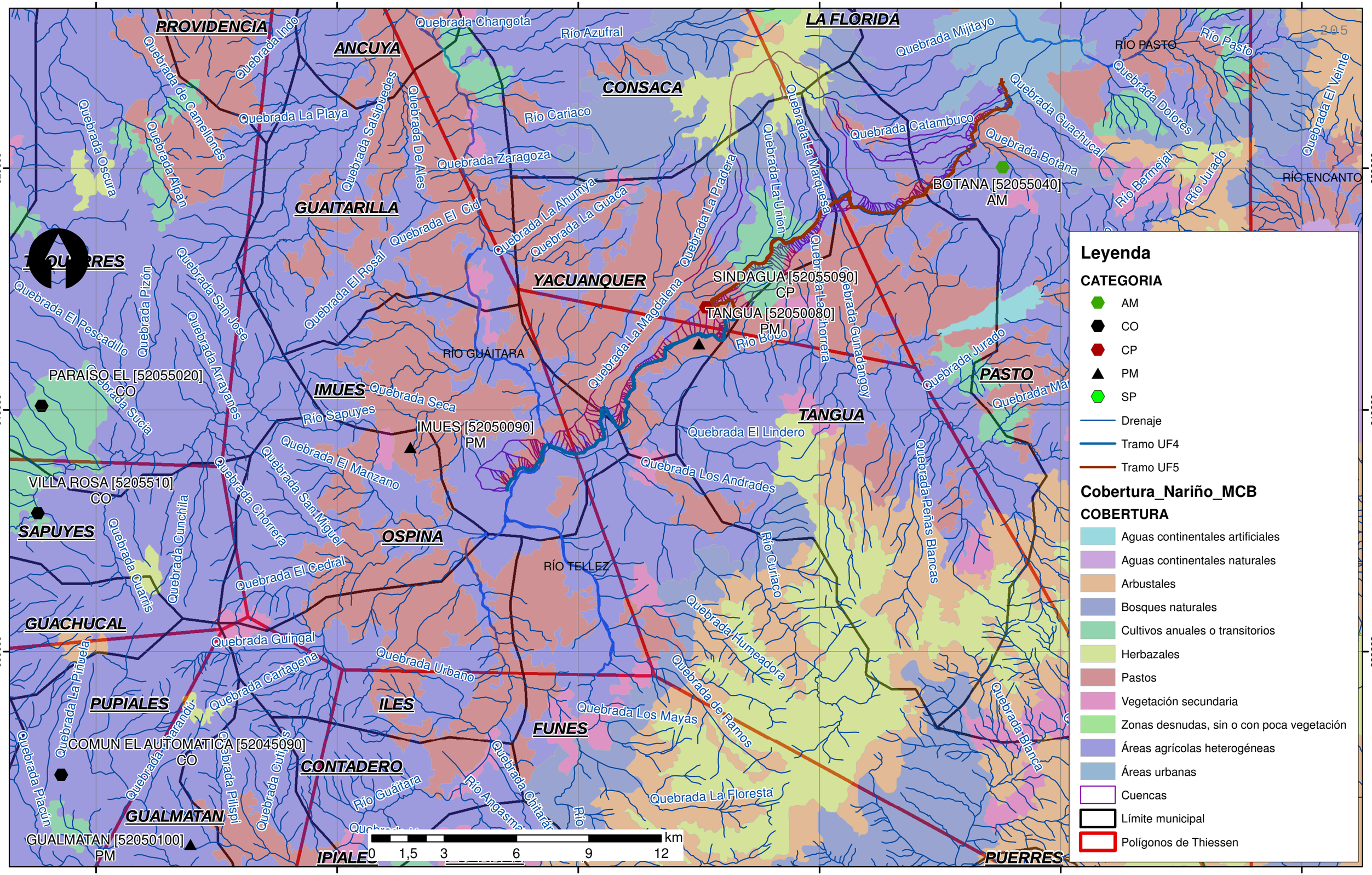
Tiempo de concentración		
Fórmula	**Tiempo de concentración**	
	(h)	**(min)**
Kirpich	0.10	5.78
Témez	0.14	8.49
Williams	0.25	15.09
Bransby – Williams	0.30	17.98
Giandotti	0.29	17.59
Johnstone y Cross	0.59	35.38
SCS – Ranser	0.10	5.78
Ventura – Heras	0.14	8.57
Ven Te Chow	0.37	22.37
Cuerpo de Ingenieros	0.32	19.00

Datos descartados del promedio | X.xx

Promedio aritmético	0.26	15.60
Desv. estándar	0.15	9.14
Media + Desv. Estándar	0.41	24.74
Media — Desv. Estándar	0.11	6.47

T_C **promedio**	**(h)**	**(min)**
	0.26	15.58
Tlag	0.16	9.35

ANEXO 3 COBERTURA VEGETAL


940000
950000
960000
970000
980000
990000
620000
610000
600000
PROVIDENCIA
ANCUYA
LA FLORIDA
CONSACA
GUAITARILLA
YACUANQUER
TANGUA
PASTO
IMUES
OSPINA
SAPUYES
GUACHUCAL
PUPIALES
ILES
FUNES
CONTADERO
GUALMATAN
IPIALE
PUERRES
Quebrada Changota
Río Azufral
Quebrada Mijitayo
RÍO PASTO
Río Pasto
Quebrada El Veinte
Quebrada Indo
Quebrada de Camelones
Quebrada La Playa
Quebrada Salsipuedes
Quebrada De Ales
Río Cariaco
Quebrada Zaragoza
Quebrada Oscura
Quebrada Alpan
Quebrada La Marquesa
Quebrada La Pradera
Quebrada La Unión
Quebrada Catambuco
Quebrada Guachucal
Quebrada Botana
Quebrada Dolores
Río Bermejal
Río Jurado
RÍO ENCANTO
BOTANA [52055040]
AM
Quebrada El Cid
Quebrada La Ahumya
Quebrada La Guaca
Quebrada El Rosal
Quebrada Pizón
Quebrada San Jose
Quebrada El Pescadillo
Quebrada La Magdalena
SINDAGUA [52055090]
CP
TANGUA [52050080]
PM
Río Bobo
Quebrada La Chorrera
Quebrada Gunadangoy
Quebrada Jurado
RÍO GUÁITARA
PARAÍSO EL [52055020]
CO
Quebrada Arrayanes
Quebrada Seca
Río Sapuyes
IMUES [52050090]
PM
Quebrada El Manzano
Quebrada Chorrera
Quebrada San Miguel
Quebrada El Lindero
Quebrada Los Andrades
Quebrada Peñas Blancas
VILLA ROSA [5205510]
CO
Quebrada Cunchila
Quebrada Cuairis
Quebrada El Cedral
RÍO TELLEZ
Río Curiaco
Quebrada Humeadora
Quebrada Guingal
Quebrada Cartagena
Quebrada Urbano
Quebrada de Ramos
Quebrada La Piñuela
Quebrada Blanca
Quebrada Los Mayas
COMUN EL AUTOMATICA [52045090]
CO
Quebrada Piacún
Quebrada Pilispi
Río Guáitara
Río Angasmayo
Quebrada Chitará
Quebrada La Floresta
GUALMATAN [52050100]
PM
km
0
1,5
3
6
9
12
Leyenda
CATEGORIA
AM
CO
CP
PM
SP
Drenaje
Tramo UF4
Tramo UF5
Cobertura_Nariño_MCB
COBERTURA
Aguas continentales artificiales
Aguas continentales naturales
Arbustales
Bosques naturales
Cultivos anuales o transitorios
Herbazales
Pastos
Vegetación secundaria
Zonas desnudas, sin o con poca vegetación
Áreas agrícolas heterogéneas
Áreas urbanas
Cuencas
Límite municipal
Polígonos de Thiessen

ANEXO 4 CAUDALES MÁXIMOS RÍO GUÁITARA

ANALISIS DE CAUDALES MAXIMOS - ESTACION PILCUAN

i (Orden)	DATOS (Xi) MAYOR A MENOR	Yi =Log Xi	weibull P (X>Xo)	Yi-Yo)^2	Yi PUNTOS	VR AJUST GUMBEL	W	Z	VR AJUST NORMAL	(Xi-XP)^3	KT(P)	VR AJUST PEARSON	(Yi-Yp)^3	KT(LP)	YT LOG PEARSON	VR AJUST LOG-PEARSON	KT L-NORMAL	VR AJUST L-NORMAL	VARIABLE reducida EV3	VR AJUST EV3
1	438.00	6.08	0.03	8.12	3.38	369.11	2.61	1.83	315.14	17062955.46	2.34	351.89	0.87	1.97	5.85	347.56	2.21	342.66	3.40	353.95
2	310.00	5.74	0.07	4.57	2.67	322.08	2.33	1.50	290.71	2168990.13	1.69	304.32	0.22	1.57	5.70	299.94	1.64	300.84	2.71	306.61
3	267.20	5.59	0.10	2.94	2.25	294.06	2.15	1.28	274.60	650478.75	1.31	276.39	0.10	1.31	5.61	272.97	1.30	276.08	2.30	278.38
4	256.20	5.55	0.13	1.99	1.94	273.80	2.01	1.11	262.06	432856.21	1.03	256.47	0.07	1.12	5.54	254.09	1.06	258.24	2.01	258.07
5	247.90	5.51	0.17	1.36	1.70	257.77	1.89	0.97	251.53	305435.43	0.82	240.92	0.06	0.96	5.48	239.52	0.87	244.15	1.79	242.11
6	229.00	5.43	0.20	0.93	1.50	244.40	1.79	0.84	242.29	113697.66	0.65	228.13	0.03	0.82	5.43	227.61	0.71	232.43	1.61	228.93
7	213.40	5.36	0.23	0.62	1.33	232.85	1.71	0.73	233.94	35433.55	0.50	217.23	0.01	0.69	5.38	217.49	0.57	222.31	1.46	217.68
8	212.00	5.36	0.27	0.40	1.17	222.61	1.63	0.62	226.24	31092.95	0.37	207.70	0.01	0.58	5.34	208.66	0.45	213.37	1.32	207.83
9	199.60	5.30	0.30	0.25	1.03	213.36	1.55	0.52	219.00	6908.04	0.25	199.23	0.00	0.48	5.30	200.80	0.34	205.30	1.20	199.07
10	186.10	5.23	0.33	0.14	0.90	204.87	1.48	0.43	212.13	170.51	0.15	191.58	0.00	0.38	5.27	193.68	0.24	197.91	1.10	191.16
11	185.80	5.22	0.37	0.06	0.78	196.99	1.42	0.34	205.52	144.30	0.06	184.60	0.00	0.28	5.23	187.16	0.14	191.07	1.00	183.94
12	180.00	5.19	0.40	0.02	0.67	189.59	1.35	0.25	199.11	-0.17	-0.03	178.15	0.00	0.19	5.20	181.10	0.06	184.66	0.92	177.30
13	175.10	5.17	0.43	0.00	0.57	182.57	1.29	0.17	192.85	-162.31	-0.11	172.16	0.00	0.11	5.17	175.43	-0.03	178.60	0.84	171.13
14	174.20	5.16	0.47	0.01	0.46	175.85	1.23	0.08	186.68	-256.63	-0.19	166.54	0.00	0.02	5.14	170.07	-0.11	172.82	0.76	165.36
15	173.10	5.15	0.50	0.03	0.37	169.39	1.18	0.00	180.55	-414.30	-0.26	161.24	0.00	-0.06	5.11	164.97	-0.18	167.27	0.69	159.95
16	158.50	5.07	0.53	0.07	0.27	163.11	1.23	####	174.43	-10727.81	-0.33	156.21	0.00	-0.14	5.08	160.07	-0.25	161.90	0.63	154.83
17	145.30	4.98	0.57	0.13	0.18	156.97	1.29	####	168.26	-43818.33	-0.40	151.41	0.00	-0.23	5.05	155.33	-0.33	156.67	0.57	149.98
18	142.40	4.96	0.60	0.20	0.09	150.92	1.35	####	162.00	-55545.45	-0.46	146.79	0.00	-0.31	5.02	150.71	-0.40	151.52	0.51	145.36
19	139.80	4.94	0.63	0.29	0.00	144.91	1.42	####	155.59	-67691.97	-0.52	142.34	-0.01	-0.39	4.98	146.18	-0.46	146.44	0.46	140.95
20	139.40	4.94	0.67	0.40	-0.09	138.91	1.48	####	148.98	-69704.75	-0.58	138.03	-0.01	-0.48	4.95	141.69	-0.53	141.37	0.41	136.71
21	138.00	4.93	0.70	0.52	-0.19	132.85	1.55	####	142.11	-77063.11	-0.64	133.83	-0.01	-0.57	4.92	137.23	-0.60	136.29	0.36	132.64
22	133.20	4.89	0.73	0.66	-0.28	126.67	1.63	####	134.87	-106192.24	-0.69	129.71	-0.01	-0.66	4.89	132.74	-0.67	131.13	0.31	128.70
23	131.00	4.88	0.77	0.83	-0.38	120.30	1.71	####	127.17	-121690.85	-0.75	125.66	-0.02	-0.75	4.85	128.17	-0.75	125.86	0.27	124.88
24	126.40	4.84	0.80	1.02	-0.48	113.64	1.79	####	118.82	-158822.32	-0.80	121.64	-0.02	-0.85	4.82	123.47	-0.82	120.38	0.22	121.17
25	126.40	4.84	0.83	1.25	-0.58	106.53	1.89	####	109.58	-158822.32	-0.86	117.62	-0.02	-0.97	4.78	118.54	-0.90	114.60	0.18	117.54
26	126.40	4.84	0.87	1.53	-0.70	98.77	2.01	####	99.05	-158822.32	-0.91	113.56	-0.02	-1.09	4.73	113.26	-0.98	108.35	0.14	113.98
27	110.50	4.71	0.90	1.87	-0.83	89.93	2.15	####	86.51	-343806.60	-0.97	109.39	-0.08	-1.23	4.68	107.40	-1.08	101.35	0.11	110.46
28	95.20	4.56	0.93	2.35	-1.00	79.20	2.33	####	70.40	-621848.04	-1.03	105.03	-0.19	-1.42	4.61	100.49	-1.19	93.01	0.07	106.95
29	75.99	4.33	0.97	3.10	-1.22	64.12	2.61	####	45.97	-1143291.24	-1.09	100.25	-0.51	-1.68	4.51	91.20	-1.35	81.65	0.03	103.38
SUMA	**5236.1**	**148.72**		**35.64**						**17669482**			**0.476**							

Promedio	180.55	5.13
Desv. Estandar	73.37	0.37
Coef Asimetría	1.716	0.373
Coef Curtosis	7.34	
No Datos	29	
Valor Máximo	438	
Valor Mínimo	75.99	
CONSTANTES VARIABLES		
DISTRB. GUMBEL		
Sn	1.1086	
Yn (media)	0.5353	
a (SnSd)	0.0151	
Xf (u)	146.1	
DISTRIBUCION	**PEARSON**	**LOG-PEARSON**
Coef Asimetría	1.716	0.373
	LOG NORMAL	
Coef. Variacion Cv (Sd/x)	**0.41**	**0.07**
GENERAL VALORES EXTREMOS EVII		
Coef Asimetría*	1.716	
1/A*	**0.90**	
A* (ver nota)	**1.11**	
B(alpha)	**1.15**	
alpha(A)	**0.04**	
B*	**183.69**	
C*	**99.41**	

* Se debe variar el valor de la casilla B63, hasta que el valor de la casilla B61, sea igual al valor de la casilla B56, es decir, igualar el coeficiente de asimetria.

Esto se puede hacer, ubicándose en la casilla B61, ir a Herramientas Buscar Objetivo....con el valor?, darle el valor que aparece en B56,... para cambiar la celda: picar el icono de la derecha y ubicarse sobre la casilla B63, .. Enter, enter, enter.

FRECUENCIA DE CAUDALES MÁXIMOS - PILCUÁN

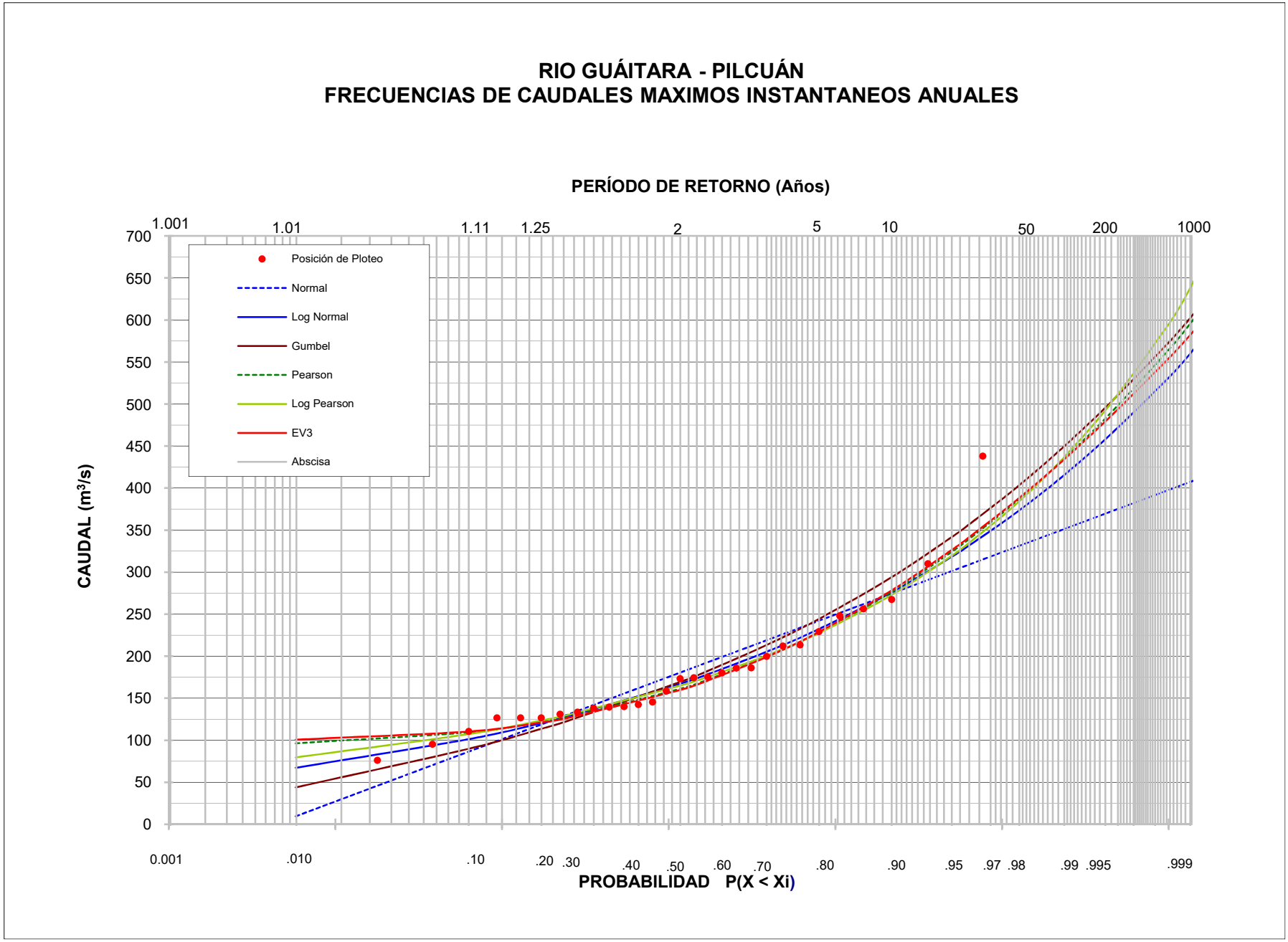
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PERIODO RETORNO (años)	FRECUENCIA PE	VARIABLE REDUCIDA GVEIII	VARIABLE REDUCIDA Y (Gumbel)	W	Z	KT PEARSON	KT LOG PEARSON	YT LOG-PEARSON	KT LOG NORMAL	VALOR ESPERADO PARA CADA DISTRIBUCION PARA CADA Tr NORMAL Q (m3/s)	GUMBEL Q (m3/s)	PEARSON Q (m3/s)	LOG-PEAR Q (m3/s)	LOG-NOR Q (m3/s)	EV3 Q (m3/s)
1.01	0.99	0.01	-1.53	####	-2.33	-1.15	-2.05	4.38	-1.54	9.6	43.9	96.4	79.6	67.3	100.7
1.11	0.90	0.10	-0.84	####	-1.29	-0.97	-1.24	4.87	-1.08	86.1	89.7	109.3	107.2	101.1	110.4
1.25	0.80	0.22	-0.48	####	-0.84	-0.80	-0.85	4.82	-0.82	118.8	113.6	121.6	123.5	120.4	121.2
1.33	0.75	0.29	-0.33	####	-0.68	-0.72	-0.71	4.87	-0.71	130.7	123.2	127.5	130.2	128.2	126.6
2	0.50	0.69	0.37	####	0.00	-0.26	-0.06	5.11	-0.18	180.6	169.4	161.2	165.0	167.3	159.9
2.3	0.43	0.85	0.58	####	0.18	-0.10	0.12	5.17	-0.02	193.6	183.4	172.9	176.1	179.3	171.9
3.33	0.30	1.20	1.03	####	0.52	0.25	0.47	5.30	0.34	218.9	213.3	199.2	200.7	205.2	199.0
5	0.20	1.61	1.50	####	0.84	0.65	0.82	5.43	0.71	242.3	244.4	228.1	227.6	232.4	228.9
10	0.10	2.30	2.25	####	1.28	1.31	1.31	5.61	1.30	274.6	294.1	276.4	273.0	276.1	278.4
20	0.05	3.00	2.97	####	1.65	1.96	1.74	5.77	1.88	301.3	341.70	324.1	319.4	318.2	326.4
25	0.04	3.22	3.20	####	1.75	2.16	1.87	5.81	2.06	309.0	366.8	339.4	334.8	331.7	341.6
40	0.03	3.69	3.68	####	1.96	2.60	2.13	5.91	2.45	324.4	388.4	371.6	368.0	360.0	373.3
45	0.02	3.81	3.80	####	2.01	2.71	2.19	5.93	2.54	328.1	396.3	379.7	376.6	367.1	381.2
50	0.02	3.91	3.90	####	2.05	2.81	2.25	5.95	2.63	331.3	403.4	387.0	384.3	373.4	388.2
55	0.02	4.01	4.00	####	2.09	2.90	2.30	5.97	2.71	334.1	409.7	393.5	391.3	379.2	394.6
60	0.02	4.09	4.09	####	2.13	2.98	2.34	5.99	2.78	336.7	415.5	399.5	397.7	384.4	400.4
65	0.02	4.17	4.17	####	2.16	3.06	2.38	6.00	2.84	339.1	420.9	405.0	403.7	389.3	405.7
70	0.01	4.25	4.24	####	2.19	3.13	2.42	6.01	2.91	341.2	425.8	410.1	409.3	393.7	410.6
75	0.01	4.32	4.31	####	2.22	3.19	2.46	6.03	2.96	343.2	430.4	414.9	414.5	397.9	415.1
80	0.01	4.38	4.38	####	2.24	3.25	2.49	6.04	3.02	345.0	434.7	419.3	419.4	401.8	419.4
85	0.01	4.44	4.44	####	2.27	3.31	2.52	6.05	3.07	346.8	438.8	423.5	424.1	405.5	423.4
90	0.01	4.50	4.49	####	2.29	3.36	2.55	6.06	3.11	348.4	442.6	427.4	428.5	409.0	427.1
95	0.01	4.55	4.55	####	2.31	3.42	2.57	6.07	3.16	349.9	446.2	431.1	432.7	412.3	430.7
100	0.01	4.61	4.60	####	2.33	3.46	2.60	6.08	3.20	351.3	449.6	434.7	436.7	415.4	434.1
200	0.01	5.30	5.30	####	2.58	4.12	2.93	6.20	3.78	369.6	495.6	482.7	492.5	458.0	479.2
500	0.00	6.21	6.21	####	2.88	4.99	3.34	6.35	4.56	391.8	556.4	546.7	572.4	515.4	538.1
1000	0.00	6.91	6.91	####	3.09	5.66	3.63	6.46	5.17	407.3	602.3	595.5	637.9	559.9	582.0
10000	0.00	9.21	9.21	####	3.72	7.91	4.55	6.79	7.30	453.4	754.7	760.7	892.2	715.9	725.2
PRUEBA CH CUADRADO										**119.45**	**50.66**	**33.32**	**31.79**	**36.83**	**34.43**

Tr (años)	Q (m3/s)
2	1171.68 1010.4
5	1506.61 1333.7
10	1692.19 1493
20	1851.18 1623.1
50	2036.71 1760.3
100	2164.26 1840.2
200	2283.79 1944.4

540.03
746.31
1200.28
1392.20
1583.42
1835.70
2026.36
2659.41

PRUEBA DE CHI CUADRADO

MAXIMO (Yi)	GUMBEL Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	NORMAL Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	PEARSON Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	LOG-PEARSON Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	LOG-NORMAL Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	EV3 Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc
438	369.11	4746.14	12.86	315.14	######	47.90	351.89	7415.10	21.07	347.56	8179.59	23.53	342.66	9090.14	26.53	353.95	7063.73	19.96
310	322.08	146.00	0.45	290.71	371.96	1.28	304.32	32.28	0.11	299.94	101.26	0.34	300.84	83.94	0.28	306.61	11.48	0.04
267	294.06	721.61	2.45	274.60	54.72	0.20	276.39	84.52	0.31	272.97	33.31	0.12	276.08	78.89	0.29	278.38	125.10	0.45
256	273.80	309.79	1.13	262.06	34.32	0.13	256.47	0.07	0.00	254.09	4.44	0.02	258.24	4.16	0.02	258.07	3.48	0.01
248	257.77	97.42	0.38	251.53	13.19	0.05	240.92	48.69	0.20	239.52	70.22	0.29	244.15	14.03	0.06	242.11	33.50	0.14
229	244.40	237.11	0.97	242.29	176.72	0.73	228.13	0.76	0.00	227.61	1.94	0.01	232.43	11.75	0.05	228.93	0.00	0.00
213	232.85	378.13	1.62	233.94	422.05	1.80	217.23	14.63	0.07	217.49	16.72	0.08	222.31	79.45	0.36	217.68	18.30	0.08
212	222.61	112.52	0.51	226.24	202.64	0.90	207.70	18.45	0.09	208.66	11.14	0.05	213.37	1.87	0.01	207.83	17.35	0.08
200	213.36	189.30	0.89	219.00	376.42	1.72	199.23	0.13	0.00	200.80	1.44	0.01	205.30	32.49	0.16	199.07	0.28	0.00
186	204.87	352.45	1.72	212.13	677.35	3.19	191.58	30.08	0.16	193.68	57.53	0.30	197.91	139.59	0.71	191.16	25.62	0.13
186	196.99	125.22	0.64	205.52	388.86	1.89	184.60	1.45	0.01	187.16	1.84	0.01	191.07	27.76	0.15	183.94	3.45	0.02
180	189.59	91.89	0.48	199.11	365.30	1.83	178.15	3.42	0.02	181.10	1.21	0.01	184.66	21.69	0.12	177.30	7.32	0.04
175	182.57	55.75	0.31	192.85	315.01	1.63	172.16	8.67	0.05	175.43	0.11	0.00	178.60	12.22	0.07	171.13	15.80	0.09
174	175.85	2.74	0.02	186.68	155.68	0.83	166.54	58.71	0.35	170.07	17.05	0.10	172.82	1.91	0.01	165.36	78.13	0.47
173	169.39	13.79	0.08	180.55	55.57	0.31	161.24	140.66	0.87	164.97	66.11	0.40	167.27	33.98	0.20	159.95	173.03	1.08
159	163.11	21.22	0.13	174.43	253.84	1.46	156.21	5.24	0.03	160.07	2.47	0.02	161.90	11.58	0.07	154.83	13.45	0.09
145	156.97	136.08	0.87	168.26	527.21	3.13	151.41	37.29	0.25	155.33	100.61	0.65	156.67	129.17	0.82	149.98	21.93	0.15
142	150.92	72.52	0.48	162.00	384.03	2.37	146.79	19.31	0.13	150.71	69.06	0.46	151.52	83.22	0.55	145.36	8.79	0.06
140	144.91	26.13	0.18	155.59	249.33	1.60	142.34	6.47	0.05	146.18	40.66	0.28	146.44	44.05	0.30	140.95	1.32	0.01
139	138.91	0.24	0.00	148.98	91.85	0.62	138.03	1.88	0.01	141.69	5.27	0.04	141.37	3.89	0.03	136.71	7.22	0.05
138	132.85	26.57	0.20	142.11	16.88	0.12	133.83	17.40	0.13	137.23	0.60	0.00	136.29	2.93	0.02	132.64	28.78	0.22
133	126.67	42.67	0.34	134.87	2.80	0.02	129.71	12.16	0.09	132.74	0.22	0.00	131.13	4.27	0.03	128.70	20.28	0.16
131	120.30	114.52	0.95	127.17	14.70	0.12	125.66	28.52	0.23	128.17	8.01	0.06	125.86	26.45	0.21	124.88	37.47	0.30
126	113.64	162.93	1.43	118.82	57.52	0.48	121.64	22.67	0.19	123.47	8.60	0.07	120.38	36.24	0.30	121.17	27.41	0.23
126	106.53	394.69	3.70	109.58	282.98	2.58	117.62	77.10	0.66	118.54	61.73	0.52	114.60	139.28	1.22	117.54	78.55	0.67
126	98.77	763.67	7.73	99.05	747.93	7.55	113.56	164.91	1.45	113.26	172.57	1.52	108.35	325.88	3.01	113.98	154.35	1.35
111	89.93	423.01	4.70	86.51	575.40	6.65	109.39	1.22	0.01	107.40	9.60	0.09	101.35	83.81	0.83	110.46	0.00	0.00
95	79.20	256.06	3.23	70.40	615.24	8.74	105.03	96.58	0.92	100.49	27.99	0.28	93.01	4.81	0.05	106.95	138.03	1.29
76	64.12	141.00	2.20	45.97	901.34	19.61	100.25	588.75	5.87	91.20	231.23	2.54	81.65	32.09	0.39	103.38	750.16	7.26
SUMA			**50.66**			**119.45**			**33.32**			**31.79**			**36.83**			**34.43**


RIO GUÁITARA - PILCUÁN
FRECUENCIAS DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES
PERÍODO DE RETORNO (Años)
1.001
1.01
1.11
1.25
2
5
10
50
200
1000
Posición de Ploteo
Normal
Log Normal
Gumbel
Pearson
Log Pearson
EV3
Abscisa
CAUDAL (m³/s)
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0.001
.010
.10
.20
.30
.40
.50
.60
.70
.80
.90
.95
.97
.98
.99
.995
.999
PROBABILIDAD P(X < Xi)

FRECUENCIA DE CAUDALES MÁXIMOS

	11	12	13	14	15	16
Tr años	**NORMAL m^3/s**	**GUMBEL m^3/s**	**PEARSON m^3/s**	**LOG- PEAR m^3/s**	**LOG-NOR m^3/s**	**EV3 m^3/s**
2.33	193.6	183.4	172.9	176.1	179.3	171.9
5	242.3	244.4	228.1	227.6	232.4	228.9
10	274.6	294.1	276.4	273.0	276.1	278.4
25	309.0	356.8	339.4	334.8	331.7	341.6
50	331.3	403.4	387.0	384.3	373.4	388.2
100	351.3	449.6	434.7	436.7	415.4	434.1
200	369.6	495.6	482.7	492.5	458.0	479.2
500	391.8	556.4	546.7	572.4	515.4	538.1
1000	407.3	602.3	595.5	637.9	559.9	582.0
10000	453.4	754.7	760.7	892.2	715.9	725.2
chi 2	**119.5**	**50.7**	**33.3**	**31.8**	**36.8**	**34.4**

A Pilcuan	1927
A Pedregal	2536.5
n	0.77

Tr años	Pedregal
2.33	218
5	281
10	337
25	414
50	475
100	540
200	609
500	707
1000	788
10000	1103

Pilcuan	San Pedro	n
176.1	255.7	0.73
227.6	326.9	0.71
273.0	395.1	0.72
334.8	495.6	0.77
384.3	582.0	0.81
436.7	679.3	0.86
492.5	789.2	0.92
572.4	957.2	1.00
637.9	1104.3	1.07
892.2	1752.9	1.32

0.77

ANALISIS DE CAUDALES MAXIMOS - ESTACIÓN SAN PEDRO

i (Orden)	DATOS (Xi) MAYOR A MENOR	Yi =Log Xi	weibull P (X>Xo)	Yi-Yo)^2	Yi PUNTOS	VR AJUST GUMBEL	W	Z	VR AJUST NORMAL	(Xi-Xp)^3	KT(P)	VR AJUST PEARSON	(Yi-Yp)^3	KT(LP)	YT LOG PEARSON	VR AJUST LOG-PEARSON	KT L-NORMAL	VR AJUST L-NORMAL	VARIABLE reducida EV3	VR AJUST EV3
1	708.00	6.56	0.03	9.01	3.54	555.55	2.67	1.90	473.38	84769572.72	2.58	545.98	1.09	2.25	6.28	536.31	2.33	519.49	3.56	547.75
2	462.00	6.14	0.06	5.26	2.83	487.89	2.39	1.58	438.63	7220984.91	1.83	465.35	0.22	1.76	6.12	454.81	1.77	458.65	2.86	467.74
3	413.20	6.02	0.09	3.51	2.41	447.69	2.22	1.37	415.85	3016275.03	1.40	419.44	0.12	1.45	6.02	411.05	1.43	422.71	2.46	421.81
4	392.00	5.97	0.11	2.46	2.11	418.70	2.08	1.20	398.25	1873845.70	1.10	387.48	0.08	1.23	5.94	381.50	1.19	396.86	2.17	389.69
5	373.50	5.92	0.14	1.77	1.87	395.84	1.97	1.07	383.55	1150538.11	0.88	363.05	0.06	1.05	5.88	359.32	1.00	376.50	1.95	365.06
6	306.20	5.72	0.17	1.28	1.67	376.85	1.88	0.95	370.74	52672.36	0.69	343.34	0.01	0.90	5.83	341.62	0.84	359.60	1.76	345.15
7	305.30	5.72	0.20	0.92	1.50	360.49	1.79	0.84	359.23	48968.82	0.54	326.87	0.01	0.77	5.79	326.90	0.71	345.07	1.61	328.48
8	302.00	5.71	0.23	0.66	1.35	346.07	1.72	0.74	348.67	36877.14	0.41	312.74	0.01	0.65	5.75	314.31	0.59	332.26	1.48	314.17
9	294.20	5.68	0.26	0.45	1.21	333.09	1.65	0.65	338.83	16552.70	0.29	300.39	0.00	0.54	5.71	303.29	0.48	320.74	1.36	301.66
10	292.80	5.68	0.29	0.30	1.09	321.24	1.58	0.57	329.55	13971.91	0.19	289.44	0.00	0.44	5.68	293.49	0.39	310.25	1.25	290.55
11	289.50	5.67	0.31	0.19	0.97	310.30	1.52	0.48	320.70	8979.84	0.10	279.62	0.00	0.35	5.65	284.66	0.30	300.57	1.16	280.59
12	288.80	5.67	0.34	0.11	0.87	300.09	1.46	0.40	312.20	8102.79	0.02	270.73	0.00	0.27	5.62	276.60	0.21	291.54	1.07	271.57
13	285.00	5.65	0.37	0.05	0.77	290.47	1.41	0.33	303.96	4319.04	-0.06	262.61	0.00	0.18	5.60	269.17	0.13	283.06	0.99	263.33
14	280.00	5.63	0.40	0.02	0.67	281.34	1.35	0.25	295.92	1437.27	-0.13	255.16	0.00	0.11	5.57	262.27	0.06	275.02	0.92	255.77
15	273.00	5.61	0.43	0.00	0.58	272.62	1.30	0.18	288.04	78.69	-0.19	248.27	0.00	0.03	5.54	255.82	-0.01	267.36	0.85	248.78
16	259.60	5.56	0.46	0.00	0.49	264.24	1.25	0.11	280.27	-757.23	-0.25	241.88	0.00	-0.04	5.52	249.74	-0.08	260.01	0.78	242.30
17	256.10	5.55	0.49	0.02	0.41	256.14	1.20	0.04	272.56	-2007.39	-0.30	235.92	0.00	-0.11	5.50	243.98	-0.15	252.93	0.72	236.26
18	227.30	5.43	0.51	0.05	0.33	248.26	1.20	####	264.87	-71033.59	-0.36	230.35	0.00	-0.18	5.47	238.48	-0.21	246.06	0.66	230.61
19	224.60	5.41	0.54	0.09	0.24	240.55	1.25	####	257.16	-85851.95	-0.41	225.12	0.00	-0.25	5.45	233.21	-0.27	239.35	0.61	225.31
20	223.90	5.41	0.57	0.14	0.17	232.98	1.30	####	249.39	-90003.97	-0.45	220.20	0.00	-0.31	5.43	228.13	-0.33	232.77	0.56	220.33
21	223.00	5.41	0.60	0.20	0.09	225.50	1.35	####	241.51	-95536.16	-0.49	215.55	0.00	-0.38	5.41	223.20	-0.39	226.29	0.51	215.63
22	220.20	5.39	0.63	0.28	0.01	218.07	1.41	####	233.47	-114187.93	-0.54	211.16	0.00	-0.44	5.39	218.40	-0.45	219.87	0.46	211.19
23	213.80	5.37	0.66	0.37	-0.07	210.64	1.46	####	225.23	-165602.16	-0.57	207.00	0.00	-0.51	5.36	213.69	-0.51	213.47	0.42	207.00
24	213.00	5.36	0.69	0.47	-0.15	203.17	1.52	####	216.72	-172945.60	-0.61	203.07	-0.01	-0.57	5.34	209.06	-0.57	207.06	0.38	203.02
25	208.90	5.34	0.71	0.59	-0.23	195.61	1.58	####	207.88	-214005.00	-0.64	199.34	-0.01	-0.64	5.32	204.47	-0.63	200.60	0.34	199.25
26	207.00	5.33	0.74	0.72	-0.31	187.89	1.65	####	198.59	-235053.10	-0.68	195.81	-0.01	-0.71	5.30	199.89	-0.69	194.03	0.30	195.67
27	204.00	5.32	0.77	0.86	-0.39	179.94	1.72	####	188.76	-271024.75	-0.71	192.47	-0.01	-0.78	5.27	195.29	-0.76	187.31	0.26	192.27
28	200.10	5.30	0.80	1.03	-0.48	171.67	1.79	####	178.20	-323036.52	-0.74	189.33	-0.01	-0.85	5.25	190.63	-0.82	180.36	0.22	189.04
29	179.90	5.19	0.83	1.23	-0.57	162.92	1.88	####	166.69	-700575.02	-0.77	186.38	-0.04	-0.93	5.22	185.84	-0.89	173.07	0.19	185.98
30	177.80	5.18	0.86	1.45	-0.67	153.52	1.97	####	153.88	-751454.02	-0.79	183.64	-0.04	-1.01	5.20	180.85	-0.96	165.30	0.15	183.07
31	166.40	5.11	0.89	1.73	-0.77	143.15	2.08	####	139.18	-107160.94	-0.81	181.12	-0.07	-1.10	5.17	175.54	-1.04	156.82	0.12	180.32
32	156.40	5.05	0.91	2.07	-0.90	131.24	2.22	####	121.58	-1416804.32	-0.83	178.90	-0.11	-1.20	5.13	169.72	-1.13	147.23	0.09	177.73
33	154.70	5.04	0.94	2.53	-1.05	116.65	2.39	####	98.80	-1482117.43	-0.85	177.06	-0.12	-1.32	5.09	162.97	-1.24	135.69	0.06	175.30
34	154.10	5.04	0.97	3.27	-1.27	95.92	2.67	####	64.05	-1505639.61	-0.86	175.89	-0.12	-1.49	5.04	154.15	-1.38	119.80	0.03	173.08
SUMA	9136.3	188.16		43.07						89454480			1.028							

Promedio	268.71	5.53
Desv. Estandar	107.57	0.33
Coef Asimetria	2.314	0.893
Coef Curtosis	10.64	
No Datos	34	
Valor Máximo	708	
Valor Mínimo	154.1	

CONSTANTES VARIABLES

DISTRB. GUMBEL

Sn	1.1256	
Yn (media)	0.5396	
a (Sn/Sd)	0.0105	
Xf (u)	217.1	
DISTRIBUCION	**PEARSON**	**LOG-PEARSON**
Coef Asimetria	2.314	0.893
	LOG NORMAL	
Coef. Variacion Cv (Sd/x)	**0.40**	**0.06**

GENERAL VALORES EXTREMOS EVIII

Coef Asimetria*	2.314	
1/A^	1.10	
A^ (ver nota)	0.91	
B(alpha)	0.87	
alpha(A)	-0.04	
B^	264.32	
C^	171.19	

* Se debe variar el valor de la casilla B63, hasta que el valor de la casilla B61, sea igual al valor de la casilla B56, es decir, igualar el coeficiente de asimetria.

Esto se puede hacer, ubicándose en la casilla B61, ir a Herramientas Buscar Objetivo....con el valor?..darle el valor que aparece en B56,... para cambiar la celda: picar el icono de la derecha y ubicarse sobre la casilla B63, .. Enter, enter, enter.

FRECUENCIA DE CAUDALES MÁXIMOS - ESTACIÓN SAN PEDRO

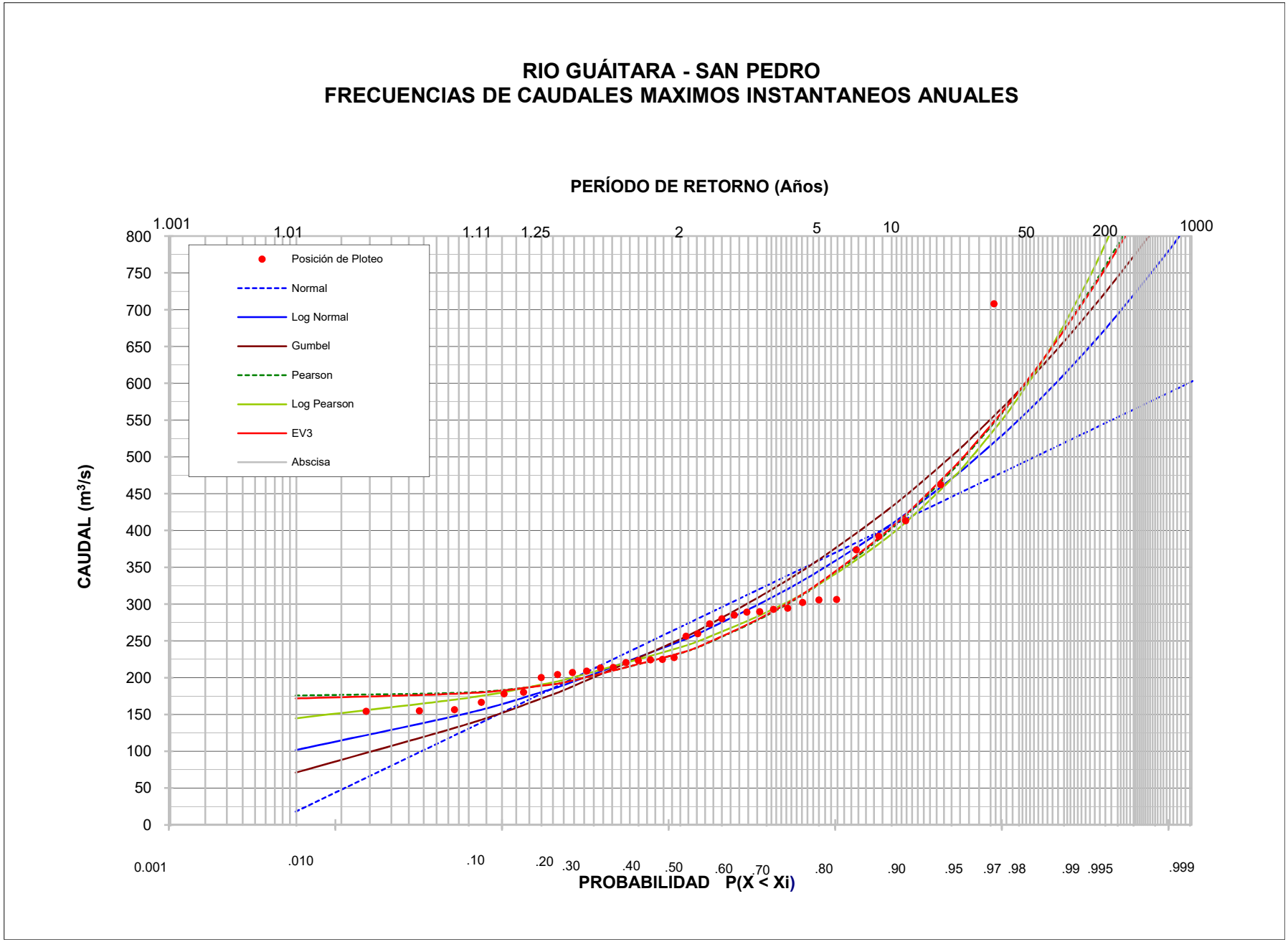
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
PERIODO RETORNO (años)	FRECUENCIA PE	VARIABLE REDUCIDA GVEIII	VARIABLE REDUCIDA Y (Gumbel)	W	Z	KT PEARSON	KT LOG PEARSON	YT LOG-PEARSON	KT LOG NORMAL	VALOR ESPERADO PARA CADA DISTRIBUCION PARA CADA Tr: NORMAL Q (m3/s)	GUMBEL Q (m3/s)	PEARSON Q (m3/s)	LOG- PEAR Q (m3/s)	LOG-NOR Q (m3/s)	EV3 Q (m3/s)
1.01	0.99	0.01	-1.53	####	-2.33	-0.86	-1.68	4.98	-1.55	18.0	71.0	175.7	144.8	101.6	171.8
1.11	0.90	0.10	-0.84	####	-1.29	-0.83	-1.15	5.15	-1.09	130.3	137.1	179.9	172.5	151.9	178.9
1.25	0.80	0.22	-0.48	####	-0.84	-0.74	-0.85	5.25	-0.82	178.2	171.7	189.3	190.6	180.4	189.0
1.33	0.75	0.29	-0.33	####	-0.68	-0.69	-0.73	5.29	-0.71	195.6	185.4	194.7	198.4	191.9	194.6
2	0.50	0.69	0.37	####	0.00	-0.33	-0.15	5.49	-0.18	268.7	252.2	233.1	241.2	249.5	233.4
2.3	0.43	0.85	0.58	####	0.18	-0.19	0.03	5.54	-0.01	287.9	272.4	248.1	255.7	267.2	248.6
3.33	0.30	1.20	1.03	####	0.52	0.14	0.40	5.67	0.34	325.0	315.6	284.3	288.9	305.2	285.3
5	0.20	1.61	1.50	####	0.84	0.54	0.77	5.79	0.71	359.2	360.5	326.9	326.9	345.1	328.5
10	0.10	2.30	2.25	####	1.28	1.24	1.33	5.98	1.30	406.6	432.2	402.3	395.1	408.9	404.6
20	0.05	3.00	2.97	####	1.65	1.97	1.85	6.15	1.88	445.7	501.01	480.7	469.8	470.4	483.0
25	0.04	3.22	3.20	####	1.75	2.21	2.01	6.21	2.06	457.1	522.8	506.5	495.6	490.0	508.7
40	0.03	3.69	3.68	####	1.96	2.72	2.34	6.32	2.44	479.6	568.5	561.8	553.1	531.2	563.4
45	0.02	3.81	3.80	####	2.01	2.86	2.42	6.34	2.54	485.0	579.9	575.8	568.2	541.5	577.2
50	0.02	3.91	3.90	####	2.05	2.97	2.50	6.37	2.62	489.7	590.1	588.5	582.0	550.8	589.6
55	0.02	4.01	4.00	####	2.09	3.08	2.56	6.39	2.70	493.9	599.3	599.9	594.7	559.1	600.8
60	0.02	4.09	4.09	####	2.13	3.18	2.62	6.41	2.77	497.7	607.6	610.4	606.5	566.8	611.1
65	0.02	4.17	4.17	####	2.16	3.27	2.67	6.43	2.84	501.1	615.4	620.1	617.5	573.8	620.6
70	0.01	4.25	4.24	####	2.19	3.35	2.72	6.44	2.90	504.3	622.5	629.1	627.8	580.3	629.4
75	0.01	4.32	4.31	####	2.22	3.43	2.77	6.46	2.95	507.2	629.1	637.5	637.5	586.4	637.6
80	0.01	4.38	4.38	####	2.24	3.50	2.81	6.47	3.01	509.9	635.3	645.4	646.7	592.1	645.2
85	0.01	4.44	4.44	####	2.27	3.57	2.85	6.49	3.06	512.4	641.2	652.8	655.4	597.4	652.5
90	0.01	4.50	4.49	####	2.29	3.64	2.89	6.50	3.10	514.7	646.7	659.9	663.7	602.5	659.3
95	0.01	4.55	4.55	####	2.31	3.70	2.93	6.51	3.15	516.9	651.9	666.5	671.7	607.2	665.8
100	0.01	4.61	4.60	####	2.33	3.76	2.96	6.52	3.19	519.0	656.8	672.8	679.3	611.8	671.9
200	0.01	5.30	5.30	####	2.58	4.56	3.41	6.67	3.76	545.8	723.3	759.5	789.2	673.5	755.5
500	0.00	6.21	6.21	####	2.88	5.66	3.99	6.86	4.54	578.4	811.0	877.3	957.2	756.8	867.8
1000	0.00	6.91	6.91	####	3.09	6.51	4.42	7.01	5.14	601.2	877.3	968.7	1104.3	821.2	953.8
10000	0.00	9.21	9.21	####	3.72	9.46	5.80	7.47	7.23	668.8	1097.4	1285.8	1752.9	1046.5	1245.6
PRUEBA CHI CUADRADO										**361.04**	**161.64**	**79.72**	**71.09**	**110.48**	**77.19**

Tr (años)	Q (m3/s)
2	1171.68
5	1506.61
10	1692.19
20	1851.18
50	2036.71
100	2164.26
200	2283.79

540.03
746.31
1200.28
1392.20
1583.42
1835.70
2026.36
2659.41

PRUEBA DE CHI CUADRADO

MAXIMO (Yi)	GUMBEL Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	NORMAL Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	PEARSON Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	LOG-PEARSON Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	LOG-NORMAL Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc	EV3 Yc	(Y-Yc)^2	(Y-Yc)^2/Yc
708	555.55	######	41.84	473.38	######	48.08	536.31	29477.87	54.96	519.49	######	68.40	547.75	25681.47	46.89			
462	487.89	670.17	1.37	438.63	546.39	1.25	465.35	11.20	0.02	454.81	51.75	0.11	458.65	11.19	0.02	467.74	32.92	0.07
413	447.69	1189.24	2.66	415.85	7.04	0.02	419.44	38.97	0.09	411.05	4.63	0.01	422.71	90.41	0.21	421.81	74.21	0.18
392	418.70	712.95	1.70	398.25	39.01	0.10	387.48	20.45	0.05	381.50	110.31	0.29	396.86	23.59	0.06	389.69	5.34	0.01
374	395.84	499.28	1.26	383.55	101.09	0.26	363.05	109.16	0.30	359.32	201.11	0.56	376.50	9.01	0.02	365.06	71.16	0.19
306	376.85	4990.90	13.24	370.74	4165.33	11.24	343.34	1379.74	4.02	341.62	1254.26	3.67	359.60	2851.59	7.93	345.15	1517.49	4.40
305	360.49	3046.46	8.45	359.23	2908.34	8.10	326.87	465.14	1.42	326.90	466.51	1.43	345.07	1581.45	4.58	328.48	537.46	1.64
302	346.07	1941.74	5.61	348.67	2178.27	6.25	312.74	115.29	0.37	314.31	151.42	0.48	332.26	915.37	2.76	314.17	148.15	0.47
294	333.09	1512.35	4.54	338.83	1992.25	5.88	300.39	38.31	0.13	303.29	82.66	0.27	320.74	704.62	2.20	301.66	55.59	0.18
293	321.24	809.08	2.52	329.55	1350.76	4.10	289.44	11.28	0.04	293.49	0.48	0.00	310.25	304.51	0.98	290.55	5.05	0.02
290	310.30	432.67	1.39	320.70	973.74	3.04	279.62	97.61	0.35	284.66	23.45	0.08	300.57	122.46	0.41	280.59	79.38	0.28
289	300.09	127.37	0.42	312.20	547.46	1.75	270.73	326.64	1.21	276.60	148.94	0.54	291.54	7.51	0.03	271.57	296.94	1.09
285	290.47	29.90	0.10	303.96	359.39	1.18	262.61	501.27	1.91	269.17	250.59	0.93	283.06	3.78	0.01	263.33	469.45	1.78
280	281.34	1.80	0.01	295.92	253.52	0.86	255.16	617.25	2.42	262.27	314.27	1.20	275.02	24.79	0.09	255.77	587.15	2.30
273	272.62	0.14	0.00	288.04	226.22	0.79	248.27	611.62	2.46	255.82	295.24	1.15	267.36	31.80	0.12	248.78	586.51	2.36
260	264.24	21.56	0.08	280.27	427.08	1.52	241.88	314.06	1.30	249.74	97.27	0.39	260.01	0.17	0.00	242.30	299.34	1.24
256	256.14	0.00	0.00	272.56	270.83	0.99	235.92	407.10	1.73	243.98	147.01	0.60	252.93	10.06	0.04	236.26	393.74	1.67
227	248.26	439.24	1.77	264.87	1411.70	5.33	230.35	9.33	0.04	238.48	125.06	0.52	246.06	351.83	1.43	230.61	10.94	0.05
225	240.55	254.53	1.06	257.16	1060.39	4.12	225.12	0.27	0.00	233.21	74.18	0.32	239.35	217.62	0.91	225.31	0.50	0.00
224	232.98	82.49	0.35	249.39	649.69	2.61	220.20	13.70	0.06	228.13	17.88	0.08	232.77	78.76	0.34	220.33	12.77	0.06
223	225.50	6.25	0.03	241.51	342.51	1.42	215.55	55.49	0.26	223.20	0.04	0.00	226.29	10.83	0.05	215.63	54.31	0.25
220	218.07	4.55	0.02	233.47	176.14	0.75	211.16	81.75	0.39	218.40	3.25	0.01	219.87	0.11	0.00	211.19	81.10	0.38
214	210.64	9.98	0.05	225.23	130.68	0.58	207.00	46.21	0.22	213.69	0.01	0.00	213.47	0.11	0.00	207.00	46.28	0.22
213	203.17	96.60	0.48	216.72	13.87	0.06	203.07	98.67	0.49	209.06	15.51	0.07	207.06	35.31	0.17	203.02	99.58	0.49
209	195.61	176.65	0.90	207.88	1.05	0.01	199.34	91.41	0.46	204.47	19.60	0.10	200.60	68.97	0.34	199.25	93.13	0.47
207	187.89	365.13	1.94	198.59	70.65	0.36	195.81	125.21	0.64	199.89	50.48	0.25	194.03	168.17	0.87	195.67	128.38	0.66
204	179.94	578.72	3.22	188.76	232.33	1.23	192.47	132.83	0.69	195.29	75.80	0.39	187.31	278.55	1.49	192.27	137.60	0.72
200	171.67	808.50	4.71	178.20	479.59	2.69	189.33	115.99	0.61	190.63	89.74	0.47	180.36	389.86	2.16	189.04	122.31	0.65
180	162.92	288.17	1.77	166.69	174.50	1.05	186.38	41.99	0.23	185.84	35.25	0.19	173.07	46.70	0.27	185.98	36.91	0.20
178	153.52	589.40	3.84	153.88	572.40	3.72	183.64	34.06	0.19	180.85	9.30	0.05	165.30	156.32	0.95	183.07	27.76	0.15
166	143.15	540.69	3.78	139.18	740.73	5.32	181.12	216.82	1.20	175.54	83.60	0.48	156.82	91.80	0.59	180.32	193.73	1.07
156	131.24	632.79	4.82	121.58	1212.70	9.97	178.90	506.08	2.83	169.72	177.39	1.05	147.23	84.12	0.57	177.73	454.86	2.56
155	116.65	1448.13	12.41	98.80	3124.32	31.62	177.06	500.02	2.82	162.97	68.34	0.42	135.69	361.39	2.66	175.30	424.56	2.42
154	95.92	3384.88	35.29	64.05	8108.93	126.60	175.89	474.92	2.70	154.15	0.00	0.00	119.80	1176.59	9.82	173.08	360.19	2.08
SUMA			**161.64**			**361.04**			**79.72**			**71.09**			**110.48**			**77.19**


RIO GUÁITARA - SAN PEDRO
FRECUENCIAS DE CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS ANUALES
PERÍODO DE RETORNO (Años)
1.001
1.01
1.11
1.25
2
5
10
50
200
1000
Posición de Ploteo
Normal
Log Normal
Gumbel
Pearson
Log Pearson
EV3
Abscisa
CAUDAL (m³/s)
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0.001
.010
.10
.20
.30
.40
.50
.60
.70
.80
.90
.95
.97
.98
.99
.995
.999
PROBABILIDAD P(X < Xi)

FRECUENCIA DE CAUDALES MÁXIMOS SAN PEDRO

	11	12	13	14	15	16
Tr años	**NORMAL m^3/s**	**GUMBEL m^3/s**	**PEARSON m^3/s**	**LOG- PEAR m^3/s**	**LOG-NOR m^3/s**	**EV3 m^3/s**
2.33	287.9	272.4	248.1	255.7	267.2	248.6
5	359.2	360.5	326.9	326.9	345.1	328.5
10	406.6	432.2	402.3	395.1	408.9	404.6
25	457.1	522.8	506.5	495.6	490.0	508.7
50	489.7	590.1	588.5	582.0	550.8	589.6
100	519.0	656.8	672.8	679.3	611.8	671.9
200	545.8	723.3	759.5	789.2	673.5	755.5
500	578.4	811.0	877.3	957.2	756.8	867.8
1000	601.2	877.3	968.7	1104.3	821.2	953.8
10000	668.8	1097.4	1285.8	1752.9	1046.5	1245.6
chi 2	**361.0**	**161.6**	**79.7**	**71.1**	**110.5**	**77.2**

A San Pedro	3215.5	km²
A Pedregal	2536.5	km²
n	0.77	

Tr años	Río Guáitara - Puente Pedregal
2.33	213.0
5	272.3
10	329.1
25	412.9
50	484.9
100	565.9
200	657.4
500	797.4
1000	919.9
10000	1460.3

ANEXO 5 INVENTARIO DE OBRAS

ESTRUCTURA DE ENTRADA

Numero de Obra	ABSCISA (PKs)	ABSCISA (PRs)	UF	COORDENADAS DE ENTRADA		TUBERIA		BOX CULVERT		Longitud (m)	Material	GUARDARUEDA ENTRADA				ALETAS ENTRADA		
				ESTE	NORTE	Diametro (m)	Numero de tubos	H(m)	b(m)			Longitud (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Estado	Longitud (m)	Altura Inicial (m)	Altura Final (m)
1.00	K0+035	N/A	4	957024.83	606713.68	0.600	1	0.000	0.000	9.620	Concreto	1.610	0.260	0.350	Bueno	0.000	0.000	0.000
3.00	K0+230	N/A	4	957088.36	606897.22	0.600	1	0.000	0.000	9.500	Concreto	1.600	0.270	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
4.00	K0+275	N/A	4	957110.35	606936.45	0.600	1	0.000	0.000	0.000	Concreto	1.610	0.270	0.310	Bueno	0.000	0.000	0.000
5.00	K0+336	N/A	4	957139.52	606989.32	0.600	1	0.000	0.000	9.770	Concreto	1.600	0.270	0.250	Bueno	0.000	0.000	0.000
6.00	K0+415	N/A	4	957179.80	607058.45	0.600	1	0.000	0.000	9.530	Concreto	1.600	0.260	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
7.00	K0+513	N/A	4	957245.98	607137.05	0.600	1	0.000	0.000	10.520	Concreto	1.570	0.260	0.440	Bueno	0.000	0.000	0.000
8.00	K0+600	N/A	4	957323.79	607167.86	0.600	1	0.000	0.000	10.430	Concreto	1.570	0.280	0.300	Malo	0.000	0.000	0.000
9.00	K0+653	N/A	4	957366.60	607198.70	0.600	1	0.000	0.000	10.450	Concreto	1.600	0.260	0.380	Regular	0.000	0.000	0.000
10.00	K0+732	N/A	4	957391.56	607271.23	0.000	0	0.000	0.000	0.000	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
11.00	K0+815	N/A	4	957395.81	607351.13	0.600	1	0.000	0.000	10.330	Concreto	1.610	0.260	0.340	Bueno	0.000	0.000	0.000
12.00	K0+885	N/A	4	957424.69	607420.18	0.600	1	0.000	0.000	9.470	Concreto	1.600	0.260	0.310	Bueno	0.000	0.000	0.000
13.00	K0+970	N/A	4	957472.51	607489.16	0.600	1	0.000	0.000	9.600	Concreto	1.600	0.270	0.310	Bueno	0.000	0.000	0.000
14.00	K1+100	N/A	4	957568.93	607584.18	0.600	1	0.000	0.000	10.360	Concreto	1.600	0.260	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
15.00	K1+180	N/A	4	957649.42	607584.17	0.600	1	0.000	0.000	9.630	Concreto	1.600	0.260	0.330	Bueno	0.000	0.000	0.000
16.00	K1+243	N/A	4	957711.68	607593.89	0.600	1	0.000	0.000	9.440	Concreto	1.600	0.260	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
17.00	K1+326	N/A	4	957796.45	607583.11	0.600	1	0.000	0.000	10.280	Concreto	1.600	0.260	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
18.00	K1+398	N/A	4	957850.83	607532.36	0.600	1	0.000	0.000	9.590	Concreto	1.600	0.260	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
19.00	K1+480	N/A	4	957923.83	607499.08	0.000	0	0.000	0.000	10.450	Concreto	1.550	0.250	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
20.00	K1+558	N/A	4	958000.56	607502.78	0.600	1	0.000	0.000	10.340	Concreto	1.600	0.260	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
21.00	K1+635	N/A	4	958071.62	607527.05	0.600	1	0.000	0.000	9.320	Concreto	1.600	0.250	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
22.00	K1+714	N/A	4	958139.96	607563.61	0.600	1	0.000	0.000	10.420	Concreto	1.610	0.260	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
23.00	K1+779	N/A	4	958181.21	607620.34	0.600	1	0.000	0.000	9.560	Concreto	1.600	0.260	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
24.00	K1+868	N/A	4	958221.10	607687.98	0.600	1	0.000	0.000	10.280	Concreto	1.600	0.270	0.360	Bueno	0.000	0.000	0.000
25.00	K2+270	N/A	4	958433.57	608007.94	0.600	1	0.000	0.000	10.280	Concreto	1.600	0.270	0.320	Malo	0.000	0.000	0.000
26.00	K2+386	N/A	4	958476.03	608096.70	0.600	1	0.000	0.000	9.560		1.520	0.250	0.350	Bueno	0.000	0.000	0.000
27.00	K2+494	N/A	4	958473.82	608206.23	0.600	1	0.000	0.000	10.250	Concreto	1.500	0.240	0.270	Bueno	0.000	0.000	0.000
28.00	K2+576	N/A	4	958465.81	608287.81	0.600	1	0.000	0.000	9.630	Concreto	1.440	0.260	0.230	Bueno	0.000	0.000	0.000
29.00	K2+682	N/A	4	958536.18	608381.25	0.600	1	0.000	0.000	9.930	Concreto	1.500	0.240	0.270	Bueno	0.000	0.000	0.000
30.00	K2+785	N/A	4	958575.66	608478.65	0.600	1	0.000	0.000	9.520		0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
31.00	K3+010	N/A	4	958799.87	608594.80	0.600	1	0.000	0.000	12.300	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
32.00	K3+090	N/A	4	958870.45	608523.75	0.900	1	0.000	0.000	10.630	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
33.00	K3+410	N/A	4	959164.14	608423.60	0.900	1	0.000	0.000	11.220	Concreto	1.600	0.240	0.260	Bueno	0.000	0.000	0.000
34.00	K3+567	N/A	4	959299.83	608347.28	0.600	1	0.000	0.000	9.600	Concreto	1.440	0.240	0.340	Bueno	0.000	0.000	0.000
35.00	K3+780	N/A	4	959487.92	608249.88	0.600	1	0.000	0.000	9.550	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
36.00	K3+870	N/A	4	959576.36	608230.83	0.600	1	0.000	0.000	9.460	Concreto	1.430	0.230	0.200	Regular	0.000	0.000	0.000
37.00	K3+960	N/A	4	959661.54	608202.95	0.600	1	0.000	0.000	9.480	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
38.00	K4+050	N/A	4	959749.48	608200.50	0.600	1	0.000	0.000	9.640	Concreto	1.520	0.240	0.400	Bueno	0.000	0.000	0.000
39.00	K4+140	N/A	4	959839.33	608196.84	0.600	1	0.000	0.000	9.500	Concreto	1.500	0.230	0.410	Bueno	0.000	0.000	0.000
40.00	K4+220	N/A	4	959919.54	608192.03	0.600	1	0.000	0.000	10.590	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
41.00	K4+410	N/A	4	960103.81	608224.97	0.600	1	0.000	0.000	9.520	Concreto	1.500	0.250	0.420	Bueno	0.000	0.000	0.000
42.00	K4+521	N/A	4	960216.57	608230.59	0.600	1	0.000	0.000	10.800	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
43.00	K4+600	N/A	4	960260.69	608292.96	0.600	1	0.000	0.000	9.200	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
44.00	K4+675	N/A	4	960302.08	608362.46	0.600	1	0.000	0.000	10.270	Concreto	1.500	0.260	0.090	Bueno	0.000	0.000	0.000
45.00	K4+770	N/A	4	960390.54	608406.57	0.600	1	0.000	0.000	9.600	Concreto	1.500	0.270	0.210	Bueno	0.000	0.000	0.000
46.00	K4+890	N/A	4	960502.80	608450.26	0.600	1	0.000	0.000	10.200	Concreto	1.500	0.250	0.360	Bueno	0.000	0.000	0.000
47.00	K4+982	N/A	4	960590.04	608485.03	0.600	1	0.000	0.000	9.500	Concreto	1.470	0.260	0.100	Bueno	0.000	0.000	0.000
48.00	K5+105	N/A	4	960688.10	608538.28	0.600	1	0.000	0.000	10.280	Concreto	1.450	0.250	0.350	Bueno	0.000	0.000	0.000
49.00	K5+190	N/A	4	960739.41	608607.16	0.600	1	0.000	0.000	9.500	Concreto	1.480	0.240	0.180	Bueno	0.000	0.000	0.000
50.00	K5+294	N/A	4	960802.53	608691.86	0.600	1	0.000	0.000	16.300	Concreto	1.500	0.250	0.300	Bueno	2.200	2.150	0.450
51.00	K5+469	N/A	4	960952.91	608766.62	0.600	1	0.000	0.000	10.400	Concreto	1.500	0.250	0.240	Bueno	0.000	0.000	0.000
52.00	K5+487	N/A	4	960972.12	608769.30	0.600	1	0.000	0.000	9.570	Concreto	1.500	0.250	0.370	Bueno	0.000	0.000	0.000
53.00	K5+550	N/A	4	961042.17	608780.95	0.600	1	0.000	0.000	10.460	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
54.00	K5+660	N/A	4	961090.47	608885.81	0.600	1	0.000	0.000	9.280	Concreto	1.420	0.250	0.240	Bueno	0.000	0.000	0.000
55.00	K5+740	N/A	4	961067.86	608973.32	0.600	1	0.000	0.000	10.190	Concreto	1.550	0.250	0.430	Bueno	0.000	0.000	0.000
56.00	K5+837	N/A	4	961045.25	609058.63	0.600	1	0.000	0.000	11.030	Concreto	1.500	0.250	0.240	Bueno	0.000	0.000	0.000
57.00	K5+910	N/A	4	961026.98	609127.61	0.600	1	0.000	0.000	12.580	Concreto	1.500	0.260	0.190	Bueno	0.000	0.000	0.000
58.00	K5+990	N/A	4	960996.67	609201.46	0.600	1	0.000	0.000	12.600	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
59.00	K6+145	N/A	4	960950.30	609355.21	0.600	1	0.000	0.000	13.960	Concreto	1.500	0.250	0.150	Malo	0.000	0.000	0.000
60.00	K6+226	N/A	4	960931.71	609430.49	0.600	1	0.000	0.000	13.900	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
61.00	K6+308	N/A	4	960911.30	609510.92	0.600	1	0.000	0.000	14.300	Concreto	1.500	0.290	0.390	Bueno	0.000	0.000	0.000
63.00	K6+450	N/A	4	960939.38	609668.03	0.600	1	0.000	0.000	13.120	Concreto	1.450	0.240	0.190	Bueno	0.000	0.000	0.000
64.00	K6+511	N/A	4	960975.36	609720.60	0.600	1	0.000	0.000	14.100	Concreto	1.500	0.250	0.420	Bueno	0.000	0.000	0.000
65.00	K6+580	N/A	4	960974.00	609779.43	0.600	1	0.000	0.000	14.000	Concreto	1.500	0.250	0.390	Bueno	0.000	0.000	0.000
66.00	K6+670	N/A	4	960935.35	609861.69	0.600	1	0.000	0.000	14.240	Concreto	1.500	0.260	0.250	Bueno	0.000	0.000	0.000
67.00	K6+744	N/A	4	960933.45	609941.12	0.600	1	0.000	0.000	13.900	Concreto	1.500	0.240	0.380	Bueno	0.000	0.000	0.000
68.00	K6+860	N/A	4	960937.21	610060.27	0.600	1	0.000	0.000	16.100	Concreto	1.500	0.240	0.240	Bueno	0.000	0.000	0.000
69.00	N/A	50+380	4	960969.05	610137.80	0.600	1	0.000	0.000	13.000	Concreto	1.500	0.240	0.470	Bueno	0.000	0.000	0.000
70.00	N/A	50+480	4	960985.87	610221.62	0.600	1	0.000	0.000	13.370	Concreto	0.000	0.250	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
71.00	N/A	50+550	4	960978.07	610301.85	0.600	1	0.000	0.000	15.440	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
72.00	N/A	50+628	4	961018.22	610378.17	0.600	1	0.000	0.000	13.440	Concreto	1.500	0.290	0.400	Bueno	0.000	0.000	0.000
73.00	N/A	50+700	4	961036.96	610446.53	0.600	1	0.000	0.000	13.180	Concreto	1.500	0.260	0.260	Bueno	0.000	0.000	0.000
74.00	N/A	50+795	4	961041.48	610534.23	0.600	1	0.000	0.000	13.180	Concreto	1.500	0.270	0.340	Bueno	0.000	0.000	0.000
75.00	N/A	50+876	4	961048.72	610615.67	0.600	1	0.000	0.000	14.350	Concreto	1.500	0.260	0.260	Bueno	0.000	0.000	0.000
76.00	N/A	51+124	4	961222.23	610773.24	0.000	0	3.000	4.000	12.640	Concreto	4.700	0.260	0.250	Bueno	5.500	6.150	3.700
77.00	N/A	51+245	4	961216.38	610642.78	0.600	1	0.000	0.000	13.350	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
78.00	N/A	51+347	4	961179.41	610556.20	0.600	1	0.000	0.000	14.200	Concreto	1.500	0.250	0.370	Bueno	0.000	0.000	0.000
79.00	N/A	51+437	4	961195.17	610472.38	0.600	1	0.000	0.000	13.400	Concreto	1.500	0.240	0.070	Bueno	0.000	0.000	0.000
80.00	N/A	51+550	4	961176.44	610356.84	0.600	1	0.000	0.000	13.460	Concreto	1.500	0.260	0.120	Malo	0.000	0.000	0.000
81.00	N/A	51+632	4	961186.79	610286.18	0.600	1	0.000	0.000	13.300	Concreto	1.500	0.260	0.370	Bueno	0.000	0.000	0.000
82.00	N/A	51+716	4	961235.51	610218.96	0.600	1	0.000	0.000	16.410	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
83.00	N/A	51+800	4	961242.70	610130.92	0.600	1	0.000	0.000	13.250	Concreto	1.500	0.250	0.350	Bueno	0.000	0.000	0.000
84.00	N/A	51+880	4	961268.34	610052.56	0.600	1	0.000	0.000	13.200	Concreto	1.500	0.240	0.150	Bueno	0.000	0.000	0.000
85.00	N/A	51+970	4	961314.51	609982.31	0.600	1	0.000	0.000	13.200	Concreto	1.500	0.240	0.340	Bueno	0.000	0.000	0.000
86.00	N/A	52+100	4	961386.27	609880.32	0.600	1	0.000	0.000	14.130	Concreto	1.540	0.240	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
87.00	N/A	52+180	4	961443.86	609831.38	0.600	1	0.000	0.000	13.240	Concreto	1.000	0.250	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
88.00	N/A	52+254	4	961506.78	609789.62	0.600	1	0.000	0.000	14.380	Concreto	1.500	0.250	0.450	Bueno	0.000	0.000	0.000
89.00	N/A	52+330	4	961543.83	609708.43	0.600	1	0.000	0.000	13.200	Concreto	1.500	0.250	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
90.00	N/A	52+420	4	961566.68	609631.51	0.600	1	0.000	0.000	13.200	Concreto	1.500	0.250	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
91.00	N/A	52+510	4	961584.67	609540.17	0.600	1	0.000	0.000	13.200	Concreto	1.500	0.250	0.370	Bueno	0.000	0.000	0.000
92.00	N/A	52+600	4	961614.91	609462.81	0.600	1	0.000	0.000	14.300	Concreto	1.500	0.250	0.380	Bueno	0.000	0.000	0.000
93.00	N/A	52+720	4	961709.55	609436.58	0.600	1	0.000	0.000	31.510	Concreto	1.500	0.250	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
94.00	N/A	52+870	4	961799.70	609536.14	0.600	1	0.000	0.000	13.180	Concreto	1.500	0.250	0.350	Bueno	0.000	0.000	0.000
95.00	N/A	52+940	4	961849.90	609605.52	0.600	1	0.000	0.000	13.170	Concreto	1.500	0.250	0.240	Regular	0.000	0.000	0.000
96.00	N/A	53+050	4	961888.65	609684.23	0.600	1	0.000	0.000	14.300	Concreto	1.500	0.240	0.230	Malo	0.000	0.000	0.000
97.00	N/A	53+140	4	961873.66	609771.71	0.600	1	0.000	0.000	13.950	Concreto	1.500	0.240	0.280	Bueno	0.000	0.000	0.000
98.00	N/A	53+230	4	961869.35	609866.62	0.600	1	0.000	0.000	14.020	Concreto	1.500	0.240	0.220	Regular	0.000	0.000	0.000
99.00	N/A	53+310	4	961901.69	609940.49	0.600	1	0.000	0.000	14.130	Concreto	1.500	0.260	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
100.00	N/A	53+390	4	961923.24	610014.99	0.600	1	0.000	0.000	13.100	Concreto	1.500	0.260	0.160	Bueno	0.000	0.000	0.000
101.00	N/A	53+465	4	961949.45	610089.09	0.000		0.660	0.600	14.180	Concreto	1.500	0.240	0.270	Bueno	0.000	0.000	0.000
102.00	N/A	53+550	4	961995.51	610159.96	0.600	1	0.000	0.000	13.100	Concreto	1.500	0.260	0.410	Bueno	0.000	0.000	0.000
103.00	N/A	53+680	4	961992.18	610275.59	0.250	1	0.000	0.000	16.700	Concreto	1.350	0.240	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
104.00	N/A	53+685	4	961984.74	610277.96	0.600	1	0.000	0.000	13.100	Concreto	1.500	0.270	0.140	Regular	0.000	0.000	0.000
105.00	N/A	53+810	4	961951.67	610389.16	0.600	1	0.000	0.000	14.100	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
106.00	N/A	53+890	4	961961.61	610474.69	0.600	1	0.000	0.000	14.300	Concreto	1.500	0.300	0.240	Malo	0.000	0.000	0.000
107.00	N/A	53+970	4	962013.31	610545.44	0.600	1	0.000	0.000	13.300	Concreto	1.500	0.250	0.280	Malo	0.000	0.000	0.000
108.00	N/A	54+070	4	962070.79	610617.52	0.600	1	0.000	0.000	14.100	Concreto	1.500	0.260	0.420	Bueno	0.000	0.000	0.000
109.00	N/A	54+160	4	962105.82	610699.18	0.600	1	0.000	0.000	13.180	Concreto	1.500	0.250	0.320	Bueno	0.000	0.000	0.000
110.00	N/A	54+240	4	962142.11	610780.55	0.600	1	0.000	0.000	14.100	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
111.00	N/A	54+310	4	962193.38	610822.57	0.600	1	0.000	0.000	13.100	Concreto	1.500	0.250	0.230	Bueno	0.000	0.000	0.000
112.00	N/A	54+390	4	962265.14	610868.03	0.600	1	0.000	0.000	13.070	Concreto	1.500	0.260	0.350	Malo	0.000	0.000	0.000
113.00	N/A	54+470	4	962319.18	610908.79	0.600	1	0.000	0.000	14.360	Concreto	1.500	0.250	0.350	Bueno	0.000	0.000	0.000
114.00	N/A	54+545	4	962319.56	610978.18	0.600	1	0.000	0.000	13.300	Concreto	1.500	0.250	0.290	Bueno	0.000	0.000	0.000
115.00	N/A	54+620	4	962305.64	611059.09	0.600	1	0.000	0.000	13.260	Concreto	1.500	0.230	0.260	Regular	0.000	0.000	0.000
116.00	K10+400	N/A	4	962302.58	611129.73	0.600	1	0.000	0.000	13.900	Concreto	1.500	0.250	0.400	Bueno	0.000	0.000	0.000
117.00	K10+505	N/A	4	962269.16	611229.95	0.600	1	0.000	0.000	13.700	Concreto	15.000	0.250	0.200	Regular	0.000	0.000	0.000
118.00	K10+586	N/A	4	962259.72	611310.84	0.600	1	0.000	0.000	13.230	Concreto	1.500	0.250	0.280	Regular	0.000	0.000	0.000
119.00	K10+690	N/A	4	962266.35	611422.63	0.600	1	0.000	0.000	14.300	Concreto	1.500	0.260	0.280	Bueno	0.000	0.000	0.000
120.00	K10+760	N/A	4	962309.35	611485.02	0.600	1	0.000	0.000	13.220	Concreto	1.500	0.250	0.250	Regular	0.000	0.000	0.000
121.00	K10+850	N/A	4	962361.88	611556.56	0.600	1	0.000	0.000	13.400	Concreto	1.500	0.250	0.280	Bueno	0.000	0.000	0.000
122.00	K10+940	N/A	4	962421.86	611631.63	0.600	1	0.000	0.000	14.000	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
123.00	K11+030	N/A	4	962494.86	611700.35	0.600	1	0.000	0.000	13.360	Concreto	1.500	0.270	0.350	Malo	0.000	0.000	0.000
124.00	K11+174	N/A	4	962589.68	611794.14	0.600	1	0.000	0.000	13.180	Concreto	1.500	0.250	0.120	Bueno	0.000	0.000	0.000
125.00	K11+275	N/A	4	962685.57	611841.44	0.600	1	0.000	0.000	13.100	Concreto	1.570	0.250	0.340	Regular	0.000	0.000	0.000
126.00	K11+358	N/A	4	962761.28	611869.39	0.600	1	0.000	0.000	13.400	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
127.00	K11+437	N/A	4	962835.88	611899.16	0.600	1	0.000	0.000	13.170	Concreto	1.500	0.260	0.340	Bueno	0.000	0.000	0.000
128.00	K11+516	N/A	4	962912.09	611924.64	0.600	1	0.000	0.000	13.270	Concreto	1.500	0.260	0.160	Malo	0.000	0.000	0.000
130.00	K11+734	N/A	4	963120.27	611996.76	0.600	1	0.000	0.000	25.000	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
131.00	K11+855	N/A	4	963235.24	612029.38	0.600	1	0.000	0.000	14.200	Concreto	1.500	0.250	0.260	Bueno	0.000	0.000	0.000
132.00	K11+946	N/A	4	963319.86	612055.72	0.600	1	0.000	0.000	13.300	Concreto	1.500	0.250	0.370	Bueno	0.000	0.000	0.000
133.00	K12+055	N/A	4	963425.37	612089.39	0.600	1	0.000	0.000	13.230	Concreto	1.500	0.250	0.240	Bueno	0.000	0.000	0.000
134.00	K12+136	N/A	4	963501.80	612112.38	0.600	1	0.000	0.000	13.270	Concreto	1.500	0.240	0.200	Bueno	0.000	0.000	0.000
135.00	K12+253	N/A	4	963591.38	612169.02	0.600	1	0.000	0.000	14.200	Concreto	1.450	0.240	0.280	Bueno	0.000	0.000	0.000
136.00	K12+344	N/A	4	963586.83	612255.13	0.600	1	0.000	0.000	13.270	Concreto	1.500	0.260	0.140	Bueno	0.000	0.000	0.000
137.00	K12+425	N/A	4	963577.78	612334.32	0.600	1	0.000	0.000	13.300	Concreto	1.500	0.250	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000
138.00	K12+510	N/A	4	963577.42	612431.18	0.600	1	0.000	0.000	14.300	Concreto	1.500	0.250	0.400	Bueno	0.000	0.000	0.000
139.00	K12+635	N/A	4	963683.69	612513.33	0.600	1	0.000	0.000	13.250	Concreto	1.500	0.250	0.070	Bueno	0.000	0.000	0.000
140.00	K12+696	N/A	4	963739.67	612535.06	0.600	1	0.000	0.000	13.300	Concreto	1.500	0.240	0.200	Bueno	0.000	0.000	0.000
141.00	K12+785	N/A	4	963804.51	612577.36	0.600	1	0.000	0.000	13.150	Concreto	0.000	0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000
142.00	K13+026	N/A	4	963997.22	612742.28	0.600	2	0.000	0.000	18.000	Concreto	2.420	0.230	0.360	Bueno	2.080	1.600	1.000
143.00	K13+278	N/A	4	964231.80	612829.10	0.600	1	0.000	0.000	12.900	Concreto	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
144.00	K13+852	N/A	4	964752.34	613065.90	0.000	0	0.000	0.000	12.680	Concreto	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
145.00	K14+010	N/A	4	964901.75	613119.39	0.600	1	0.000	0.000	13.320	Concreto	1.520	0.250	0.240	Regular	0.000	0.000	0.000
146.00	K14+087	N/A	4	964980.62	613128.85	0.000	0	0.000	0.000	0.000	Concreto	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
147.00	K14+190	N/A	4	965077.52	613093.13	0.000	0	1.300	2.200	14.320	Concreto	2.650	0.240	0.220	Bueno	2.350	2.900	2.020
148.00	K14+260	N/A	4	965141.79	613067.11	0.000	0	0.000	0.000	0.000	Concreto	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
149.00	K14+387	N/A	4	965260.64	613024.42	0.000	0	0.000	0.000	0.000	Concreto	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
150.00	K14+535	N/A	4	965398.55	613061.05	0.000	0	0.000	0.000	13.180	Concreto	1.500	0.230	0.220	Bueno	0.000	0.000	0.000
151.00	K14+617	N/A	4	965471.72	613096.22	0.600	1	0.000	0.000	13.470	Concreto	1.500	0.250	0.600	Bueno	0.000	0.000	0.000
152.00	K14+715	N/A	4	965570.06	613109.56	0.600	1	0.000	0.000	14.200	Concreto	1.520	0.250	0.400	Malo	0.000	0.000	0.000
153.00	K14+796	N/A	4	965642.99	613073.67	0.600	1	0.000	0.000	14.200	Concreto	1.500	0.260	0.500	Regular	0.000	0.000	0.000
154.00	K14+874	N/A	4	965699.46	613016.14	0.600	1	0.000	0.000	13.200	Concreto	1.500	0.250	0.340	Bueno	0.000	0.000	0.000
155.00	K14+964	N/A	4	965760.64	612951.29	0.600	1	0.000	0.000	13.180	Concreto	1.500	0.250	0.240	Regular	0.000	0.000	0.000
156.00	K15+043	N/A	4	965818.01	612897.15	0.600	1	0.000	0.000	14.200	Concreto	1.520	0.240	0.600	Bueno	0.000	0.000	0.000
157.00	K15+120	N/A	4	965891.22	612870.98	0.600	1	0.000	0.000	14.370	Concreto	1.500	0.260	0.700	Bueno	0.000	0.000	0.000
158.00	K15+237	N/A	4	965992.25	612911.77	0.600	1	0.000	0.000	14.280	Concreto	1.500	0.240	0.500	Bueno	0.000	0.000	0.000
159.00	K15+316	N/A	4	966033.72	612977.12	0.600	1	0.000	0.000	13.270	Concreto	1.510	0.260	0.500	Bueno	0.000	0.000	0.000
160.00	K15+380	N/A	4	966060.85	613045.35	0.600	1	0.000	0.000	14.100	Concreto	1.440	0.250	0.740	Bueno	0.000	0.000	0.000
161.00	K15+460	N/A	4	966057.14	613116.47	0.600	1	0.000	0.000	13.150	Concreto	1.500	0.250	0.340	Malo	0.000	0.000	0.000
162.00	K15+545	N/A	4	966038.90	613200.17	0.600	1	0.000	0.000	14.120	Concreto	1.500	0.250	0.460	Malo	0.000	0.000	0.000
163.00	K15+640	N/A	4	966069.30	613294.38	0.600	1	0.000	0.000	13.120	Concreto	1.560	0.250	0.410	Bueno	0.000	0.000	0.000
164.00	K15+750	N/A	4	966116.10	613385.26	0.600	1	0.000	0.000	18.700	Concreto	1.500	0.220	0.440	Regular	0.000	0.000	0.000

Numero de Obra	ALETAS ENTRADA	MURO DE ACOMPAÑAMIENTO			POCETA				FOTOS ENTRADA	GPS_Date
	Estado	Longitud (m)	Seccion (m)	Estado	Ancho (m)	Profundidad (m)	Largo (m)	Estado		
1.00		0.000	0.000		1.000	2.470	0.850		6293 a 6299	01-03-16
3.00		0.000	0.000		1.000	2.840	0.800	Bueno	6311 a 6314	01-03-16
4.00		0.000	0.000		1.000	2.830	0.850	Bueno	6322 a 6325	01-03-16
5.00		0.000	0.000		1.000	2.740	0.800	Bueno	6338 a 6342	01-03-16
6.00		0.000	0.000		1.000	2.930	0.800		6349 a 6354	01-03-16
7.00		0.000	0.000		1.000	3.240	0.800	Bueno	6362 a 6367	01-03-16
8.00		0.000	0.000		1.000	2.540	0.820		6375 a 6380	01-03-16
9.00		0.000	0.000		1.000	2.570	0.820	Bueno	6387 a 6392	01-03-16
10.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		fuera de servicio 6401 a 6404	01-03-16
11.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6411 a 6415	01-03-16
12.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6429 a 6434	01-03-16
13.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6443 a 6447	01-03-16
14.00		0.000	0.000		1.000	2.780	0.800		6455 a 6459	01-03-16
15.00		0.000	0.000		1.000	2.520	0.820		6469 a 6473	02-03-16
16.00		0.000	0.000		1.000	2.470	0.820	Bueno	6481 a 6485	02-03-16
17.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6493 a 6497	02-03-16
18.00		0.000	0.000		1.000	2.550	0.800		6505 a 6509	02-03-16
19.00		0.000	0.000		1.000	2.580	0.800		6516 a 6520	02-03-16
20.00		0.000	0.000		1.060	2.300	0.820		6529 a 6533	02-03-16
21.00		0.000	0.000		1.000	2.600	0.820	Bueno	6538 a 6543	02-03-16
22.00		0.000	0.000		1.000	2.320	0.800		6550 a 6554	02-03-16
23.00		0.000	0.000		1.000	2.360	0.810		6562 a 6566	02-03-16
24.00		0.000	0.000		1.000	2.550	0.800	Bueno	6573 a 6577	02-03-16
25.00		0.000	0.000		1.000	2.270	0.800		6581 a 6585	02-03-16
26.00		0.000	0.000		1.000	2.080	0.720	Bueno	6600 a 6604	02-03-16
27.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6615 a 6619	02-03-16
28.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6629 a 6634	02-03-16
29.00	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6642 a 6647	02-03-16
30.00		0.000	0.000		1.000	1.880	0.800		6656 a 6661	02-03-16
31.00		0.000	0.000		1.040	4.100	0.840	Bueno	6671 a 6674	02-03-16
32.00		0.000	0.000		1.000	1.670	1.160		6679 a 6683	03-03-16
33.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6691 a 6697	03-03-16
34.00		0.000	0.000		1.000	2.560	0.800	Bueno	6707 a 6712	03-03-16
35.00		0.000	0.000		1.000	1.840	0.820	Bueno	6720 a 6725	03-03-16
36.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6733 a 6738	03-03-16
37.00		0.000	0.000		1.000	1.960	0.800		6746 a 6751	03-03-16
38.00		0.000	0.000		1.000	2.500	0.800	Bueno	6759 a 6764	03-03-16
39.00		0.000	0.000		1.000	2.340	0.800		6772 a 6777	03-03-16
40.00		0.000	0.000		1.000	2.020	0.800		6787 a 6792	03-03-16
41.00		0.000	0.000		1.000	2.130	0.800		6803 a 6808	03-03-16
42.00		0.000	0.000		1.000	1.850	0.800		6816 a 6821	03-03-16
43.00		0.000	0.000		1.000	1.780	0.800		6831 a 6836	03-03-16
44.00		0.000	0.000		1.000	2.190	0.800		6847 a 6852	03-03-16
45.00		0.000	0.000		1.000	2.100	0.840		6862 a 6867	03-03-16
46.00		0.000	0.000		1.000	2.450	0.840		6876 a 6881	03-03-16
47.00		0.000	0.000		1.000	1.960	0.840		6889 a 6894	03-03-16
48.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6902 a 6907	03-03-16
49.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6915 a 6919	03-03-16
50.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6928 a 6936	03-03-16
51.00		0.000	0.000		1.000	1.980	0.800		6942 a 6947	04-03-16
52.00	Regular	0.000	0.000		1.000	2.250	0.820		6955 a 6960	04-03-16
53.00		0.000	0.000		1.000	0.800	0.830	Bueno	6968 a 6973	04-03-16
54.00		0.000	0.000		0.000	1.500	0.820	Bueno	6981 a 6986	04-03-16
55.00		0.000	0.000		1.000	2.400	0.820		6994 a 6999	04-03-16
56.00		0.000	0.000		1.000	2.130	0.820		7007 a 7012	04-03-16
57.00		0.000	0.000		1.000	2.250	0.800		7020 a 7025	04-03-16
58.00		0.000	0.000		1.000	1.870	0.800		7033 a 7038	04-03-16
59.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.800		7046 a 7051	04-03-16
60.00		0.000	0.000		1.080	1.680	0.760		7070 a 7074	04-03-16
61.00		0.000	0.000		1.020	2.140	0.810	Bueno	7093 a 7098	04-03-16
63.00		0.000	0.000		1.000	2.000	0.800		7103 a 7107	04-03-16
64.00		0.000	0.000		1.000	2.180	0.800		7114 a 7119	04-03-16
65.00		0.000	0.000		1.000	1.860	0.800	Bueno	7128 a 7132	04-03-16
66.00		0.000	0.000		1.000	2.360	0.800		7140 a 7146	04-03-16
67.00		0.000	0.000		1.000	2.150	0.840		7154 a 7160	05-03-16
68.00		0.000	0.000		1.000	2.330	0.800		7169 a 7177	05-03-16
69.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.800	Bueno	7188 a 7193	05-03-16
70.00		0.000	0.000		1.000	1.750	0.810	Bueno	7201 a 7207	05-03-16
71.00		0.000	0.000		1.000	2.460	0.800		7215 a 7222	05-03-16
72.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7230 a 7235	05-03-16
73.00		0.000	0.000		1.000	2.100	0.770		7243 a 7248	05-03-16
74.00		0.000	0.000		1.000	1.870	0.800		7256 a 7261	05-03-16
75.00		0.000	0.000		1.000	2.600	0.800	Bueno	7269 a 7274	05-03-16
76.00	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7282 a 7288	07-03-16
77.00		0.000	0.000		1.000	1.600	0.800	Malo	7300 a 7305	07-03-16
78.00		0.000	0.000		1.000	2.050	0.800		7313 a 7319	07-03-16
79.00		0.000	0.000		1.000	0.000	0.800		7327 a 7333	07-03-16
80.00		0.000	0.000		1.000	1.650	0.840	Bueno	7340 a 7346	07-03-16
81.00		0.000	0.000		1.000	1.150	0.800	Bueno	7354 a 7360	07-03-16
82.00		0.000	0.000		1.000	3.120	0.800	Regular	7369 a 7375	07-03-16
83.00		0.000	0.000		1.000	1.860	0.830	Bueno	7384 a 7389	07-03-16
84.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.840		7397 a 7402	07-03-16
85.00		0.000	0.000		1.000	1.900	0.800		7411 a n7416	07-03-16
86.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7424 a 7430	07-03-16
87.00		0.000	0.000		1.000	2.360	0.800		7438 a 7443	07-03-16
88.00		0.000	0.000		1.060	2.650	0.800	Bueno	7452 a 7457	07-03-16
89.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.800		7466 a 7471	07-03-16
90.00		0.000	0.000		1.000	1.960	0.850	Bueno	7479 a 7484	07-03-16
91.00		0.000	0.000		1.000	1.950	0.850		7492 a 7497	08-03-16
92.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.810	Bueno	7505 a 7510	08-03-16
93.00		0.000	0.000		1.000	1.900	0.800		7519 a 7523	08-03-16
94.00		0.000	0.000		1.000	1.730	0.800	Bueno	7530 a 7536	08-03-16
95.00		0.000	0.000		1.000	1.700	0.870		7547 a 7553	08-03-16
96.00		0.000	0.000		1.000	1.700	0.830		7562 a 7568	08-03-16
97.00		0.000	0.000		1.000	2.100	0.850	Bueno	7576 a 7581	08-03-16
98.00		0.000	0.000		1.000	2.240	0.800	Bueno	7589 a 7594	08-03-16
99.00		0.000	0.000		1.000	1.600	0.800	Bueno	7602 a 7607	08-03-16
100.00		0.000	0.000		1.000	1.700	0.800	Bueno	7615 a 7620	08-03-16
101.00		0.000	0.000		1.030	2.300	0.800	Bueno	7631 a 7637	08-03-16
102.00		0.000	0.000		1.000	1.600	0.800	Bueno	7649 a 7655	08-03-16
103.00		0.000	0.000		1.000	1.480	0.850		7663 a 7671	08-03-16
104.00		0.000	0.000		1.000	1.700	0.800		7678 a 7684	08-03-16
105.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.840	Bueno	7755 a 7761	11-03-16
106.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7769 a 7775	11-03-16
107.00		0.000	0.000		1.000	1.960	0.840		7783 a 7789	11-03-16
108.00		0.000	0.000		1.000	1.720	0.820	Bueno	7797 a 7802	11-03-16
109.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.860		7810 a 7815	11-03-16
110.00		0.000	0.000		1.000	2.300	0.800	Bueno	7823 a 7827	12-03-16
111.00		0.000	0.000		1.000	2.180	0.850		7835 a 7840	12-03-16
112.00		0.000	0.000		1.000	2.050	0.850	Bueno	7848 a 7853	12-03-16
113.00		0.000	0.000		1.000	2.130	0.800	Bueno	7861 a 7866	12-03-16
114.00		0.000	0.000		1.000	1.930	0.800	Bueno	7874 a 7879	12-03-16
115.00		0.000	0.000		1.000	2.100	0.800	Bueno	7887 a 7892	12-03-16
116.00		0.000	0.000		1.000	2.350	0.800	Bueno	7900 a 7905	12-03-16
117.00		0.000	0.000		1.000	2.230	0.800		7913 a 7918	12-03-16
118.00		0.000	0.000		1.000	2.420	0.800	Bueno	7926 a 7931	12-03-16
119.00		0.000	0.000		1.000	2.600	0.800		7940 a 7945	12-03-16
120.00		0.000	0.000		1.000	2.460	0.800		7953 a 7958	12-03-16
121.00		0.000	0.000		1.000	2.520	0.800		7966 a 7971	12-03-16
122.00		0.000	0.000		1.000	1.600	0.800		7979 a 7984	12-03-16
123.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7992 a 7997	12-03-16
124.00		0.000	0.000		1.000	2.240	0.800		8005 a 8010	12-03-16
125.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.800	Bueno	8018 a 8023	12-03-16
126.00		0.000	0.000		1.000	1.900	0.800	Bueno	8031 a 8036	12-03-16
127.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8044 a 8049	14-03-16
128.00		0.000	0.000		0.980	2.300	0.800	Bueno	8058 a 8063	14-03-16
130.00		0.000	0.000		1.000	2.300	1.000	Bueno	8085 a 8089	14-03-16
131.00		0.000	0.000		1.000	2.340	1.000	Bueno	8093 a 8098	14-03-16
132.00		0.000	0.000		1.000	2.200	0.820	Bueno	8107 a 8112	14-03-16
133.00		0.000	0.000		1.000	2.100	0.820	Bueno	8121 a 8126	14-03-16
134.00		0.000	0.000		1.000	2.040	0.820	Bueno	8132 a 8137	14-03-16
135.00		0.000	0.000		1.000	1.730	0.780	Bueno	8146 a 8151	14-03-16
136.00		0.000	0.000		1.000	1.950	0.800	Bueno	8159 a 8164	14-03-16
137.00		0.000	0.000		1.000	2.140	0.810	Bueno	8174 a 8180	14-03-16
138.00		0.000	0.000		0.970	2.700	0.800	Bueno	8189 a 8195	14-03-16
139.00		0.000	0.000		1.000	2.150	0.800	Bueno	8207 a 8212	14-03-16
140.00		0.000	0.000		1.000	2.140	0.800	Bueno	8220 a 8225	14-03-16
141.00		0.000	0.000		1.000	2.150	0.800	Bueno	8233 a 8238	14-03-16
142.00	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8246 a 8255	14-03-16
143.00		0.000	0.000		1.000	2.240	0.800	Bueno	8263 a 8271	14-03-16
144.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8281 a 8287	14-03-16
145.00		0.000	0.000		1.000	2.870	1.740	Regular	8297 a 8308	14-03-16
146.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		no se encuentra entrada.	14-03-16
147.00	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8321 a 8330	14-03-16
148.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		no se encuentra entrada	14-03-16
149.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		no se encuentra entrada	14-03-16
150.00		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8355 a 8358	15-03-16
151.00		0.000	0.000		1.000	2.480	0.800	Bueno	8370 a 8376	15-03-16
152.00		0.000	0.000		1.000	2.600	0.800	Bueno	8385 a 8390	15-03-16
153.00		0.000	0.000		1.040	2.400	0.800	Bueno	8398 a 8402	15-03-16
154.00		0.000	0.000		0.950	2.000	0.780	Bueno	8415 a 8420	15-03-16
155.00		0.000	0.000		1.000	2.000	0.850	Bueno	8428 a 8434	15-03-16
156.00		0.000	0.000		1.000	2.250	0.850	Bueno	8442 a 8447	15-03-16
157.00		0.000	0.000		1.000	2.380	0.800	Bueno	8455 a 8460	15-03-16
158.00		0.000	0.000		1.000	2.030	0.800	Bueno	8471 a 8476	15-03-16
159.00		0.000	0.000		1.000	2.650	0.800	Bueno	8484 a 8490	15-03-16
160.00		0.000	0.000		1.000	2.280	0.800	Bueno	8498 a 8503	15-03-16
161.00		0.000	0.000		1.000	2.300	0.800	Regular	8512 a 8518	15-03-16
162.00		0.000	0.000		1.000	2.850	0.800	Bueno	8526 a 8531	15-03-16
163.00		0.000	0.000		1.000	2.270	0.800	Bueno	8539 a 8544	15-03-16
164.00		0.000	0.000		1.000	2.220	0.800	Bueno	8553 a 8558	15-03-16

ESTRUCTURA DE SALIDA

Numero de Obra	COORDENADAS DE SALIDA		Diametro de salida (m)	Numero de tubos de salida	BOX CULVERT SALIDA		Longitud (m)
	ESTE	NORTE			H(m)	b(m)	
1.000	957033.28	606713.15	0.600	1	0.000	0.000	0.000
3.000	957097.38	606893.95	0.600	1	0.000	0.000	0.000
4.000	957119.22	606933.34	0.600	1	0.000	0.000	9.610
5.000	957149.17	606984.32	0.600	1	0.000	0.000	9.770
6.000	957190.73	607054.77	0.600	1	0.000	0.000	0.000
7.000	957251.15	607127.87	0.600	1	0.000	0.000	0.000
8.000	957327.77	607158.28	0.600	1	0.000	0.000	0.000
9.000	957372.75	607194.54	0.600	1	0.000	0.000	0.000
10.000	957418.91	607269.11	0.000	0	0.000	0.000	0.000
11.000	957406.45	607350.92	0.600	1	0.000	0.000	0.000
12.000	957432.99	607416.47	0.600	1	0.000	0.000	0.000
13.000	957480.32	607486.19	0.600	1	0.000	0.000	0.000
14.000	957568.47	607571.90	0.600	1	0.000	0.000	0.000
15.000	957651.30	607575.90	0.600	1	0.000	0.000	9.630
16.000	957714.36	607583.25	0.600	1	0.000	0.000	0.000
17.000	957793.04	607566.82	0.600	1	0.000	0.000	0.000
18.000	957845.12	607524.24	0.600	1	0.000	0.000	0.000
19.000	957923.92	607487.89	0.600	1	0.000	0.000	0.000
20.000	958005.66	607492.78	0.000	0	0.000	0.000	0.000
21.000	958075.51	607519.41	0.600	1	0.000	0.000	0.000
22.000	958148.32	607556.61	0.600	1	0.000	0.000	0.000
23.000	958188.83	607615.82	0.600	1	0.000	0.000	0.000
24.000	958228.70	607685.26	0.600	1	0.000	0.000	0.000
25.000	958438.69	607998.61	0.600	1	0.000	0.000	0.000
26.000	958486.01	608096.66	0.600	1	0.000	0.000	0.000
27.000	958483.97	608207.08	0.600	0	0.000	0.000	0.000
28.000	958482.84	608292.23	0.600	1	0.000	0.000	0.000
29.000	958539.69	608380.73	0.600	1	0.000	0.000	0.000
30.000	958585.88	608474.99	0.600	1	0.000	0.000	0.000
31.000	958791.58	608584.85	0.600	1	0.000	0.000	0.000
32.000	958864.07	608516.65	0.900	1	0.000	0.000	10.630
33.000	959162.00	608411.77	0.900	1	0.000	0.000	11.220
34.000	959296.34	608340.96	0.600	1	0.000	0.000	0.000
35.000	959488.31	608240.92	0.600	1	0.000	0.000	9.550
36.000	959572.66	608220.45	0.600	1	0.000	0.000	0.000
37.000	959659.10	608198.66	0.600	1	0.000	0.000	0.000
38.000	959749.63	608191.85	0.600	1	0.000	0.000	0.000
39.000	959839.66	608184.83	0.600	1	0.000	0.000	0.000
40.000	959920.61	608182.31	0.600	1	0.000	0.000	0.000
41.000	960100.75	608215.42	0.600	1	0.000	0.000	0.000
42.000	960223.41	608221.60	0.600	1	0.000	0.000	0.000
43.000	960270.54	608290.22	0.600	1	0.000	0.000	0.000
44.000	960307.39	608357.36	0.600	1	0.000	0.000	0.000
45.000	960392.43	608399.97	0.600	1	0.000	0.000	0.000
46.000	960505.52	608442.27	0.600	1	0.000	0.000	0.000
47.000	960593.61	608477.43	0.600	1	0.000	0.000	0.000
48.000	960695.17	608533.20	0.600	1	0.000	0.000	0.000
49.000	960745.08	608607.17	0.600	1	0.000	0.000	0.000
50.000	960797.41	608684.84	0.600	1	0.000	0.000	0.000
51.000	960955.94	608757.56	0.600	1	0.000	0.000	0.000
52.000	960973.21	608760.76	0.600	1	0.000	0.000	0.000
53.000	961045.90	608773.77	0.000	1	0.000	0.000	0.000
54.000	961098.92	608888.24	0.600	1	0.000	0.000	0.000
55.000	961077.36	608976.02	0.600	1	0.000	0.000	0.000
56.000	961056.70	609061.35	0.000	1	0.000	0.000	0.000
57.000	961038.34	609132.06	0.600	1	0.000	0.000	0.000
58.000	961006.12	609207.01	0.600	1	0.000	0.000	0.000
59.000	960964.86	609357.42	0.600	1	0.000	0.000	0.000
60.000	960947.16	609435.94	0.600	1	0.000	0.000	0.000
63.000	960948.69	609659.95	0.000	1	0.000	0.000	0.000
64.000	960987.86	609716.62	0.000	0	0.000	0.000	0.000
65.000	960985.22	609785.37	0.600	1	0.000	0.000	14.000
66.000	960946.39	609865.36	0.600	1	0.000	0.000	0.000
67.000	960941.38	609938.47	0.600	1	0.000	0.000	0.000
68.000	960951.15	610049.36	0.600	1	0.000	0.000	0.000
69.000	960979.89	610133.27	0.000	0	0.000	0.000	0.000
70.000	960998.88	610223.19	0.600	1	0.000	0.000	0.000
71.000	960991.08	610299.48	0.600	1	0.000	0.000	0.000
72.000	961029.90	610370.90	0.600	1	0.000	0.000	0.000
73.000	961049.76	610446.87	0.600	1	0.000	0.000	0.000
74.000	961054.09	610534.12	0.600	1	0.000	0.000	0.000
75.000	961060.49	610611.17	0.000	0	0.000	0.000	0.000
76.000	961214.64	610763.57	0.000	0	3.000	4.000	12.640
77.000	961206.89	610650.04	0.600	1	0.000	0.000	0.000
78.000	961164.37	610556.96	0.600	1	0.000	0.000	0.000
79.000	961182.51	610467.82	0.600	1	0.000	0.000	0.000
80.000	961163.53	610360.74	0.600	1	0.000	0.000	0.000
81.000	961178.67	610280.38	0.600	1	0.000	0.000	0.000
82.000	961221.55	610213.59	0.900	1	0.000	0.000	0.000
83.000	961229.21	610131.54	0.600	1	0.000	0.000	0.000
84.000	961257.43	610045.49	0.600	1	0.000	0.000	0.000
85.000	961304.16	609974.59	0.600	1	0.000	0.000	0.000
86.000	961373.66	609871.53	0.600	1	0.000	0.000	0.000
87.000	961436.96	609821.01	0.600	1	0.000	0.000	0.000
88.000	961493.38	609776.17	0.600	1	0.000	0.000	0.000
89.000	961531.20	609703.38	0.600	1	0.000	0.000	0.000
90.000	961553.30	609628.51	0.600	1	0.000	0.000	0.000
91.000	961572.22	609537.39	0.600	1	0.000	0.000	13.200
92.000	961602.89	609451.32	0.600	1	0.000	0.000	0.000
93.000	961716.34	609408.82	0.600	1	0.000	0.000	0.000
94.000	961810.69	609529.95	0.600	1	0.000	0.000	0.000
95.000	961861.13	609598.52	0.600	1	0.000	0.000	0.000
96.000	961903.63	609683.22	0.600	1	0.000	0.000	0.000
97.000	961885.63	609771.60	0.600	1	0.000	0.000	0.000
98.000	961883.32	609859.95	0.600	1	0.000	0.000	0.000
99.000	961916.04	609936.49	0.600	1	0.000	0.000	0.000
100.000	961936.11	610011.99	0.600	1	0.000	0.000	0.000
101.000	961959.56	610082.73	0.600	1	0.000	0.000	0.000
102.000	962005.10	610154.85	0.600	1	0.000	0.000	0.000
103.000	962013.58	610278.36	0.250	1	0.000	0.000	0.000
104.000	962003.39	610287.05	0.600	1	0.000	0.000	13.100
105.000	961965.23	610393.01	0.600	1	0.000	0.000	0.000
106.000	961973.89	610469.85	0.600	1	0.000	0.000	0.000
107.000	962023.93	610535.91	0.600	1	0.000	0.000	0.000
108.000	962082.02	610611.74	0.600	1	0.000	0.000	0.000
109.000	962115.29	610695.37	0.600	1	0.000	0.000	0.000
110.000	962152.67	610775.69	0.600	1	0.000	0.000	0.000
111.000	962199.65	610812.74	0.600	1	0.000	0.000	0.000
112.000	962273.22	610858.51	0.600	1	0.000	0.000	0.000
113.000	962330.31	610902.35	0.600	1	0.000	0.000	0.000
114.000	962332.31	610983.36	0.600	1	0.000	0.000	0.000
115.000	962318.65	611060.53	0.600	1	0.000	0.000	0.000
116.000	962316.69	611130.84	0.600	1	0.000	0.000	0.000
117.000	962280.95	611235.31	0.600	1	0.000	0.000	0.000
118.000	962272.74	611311.58	0.600	1	0.000	0.000	0.000
119.000	962279.61	611416.66	0.600	1	0.000	0.000	0.000
120.000	962320.23	611477.97	0.600	1	0.000	0.000	0.000
121.000	962373.02	611549.80	0.600	1	0.000	0.000	0.000
122.000	962431.74	611622.94	0.600	1	0.000	0.000	0.000
123.000	962504.17	611691.15	0.600	1	0.000	0.000	0.000
124.000	962598.19	611783.79	0.600	1	0.000	0.000	0.000
125.000	962689.22	611827.34	0.600	1	0.000	0.000	0.000
126.000	962767.14	611859.86	0.600	1	0.000	0.000	0.000
127.000	962840.42	611887.94	0.600	1	0.000	0.000	0.000
128.000	962914.98	611914.10	0.600	1	0.000	0.000	0.000
129.000	962987.67	611949.26	0.600	1	0.000	0.000	13.450
129.100	962991.40	611937.77	0.600	1	0.000	0.000	0.000
130.000	963122.90	611979.43	0.600	1	0.000	0.000	0.000
131.000	963238.87	612016.83	0.600	1	0.000	0.000	0.000
132.000	963325.00	612044.48	0.600	1	0.000	0.000	0.000
133.000	963429.82	612076.97	0.600	1	0.000	0.000	0.000
134.000	963506.01	612099.51	0.600	1	0.000	0.000	0.000
135.000	963605.05	612167.46	0.600	1	0.000	0.000	0.000
136.000	963598.27	612257.37	0.600	1	0.000	0.000	0.000
137.000	963588.75	612336.79	0.600	1	0.000	0.000	0.000
138.000	963588.76	612426.55	0.600	1	0.000	0.000	0.000
139.000	963687.63	612503.72	0.600	1	0.000	0.000	0.000
140.000	963745.22	612523.67	0.600	1	0.000	0.000	0.000
141.000	963815.64	612571.35	0.600	1	0.000	0.000	0.000
142.000	963995.81	612724.64	0.600	2	0.000	0.000	0.000
143.000	964235.97	612816.84	0.600	1	0.000	0.000	0.000
144.000	964754.49	613055.52	0.600	1	0.000	0.000	0.000
145.000	964905.47	613108.24	0.600	1	0.000	0.000	0.000
146.000	964978.53	613115.40	0.600	1	0.000	0.000	0.000
147.000	965068.94	613082.78	0.000	0	1.300	2.200	0.000
150.000	965403.53	613049.59	0.600	1	0.000	0.000	0.000
151.000	965478.05	613084.61	0.600	1	0.000	0.000	0.000
152.000	965568.73	613097.08	0.600	1	0.000	0.000	0.000
153.000	965635.33	613063.34	0.600	1	0.000	0.000	0.000
154.000	965690.17	613005.15	0.600	1	0.000	0.000	0.000
155.000	965751.74	612941.19	0.600	1	0.000	0.000	0.000
156.000	965810.21	612885.34	0.600	1	0.000	0.000	0.000
157.000	965889.01	612859.74	0.600	1	0.000	0.000	0.000
158.000	966002.35	612903.21	0.600	1	0.000	0.000	0.000
159.000	966045.54	612972.02	0.600	1	0.000	0.000	0.000
160.000	966075.23	613042.61	0.600	1	0.000	0.000	0.000
161.000	966070.75	613118.54	0.600	1	0.000	0.000	0.000
162.000	966054.15	613202.32	0.600	1	0.000	0.000	0.000
163.000	966080.34	613288.20	0.600	1	0.000	0.000	0.000
164.000	966125.83	613370.07	0.600	1	0.000	0.000	0.000

Numero de Obra	GUARDARUEDA DE SALIDA				ALETAS DE SALIDA				MURO DE SALIDA			POCETA DE SALIDA				Fotos de salida
	Longitud (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Estado	Longitud (m)	ltura Inicial (n	ltura Final (m	Estado	Longitud (m)	Seccion (m)	Estado	Ancho (m)	rofundidad (n	Largo (m)	Estado	
1.000	3.070	0.250	0.240	Bueno	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.850	2.700	1.700	Regular	6300 a 6310
3.000	3.230	0.270	0.300		1.400	2.000	1.200	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6315 a 6321
4.000	3.400	0.250	0.240	Bueno	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	3.080	1.000	Bueno	6326 a 6334
5.000	3.380	0.250	0.250		2.060	1.860	0.500		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6343 a 6348
6.000	3.850	0.260	0.230	Regular	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	3.070	1.260	Bueno	6355 a 6361
7.000	3.530	0.270	0.360		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	3.000	0.970		6368 a 6374
8.000	3.320	0.230	0.240		1.600	2.360	0.780	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6381 a 6386
9.000	3.330	0.240	0.250		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6393 a 6400
10.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6405 a 6410
11.000	3.900	0.250	0.200	Bueno	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6416 a 6424
12.000	4.240	0.260	0.580		1.900	1.760	0.620		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6435 a 6442
13.000	1.600	0.270	0.300		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.200	2.740	0.860		6448 a 6454
14.000	1.580	0.260	0.350		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6460 a 6468
15.000	2.220	0.300	0.390		2.000	2.100	0.550	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6474 a 6480
16.000	3.220	0.300	0.350		1.850	2.000	0.500		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6486 a 6492
17.000	3.200	0.250	0.230		2.100	1.740	0.500		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6498 a 6504
18.000	3.160	0.260	0.240		2.150	1.600	0.430		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6510 a 6515
19.000	3.500	0.250	0.240		2.000	2.100	0.450		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6521 a 6528
20.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		sellada 6534 a 6537
21.000	3.230	0.250	0.170	Bueno	1.600	1.450	0.600	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6544 a 6549
22.000	3.660	0.430	0.330		2.050	2.000	0.500	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6555 a 6561
23.000	3.800	0.250	0.250		2.060	1.800	0.520	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6567 a 6572
24.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		2.000	0.300	Regular	0.000	0.000	0.000		6578 a 6580
25.000	0.000	0.000	0.000		2.000	3.260	1.770	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6586 a 6594
26.000	0.000	0.000	0.000		2.070	2.300	1.340		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6605 a 6614
27.000	0.000	0.000	0.000		1.900	2.330	1.550	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6620 a 6628
28.000	0.000	0.000	0.000		2.050	2.060	1.300	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6635 a 6641
29.000	1.500	0.260	0.350		2.030	2.700	1.820		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6648 a 6655
30.000	1.470	0.240	0.240		2.000	2.200	2.670	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6662 a 6670
31.000	4.570	0.250	0.230		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6675 a 6678
32.000	0.980	0.240	0.270		1.420	2.270	1.790	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6684 a 6690
33.000	0.970	0.240	0.350	Malo	1.500	1.950	1.800	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6698 a 6702
34.000	0.000	0.000	0.000	Malo	2.080	1.750	1.050	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6713 a 6719
35.000	0.000	0.000	0.000		2.100	2.040	1.550	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6726 a 6732
36.000	1.450	0.230	0.200		2.000	2.020	1.500	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6739 a 6745
37.000	0.000	0.000	0.000		2.050	1.900	1.350	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6752 a 6758
38.000	1.450	0.230	0.250	Regular	2.040	2.600	1.860	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6765 a 6771
39.000	0.000	0.000	0.000		2.050	2.400	1.850		0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000		6778 a 6786
40.000	1.470	0.260	0.320		2.060	2.900	1.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6793 a 6802
41.000	0.000	0.000	0.000		2.060	2.150	1.100		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6809 a 6815
42.000	1.500	0.280	0.400		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.500	3.550	0.840		6822 a 6826
43.000	0.000	0.000	0.000		2.000	2.150	1.550		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6837 a 6846
44.000	0.000	0.000	0.000		2.050	1.780	1.250		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6853 a 6861
45.000	1.500	0.250	0.240		2.250	2.150	1.300		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6868 a 6875
46.000	0.000	0.000	0.000		2.040	2.320	1.550		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6882 a 6888
47.000	1.500	0.260	0.220		2.040	2.180	1.460		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6895 a 6901
48.000	0.000	0.000	0.000		2.000	2.200	1.650		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6908 a 6914
49.000	1.500	0.260	0.380		2.020	2.400	1.500		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6920 a 6927
50.000	0.000	0.000	0.000		2.020	1.900	1.550		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6937 a 69
51.000	0.000	0.000	0.000		2.080	1.780	1.300		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6948 a 6954
52.000	5.300	0.240	0.290		2.000	1.800	1.050	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6961 a 6967
53.000	1.500	0.230	0.380		2.100	2.750	1.740		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6974 a 6980
54.000	1.500	0.240	0.340		2.070	2.030	1.530		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		6987 a 6993
55.000	1.500	0.240	0.380		2.000	2.400	1.380		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7000 a 7006
56.000	1.500	0.240	0.360		2.040	2.300	1.300	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7013 a 7019
57.000	1.500	0.260	0.420		2.000	1.550	2.860		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7026 a 7032
58.000	1.500	0.250	0.390		2.000	1.500	2.400		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7039 a 7045
59.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.970	2.880	1.850		7052 a 7060
60.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	2.240	1.000		7075 a 7082
63.000	1.800	0.210	0.290		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7108 a 7113
64.000	1.500	0.240	0.470		2.000	1.870	3.480	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7121 a 7127
65.000	1.500	0.260	0.420		2.030	1.750	1.670		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7133 a 7139
66.000	1.450	0.260	0.440		2.040	1.250	2.030		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7147 a 7153
67.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7161 a 7164
68.000	1.500	0.230	0.320		2.100	1.050	1.900	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7178 a 7187
69.000	1.450	0.240	0.500	Bueno	2.040	1.800	2.600	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7194 a 7200
70.000	1.500	0.270	0.190		2.000	2.500	1.570	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7208 a 724
71.000	1.570	0.200	0.270		2.150	2.300	1.260	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7223 a 7229
72.000	1.500	0.250	0.150		2.050	2.540	1.540	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7236 a 7244
73.000	1.400	0.260	0.540	Malo	2.050	2.400	1.250		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7249 a 7255
74.000	1.560	0.250	0.300	Bueno	2.050	1.800	1.400	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7262 a 7268
75.000	1.500	0.240	0.340		2.050	2.040	1.370		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7272 a 7281
76.000	4.750	0.250	0.150		4.000	5.350	3.100	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7289 a 7299
77.000	1.500	0.250	0.060	Malo	3.000	2.500	1.460	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7306 a 7312
78.000	0.000	0.000	0.000		2.000	2.670	1.640	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7320 a 7326
79.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7.500	0.260	Malo	0.000	0.000	0.000		7334 a 7339
80.000	1.450	0.260	0.290	Bueno	2.050	2.900	2.500	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7347 a 7353
81.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		10.830	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000		7361 a 7368
82.000	1.600	0.210	0.300	Bueno	1.950	2.200	1.350		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7376 a 7383
83.000	1.330	0.230	0.300		2.070	2.400	1.500		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7390 a 7396
84.000	16.350	0.260	0.290		0.000	0.000	0.000		16.350	0.260	Bueno	0.000	0.000	0.000		7403 a 7410
85.000	1.500	0.260	0.100		2.040	2.200	1.170	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7417 a 7423
86.000	1.500	0.250	0.480	Bueno	2.000	2.820	1.600	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7431 a 7437
87.000	1.500	0.250	0.310	Bueno	2.040	1.450	2.400	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7444 a 7451
88.000	1.500	0.250	0.240	Bueno	2.000	1.780	1.100	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7458 a 77465
89.000	1.480	0.250	0.300	Bueno	2.040	2.670	1.350	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7472 a 7478
90.000	1.500	0.250	0.350		2.000	2.510	1.400	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7485 a 7491
91.000	1.470	0.240	0.280	Bueno	2.600	2.270	1.380		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7498 a 7504
92.000	1.500	0.250	0.320	Bueno	2.070	2.750	1.500		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	Bueno	7511 a 7518
93.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7524 a 7529
94.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.300	2.150	0.700		7537 a 7542
95.000	1.470	0.250	0.350	Bueno	1.900	1.860	1.400		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7554 a 7561
96.000	1.500	0.250	0.330	Malo	2.100	2.400	1.230	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7569 a 7575
97.000	1.500	0.240	0.180		2.050	1.700	1.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7582 a 7588
98.000	1.500	0.240	0.420	Regular	2.050	1.800	1.300	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7595 a 7601
99.000	1.500	0.260	0.360	Bueno	2.050	2.270	2.440	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7608 a 7614
100.000	1.500	0.260	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	2.400	1.450	Bueno	7621 a 7627
101.000	1.420	0.260	0.330		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	2.200	1.570	Bueno	7638 a 7644
102.000	1.500	0.250	0.260	Bueno	2.040	2.270	1.470	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7656 a 7662
103.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	0.700	1.000	Regular	7672 a 7677
104.000	1.500	26.000	0.170	Bueno	2.050	1.800	1.150	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7685 a 7691
105.000	0.000	0.000	0.000		2.050	1.660	1.050	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7762 a 7768
106.000	1.500	0.250	0.310	Bueno	2.230	1.900	0.850	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7776 a 7782
107.000	1.500	0.260	0.200		2.050	1.500	2.060	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7790 a 7796
108.000	1.500	0.240	0.350	Bueno	2.050	2.500	1.550	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7803 a 7809
109.000	1.500	0.250	0.300	Bueno	2.060	2.600	1.680	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7816 a 7822
110.000	1.500	0.230	0.300	Bueno	2.050	2.500	1.600	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7828 a 7834
111.000	1.500	0.250	0.260	Regular	2.050	1.100	1.750	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7841 a 7847
112.000	1.500	0.240	0.170	Bueno	2.050	2.060	1.450	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7854 a 7860
113.000	1.500	0.250	0.340	Malo	2.000	2.950	1.700	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7867 a 7873
114.000	1.500	0.250	0.300	Malo	2.000	2.170	1.450	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7880 a 7886
115.000	1.500	0.260	0.280	Bueno	2.000	1.900	1.230	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7893 a 7899
116.000	1.500	0.260	0.270	Regular	2.050	2.500	1.550	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7906 a 7912
117.000	1.500	0.250	0.330	Bueno	2.080	1.680	1.140	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7919 a 7925
118.000	1.500	0.250	0.190	Bueno	2.050	2.450	1.680	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7932 a 7939
119.000	1.500	0.270	0.300	Bueno	2.050	1.780	1.180	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7946 a 7952
120.000	1.500	0.260	0.160	Regular	2.080	2.000	1.090		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7959 a 7965
121.000	1.500	0.260	0.280		2.070	2.350	1.550	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7972 a 7978
122.000	1.500	0.270	0.400	Regular	2.050	1.780	1.200		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7985 a 7991
123.000	1.500	0.250	0.320	Regular	1.800	2.060	1.400		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		7998 a 8004
124.000	1.500	0.250	0.310	Regular	2.050	2.340	1.750	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8011 a 8017
125.000	1.500	0.250	0.350	Malo	2.050	2.300	1.650	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8024 a 8030
126.000	0.000	0.000	0.000		2.050	2.380	1.700		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8037 a 8043
127.000	1.500	0.270	0.270	Bueno	2.050	2.400	1.750		0.000	0.000	Bueno	0.000	0.000	0.000		8050 a 8057
128.000	1.530	0.270	0.280	Bueno	2.050	2.420	1.750	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8064 a 8071
129.000	1.480	0.250	0.280	Bueno	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		1.000	2.240	0.810	Bueno	8072 a 8077
129.100	1.520	0.260	0.340	Bueno	2.050	2.600	1.730	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8078 a 8084
130.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8090 a 8092
131.000	0.000	0.000	0.000		2.060	2.500	1.200		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8099 a 8106
132.000	1.480	0.250	0.300	Bueno	2.050	1.900	1.200	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8113 a 8120
133.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		12.500	0.300	Bueno	0.000	0.000	0.000		8127 a 8131
134.000	1.400	0.250	0.230	Bueno	2.050	2.300	1.570	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8138 a 8145
135.000	1.500	0.240	0.230	Bueno	2.060	2.700	1.600	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8152 a 8158
136.000	1.500	0.250	0.200	Bueno	2.070	2.200	1.600	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8165 a 8173
137.000	0.000	0.000	0.000		2.050	1.970	1.050	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8181 a 8188
138.000	0.000	0.000	0.000		2.030	1.800	1.300	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8196 a 8201
139.000	0.000	0.000	0.000		2.090	2.150	1.300	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8213 a 8219
140.000	1.500	0.260	0.200	Bueno	2.200	2.340	1.450	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8226 a 8232
141.000	1.500	0.260	0.200	Bueno	2.120	2.400	1.400	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8239 a 8245
142.000	2.730	0.240	0.450		2.230	1.470	0.950	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8256 a 8262
143.000	1.500	0.260	0.450	Bueno	2.150	1.840	1.000	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8272 a 8280
144.000	1.480	0.250	0.300		2.050	1.800	1.400	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8288 a 8294
145.000	1.530	0.250	0.280	Bueno	2.020	2.030	1.400	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8309 a 8315
146.000	1.500	0.260	0.260	Bueno	2.030	16.000	1.000	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8316 a 8320
147.000	2.020	0.240	0.300		2.700	3.350	2.250	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8331 a 8339
150.000	0.000	0.000	0.000		1.800	1.980	0.800	Regular	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8359 a 8365
151.000	1.510	0.260	0.260	Bueno	1.950	1.950	0.850		0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8377 a 8384
152.000	1.500	0.250	0.540	Bueno	2.100	1.700	0.950	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8391 a 8397
153.000	1.520	0.250	0.580		1.060	1.900	1.360	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8405 a 8411
154.000	1.500	0.250	0.270	Bueno	1.750	1.840	0.750	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8421 a 8427
155.000	1.550	0.250	0.500	Bueno	2.090	1.940	0.740	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8435 a 8441
156.000	1.500	0.260	0.510	Bueno	2.050	2.350	1.000	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8448 a 8454
157.000	1.540	0.260	0.470	Bueno	1.950	2.350	1.400	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8461 a 8470
158.000	1.530	0.260	0.470	Bueno	2.080	2.060	1.170	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8477 a 8483
159.000	1.500	0.260	0.530	Bueno	2.100	1.900	1.200	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8491 a 8497
160.000	1.520	0.250	0.540	Bueno	2.150	2.140	1.250	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8504 a 8511
161.000	1.510	0.250	0.480	Bueno	2.130	1.950	1.200	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8519 a 8525
162.000	1.520	0.260	0.420	Bueno	2.050	1.400	1.200	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8532 a 8538
163.000	1.500	0.250	0.470	Bueno	2.000	2.130	1.350	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8545 a 8552
164.000	1.520	0.260	0.280	Bueno	2.090	2.390	1.480	Bueno	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000		8559 a 8565

ANEXO 6 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

ID_Obra	Abscisa	Abscisa eje auxiliar	Area (Km²)	Caudal de Diseño (m^3/s)	Cota batea entrada	Cota batea salida	Cota caja entrada	Cota caja salida	Numero de Celdas	Altura - D (m)	Base - B (m)	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Flujo
1	K0+035.26		0.056	0.76	1774.75	1774.49	1774.64	1774.63	1	0.9	-	25.7	0.010	Entrada No Sumergida
2	K0+136.95		0.671	8.50	1776.37	1775.55			1	2.5	2.5	42.0	0.020	Entrada No Sumergida
3	K0+232.08		0.073	1.00	1775.06	1774.82	1774.95	1774.94	1	1.2	-	23.7	0.010	Entrada No Sumergida
4	K0+416.67		0.164	2.26	1769.13	1768.89	1769.03	1769.02	1	1.5	-	24.2	0.010	Entrada No Sumergida
5	K0+518.57		0.044	0.60	1767.13	1766.35	1766.81	1766.78	1	0.9	-	25.9	0.030	Entrada No Sumergida
6	K0+602.88		0.663	8.09	1761.85	1761.24			1	2.5	2.5	30.3	0.020	Entrada No Sumergida
7	K0+702.23		0.007	0.094	1758.87	1758.61	1758.76	1758.75	1	0.9	-	26.2	0.010	Entrada No Sumergida
8	K0+807.63		0.037	0.50	1756.62	1755.85			1	0.9	-	25.5	0.030	Entrada No Sumergida
9	K0+932.85		0.214	2.94	1755.79	1755.55			1	1.8	-	24.2	0.010	Entrada No Sumergida
10	K1+112.92		0.123	1.68	1759.97	1758.66	1759.62	1759.06	1	1.5	-	24.1	0.030	Entrada No Sumergida
11	K1+193.07		0.047	0.64	1761.41	1761.15			1	0.9	-	25.8	0.010	Entrada No Sumergida
12	K1+334.56		0.067	0.73	1764.46	1763.53	1764.13	1763.65	1	0.9	-	24.9	0.030	Entrada No Sumergida
13	K1+410.40		0.025	0.54	1764.93	1764.67			1	0.9	-	26.0	0.010	Entrada No Sumergida
14	K1+496.11		0.017	0.23	1767.58	1767.29	1767.46	1764.45	1	0.9	-	29.2	0.010	Entrada No Sumergida
15	K1+593.77		0.017	0.24	1770.36	1770.07			1	0.9	-	28.3	0.010	Entrada No Sumergida
16	K2+018.48		0.092	1.27	1769.23	1768.31	1768.91	1768.89	1	1.2	-	30.5	0.030	Entrada No Sumergida
17	K2+282.63		0.434	5.49	1764.63	1764.26	1764.58	1764.57	1	1.8	-	38.4	0.010	Entrada No Sumergida
18	K2+479.64		0.199	2.52	1757.85	1757.61	1757.75	1757.74	1	1.8	-	24.7	0.010	Entrada No Sumergida
19	K2+680.64		0.148	2.04	1744.34	1744.06	1744.23	1744.22	1	1.5	-	28.0	0.010	Entrada No Sumergida
20	K3+094.55		0.004	0.06	1730.6	1725.91			1	0.9	-	27.6	0.170	Entrada No Sumergida
21	K3+244.12		0.146	2.00	1736.28	1736.03	1736.17	1736.16	1	1.5	-	24.5	0.010	Entrada No Sumergida
22	K3+415.60		0.147	2.03	1746.94	1746.35	1746.66	1746.64	1	1.5	-	23.2	0.025	Entrada No Sumergida
23	K3+631.60		0.068	0.93	1760.33	1760.05	1760.22	1760.21	1	1.2	-	27.4	0.010	Entrada No Sumergida
24	K3+837.20		0.030	0.42	1774.17	1774.08	1774.13	1774.12	1	0.9	-	22.8	0.004	Entrada No Sumergida
25	K4+054.04		0.098	1.34	1787.1	1786.64			1	1.5	-	23.1	0.020	Entrada No Sumergida
26	K4+232.90		0.062	0.85	1797.86	1797.24	1797.61	1797.59	1	1.2	-	31.0	0.020	Entrada No Sumergida
27	K4+360.71		0.019	0.22	1806.82	1806.48	1806.69	1806.68	1	0.9	-	34.0	0.010	Entrada No Sumergida
28	K4+560.12		0.352	3.70	1819.33	1819.04			1	1.8	-	28.7	0.010	Entrada No Sumergida
29	K4+673.46		0.176	2.09	1829.29	1828.05	1828.63	1828.58	1	1.5	-	26.3	0.047	Entrada No Sumergida
30	K4+770.03		0.208	2.28	1835.69	1835.47	1835.59	1835.58	1	1.5	-	22.5	0.010	Entrada No Sumergida
31	K5+098.53		0.070	0.83	1857.96	1857.71	1857.86	1857.85	1	0.9	-	25.8	0.010	Entrada No Sumergida
32	K5+300.41		0.469	4.82	1870.44	1869.69			1	1.8	-	25.1	0.030	Entrada No Sumergida
33	K5+486.83		0.061	0.72	1882.68	1882.56	1882.63	1882.62	1	0.9	-	22.8	0.005	Entrada No Sumergida
34	K5+731.53		0.030	0.36	1900.45	1900.14	1900.33	1900.32	1	0.9	-	31.6	0.010	Entrada No Sumergida
35	K5+915.11		0.038	0.46	1913.56	1912.77	1913.23	1913.2	1	0.9	-	26.5	0.030	Entrada No Sumergida
36	K5+986.65		0.283	3.37	1914.09	1911.23			1	1.8	-	28.3	0.100	Entrada No Sumergida
37	K6+567.61		0.141	1.67	1952.93	1952.67	1952.82	1952.81	1	1.5	-	25.8	0.010	Entrada No Sumergida
38	K6+659.32		0.189	2.25	1959.08	1958.26			1	1.5	-	28.4	0.050	Entrada No Sumergida
40	K7+417.95		0.055	0.65	2019.68	2019.39	2019.55	2019.54	1	0.9	-	30.4	0.010	Entrada No Sumergida
41	K7+593.68		0.080	0.95	2031.00	2028.80			1	1.2	-	26.2	0.010	Entrada No Sumergida
42	K7+794.71		0.026	0.31	2045.13	2041.54	2043.46	2043.31	1	0.9	-	23.9	0.150	Entrada No Sumergida
43	K7+952.26		0.017	0.20	2053.69	2044.20	2053.37 2051.13	2051.37 2044.21	1	0.9	-	22.8	0.020	Entrada No Sumergida
44	K8+212.39		0.086	1.02	2076.40	2076.13	2076.30	2076.29	1	1.2	-	27.0	0.010	Entrada No Sumergida
45	K8+420.07		0.100	1.19	2093.56	2093.18	2093.40	2093.39	1	1.2	-	38.6	0.010	Entrada No Sumergida
46	K8+651.84		0.017	0.20	2110.69	2110.07			1	0.9	-	52.0	0.010	Entrada No Sumergida
47	K8+843.38		0.031	0.37	2125.67	2124.61	2125.56	2124.75	1	0.9	-	26.1	0.010	Entrada No Sumergida
48	K9+079.36		0.083	0.99	2142.98	2142.18	2142.66	2142.63	1	1.2	-	26.6	0.030	Entrada No Sumergida
49	K9+437.34		0.029	0.35	2170.34	2170.08	2170.23	2170.22	1	0.9	-	26.3	0.010	Entrada No Sumergida
50	K9+522.83		0.040	0.48	2175.24	2174.46	2174.92	2174.89	1	0.9	-	26.0	0.030	Entrada No Sumergida
51	K9+647.33		0.040	0.48	2185.07	2184.26	2184.75	2184.72	1	0.9	-	26.9	0.030	Entrada No Sumergida
52	K9+767.18		0.023	0.28	2193.84	2193.50	2193.71	2193.70	1	0.9	-	33.9	0.010	Entrada No Sumergida
53	K9+917.35		0.082	0.98	2208.05	2207.27	2207.73	2207.70	1	1.2	-	26.2	0.030	Entrada No Sumergida
54	K9+967.92		0.055	0.65	2212.46	2212.20	2212.36	2212.35	1	0.9	-	26.4	0.010	Entrada No Sumergida
55	K10+198.00		0.041	0.48	2232.48	2232.20			1	0.9	-	27.4	0.010	Entrada No Sumergida
56	K10+459.16		0.045	0.53	2256.23	2255.98	2256.12	2256.11	1	0.9	-	25.1	0.010	Entrada No Sumergida
57	K10+683.97		0.020	0.24	2272.87	2271.53	2272.77	2271.97	1	0.9	-	26.2	0.010	Entrada No Sumergida
58	K10+844.28		0.022	0.26		2282.29		2282.74	1	0.9	-	15.1	0.030	Entrada No Sumergida
59	K11+038.24		0.030	0.36		2294.15		2294.29	1	0.9	-	13.9	0.010	Entrada No Sumergida
60	K11+274.59		0.036	0.42		2305.32		2305.59	1	0.9	-	11.2	0.025	Entrada No Sumergida
61	K11+436.90		0.028	0.33		2314.90		2315.77	1	0.9	-	11.2	0.078	Entrada No Sumergida
62	K11+595.18		0.170	2.02	2326.71	2326.45	2326.61	2326.60	1	1.5	-	25.9	0.010	Entrada No Sumergida
63	K12+126.93		0.006	0.07	2353.23	2351.10	2352.78	2351.34	1	0.9	-	24.1	0.020	Entrada No Sumergida
64	K12+324.77		0.016	0.19	2362.22	2361.98	2362.11	2362.10	1	0.9	-	24.2	0.010	Entrada No Sumergida
65	K12+508.01		0.095	1.14	2370.59	2368.65			1	1.2	-	15.5	0.050	Entrada No Sumergida
65		K12+508.01	0.095	1.14	2369.81	2369.77			1	1.2		16.0	0.070	Entrada No Sumergida
66	K13+038.35		0.206	2.45	2393.59	2393.00	2393.36	2393.33	1	1.8	-	29.6	0.020	Entrada No Sumergida
67	K13+284.01		0.114	1.36	2410.18	2409.95	2410.08	2410.07	1	1.2	-	23.8	0.010	Entrada No Sumergida
68	K13+421.35		0.222	2.64	2417.97	2417.70	2417.86	2417.85	1	1.8	-	26.7	0.010	Entrada No Sumergida
69	K13+862.38		0.206	2.45	2441.28	2441.13			1	1.8	-	24.7	0.010	Entrada No Sumergida
70	K14+025.88		0.212	2.33	2451.42	2451.18			1	1.8	-	24.3	0.010	Entrada No Sumergida
71	K14+234.35		0.335	3.54	2462.10	2461.97			1	1.8	-	13.4	0.010	Entrada No Sumergida
71		K14+208.60	0.335	3.54	2460.56	2459.10			1	1.8		18.0	0.080	Entrada No Sumergida
72	K14+545.55		0.170	2.02	2481.87	2481.61	2481.76	2481.75	1	1.5	-	25.8	0.010	Entrada No Sumergida
73	K14+628.45		0.330	3.92	2487.30	2487.05			1	1.8	-	25.3	0.010	Entrada No Sumergida
74	K14+970.81		0.013	0.15	2508.76	2508.43	2508.62	2508.61	1	0.9	-	32.7	0.010	Entrada No Sumergida
75	K15+132.24		0.030	0.36	2519.36	2519.07	2519.25	2519.24	1	0.9	-	28.8	0.010	Entrada No Sumergida
76	K15+465.06		0.063	0.75	2542.13	2541.87	2542.02	2542.01	1	0.9	-	25.2	0.010	Entrada No Sumergida
77	K15+642.87		0.024	0.29	2553.46	2553.19	2553.35	2553.34	1	0.9	-	26.1	0.010	Entrada No Sumergida
78	K15+736.78		0.009	0.11	2557.85	2557.55	2557.74	2557.73	1	0.9	-	29.6	0.010	Entrada No Sumergida

ID_Obra	Velocidad (m/s)	Altura Crítica (Y_c)	(Yc+D)/2	Nivel Aguas Arriba ($YW_{control\ a\ la\ entrada}$)	Nivel Aguas Arriba ($YW_{control\ a\ la\ salida}$)	Nivel Aguas Arriba	Relación Y/D		Disipador a la entrada	Diámentro/Altura existente (m)	Longitud a demoler (m)	Longitud a sustituir (m)	Tipo de obra	Caja Intermedia	
1	2.5801	0.514	0.707	0.665	0.422	0.665	0.739		SI	0.6	9.73	9.73	Alcantarilla	SI	
2	4.3749	1.056	1.778	1.767	0.637	1.767	0.707			0.6	10.19	10.19	Alcantarilla	NO	
3	2.7391	0.543	0.872	0.816	0.433	0.816	0.680			0.6	9.6	9.6	Alcantarilla	SI	
4	3.3692	0.774	1.137	1.170	1.489	1.489	0.992				0	0		SI	
5	2.4216	0.453	0.677	0.684	0.779	0.779	0.866				0	0		SI	
6	5.4901	1.022	2.104	1.707	0.552	1.707	0.683			0.6	10.5	10.5	Alcantarilla	NO	
7	1.4237	0.174	0.537	0.257	-0.058	0.257	0.285				0	0		SI	
8	3.4285	0.413	0.657	0.613	0.146	0.613	0.681		SI	0.6	10.5	10.5	Alcantarilla	NO	
9	3.5809	0.840	1.320	1.264	0.818	1.264	0.702		SI		0	0		NO	
10	3.1099	0.664	1.082	0.998	0.583	0.998	0.665		SI	0.6	10.5	10.5	Alcantarilla	SI	
11	2.4632	0.469	0.684	0.709	0.799	0.799	0.888		SI		0	0		NO	
12	2.7022	0.567	0.733	0.866	0.921	0.921	1.023		SI	0.6	10.4	10.4	Alcantarilla	SI	
13	2.0779	0.339	0.620	0.507	0.178	0.507	0.564		SI	0.6	9.75	9.75	Alcantarilla	NO	
14	1.8446	0.273	0.587	0.407	0.084	0.407	0.452		SI	0	10.6	10.6	Alcantarilla	SI	
15	1.8745	0.281	0.591	0.419	0.096	0.419	0.466				0	0		NO	
16	2.9182	0.613	0.907	0.926	1.126	1.126	0.938				0	0		SI	
17	4.2248	1.165	1.483	1.784	1.287	1.784	0.991		SI		0	0		NO	
18	3.4325	0.776	1.288	1.164	0.771	1.164	0.647		SI	0.6	9.7	9.7	Alcantarilla	SI	
19	3.2781	0.734	1.117	1.107	0.681	1.107	0.738		SI	0.6	10	10	Alcantarilla	SI	
20	1.2459	0.138	0.519	0.203	-0.108	0.203	0.226			0.9	10.8	9.1	Alcantarilla	NO	
21	3.2623	0.727	1.114	1.096	0.671	1.096	0.731				0	0		SI	
22	3.2718	0.732	1.116	1.103	0.677	1.103	0.735			0.9	11.2	11.2	Alcantarilla	SI	
23	2.6822	0.522	0.861	0.784	0.404	0.784	0.653		SI		0	0		SI	
24	2.0200	0.375	0.638	0.562	0.229	0.562	0.625		SI		0	0		SI	
25	4.3173	0.590	1.045	0.868	0.963	0.963	0.642		SI	0.6	9.6	9.6	Alcantarilla	NO	
26	2.6139	0.497	0.849	0.746	0.518	0.746	0.621		SI		0	0		SI	
27	1.8381	0.272	0.586	0.404	0.082	0.404	0.449				0	0		SI	
28	3.8138	0.948	1.374	1.434	0.980	1.434	0.797		SI		0	0		NO	
29	3.2996	0.744	1.122	1.121	0.694	1.121	0.748			0.6	10.3	8.5	Alcantarilla	SI	
30	3.3775	0.778	1.139	1.176	1.494	1.494	0.996			0.6	9.45	8.8	Alcantarilla	SI	
31	2.6326	0.536	0.718	0.817	0.884	0.884	0.982			0.6	10.28	10.28	Alcantarilla	SI	
32	4.0879	1.089	1.444	1.659	1.201	1.659	0.922		SI		0	0		NO	
33	2.5422	0.499	0.700	0.757	0.838	0.838	0.931		SI	0.6	9.6	9.6	Alcantarilla	SI	
34	2.1032	0.347	0.623	0.519	0.189	0.519	0.577		SI	0.6	10.1	10.1	Alcantarilla	SI	
35	2.2482	0.393	0.646	0.590	0.288	0.590	0.656		SI		0	0		SI	
36	4.7764	0.902	1.351	1.281	1.244	1.281	0.712				0	0		NO	
37	3.1048	0.662	1.081	0.995	0.614	0.995	0.663			0.6	14	14	Alcantarilla	SI	
38	3.3677	0.774	1.137	1.169	1.488	1.488	0.992			0.6	14.15	14.15	Alcantarilla	SI	
40	2.4746	0.473	0.687	0.715	0.803	0.803	0.892		SI		0	0		SI	
41	2.6940	0.526	0.863	0.790	0.438	0.790	0.659		SI		0	0		NO	
42	2.0207	0.322	0.611	0.481	0.154	0.481	0.535		SI		0	0		SI	
43	1.7840	0.258	0.579	0.383	0.062	0.383	0.426				0	0		SI	
44	2.7507	0.547	0.874	0.823	0.439	0.823	0.686		SI		0	0		SI	
45	2.8659	0.592	0.896	0.893	0.501	0.893	0.744				0	0		SI	
46	1.7804	0.257	0.578	0.382	0.060	0.382	0.424				0	0		NO	
47	2.1208	0.352	0.626	0.527	0.197	0.527	0.586		SI		0	0		SI	
48	2.7257	0.538	0.869	0.809	0.426	0.809	0.674				0	0		SI	
49	2.0880	0.342	0.621	0.512	0.183	0.512	0.569		SI		0	0		SI	
50	2.2728	0.401	0.651	0.603	0.266	0.603	0.670		SI		0	0		SI	
51	2.2787	0.403	0.652	0.606	0.269	0.606	0.673		SI		0	0		SI	
52	1.9487	0.302	0.601	0.450	0.125	0.450	0.500		SI		0	0		SI	
53	2.7179	0.535	0.868	0.804	0.422	0.804	0.670		SI		0	0		SI	
54	2.4724	0.472	0.686	0.714	0.803	0.803	0.893		SI		0	0		SI	
55	2.2838	0.405	0.652	0.608	0.271	0.608	0.676				0	0		NO	
56	2.3468	0.427	0.663	0.642	0.301	0.642	0.714				0	0		SI	
57	1.8687	0.280	0.590	0.417	0.093	0.417	0.463			0.6	14.24	14.24	Alcantarilla	SI	
58	1.9189	0.294	0.597	0.437	0.113	0.437	0.486			0.6	13.32	13.32	Alcantarilla	SI	
59	2.0967	0.345	0.622	0.516	0.186	0.516	0.573			0.6	13.28	13.28	Alcantarilla	SI	
60	2.2002	0.377	0.639	0.566	0.232	0.566	0.629			0.6	13.11	13.11	Alcantarilla	SI	
61	2.0479	0.330	0.615	0.494	0.166	0.494	0.548			0.6	13.15	13.15	Alcantarilla	SI	
62	3.2683	0.730	1.115	1.100	0.675	1.100	0.734			0.6	13.35	13.35	Alcantarilla	SI	
63	1.6829	0.153	0.526	0.225	-0.088	0.225	0.250				0	0		SI	
64	1.7382	0.246	0.573	0.365	0.045	0.365	0.406		SI		0	0		SI	
65	2.8327	0.579	0.890	0.872	0.483	0.872	0.727		SI		0	0		NO	
65	2.8327	0.579	0.890	0.872	0.483	0.872	0.727							NO	
66	3.4027	0.763	1.282	1.145	0.710	1.145	0.636		SI	0.6	18.05	18.05	Alcantarilla	SI	
67	2.9725	0.636	0.918	0.962	1.155	1.155	0.963		SI	0.6	12.9	12.9	Alcantarilla	SI	
68	3.4762	0.794	1.297	1.193	0.754	1.193	0.663		SI		0	0		SI	
69	3.4035	0.764	1.282	1.146	0.710	1.146	0.636		SI	0	13.04	13.04	Alcantarilla	NO	
70	3.3564	0.744	1.272	1.116	0.683	1.116	0.620		SI	0.6	13.3	13.3	Alcantarilla	NO	
71	3.7681	0.926	1.363	1.400	1.061	1.400	0.778		SI	0				NO	
71	3.7681	0.926	1.363	1.400	1.061	1.400	0.778			0				NO	
72	3.2699	0.731	1.115	1.101	0.676	1.101	0.734		SI	0	0	0	Alcantarilla	SI	
73	3.8733	0.978	1.389	1.481	1.047	1.481	0.823		SI	0.6	13.4	13.4	Alcantarilla	NO	
74	1.6415	0.223	0.561	0.330	0.011	0.330	0.367		SI	0.6	13.16	13.16	Alcantarilla	SI	
75	2.0953	0.345	0.622	0.515	0.186	0.515	0.573		SI	0.6	14.3	14.3	Alcantarilla	SI	
76	2.5628	0.508	0.704	0.770	0.848	0.848	0.942		SI	0.6	13.1	13.1	Alcantarilla	SI	
77	1.9763	0.310	0.605	0.462	0.136	0.462	0.513		SI	0.6	13.1	13.1	Alcantarilla	SI	
78	1.4996	0.190	0.545	0.281	-0.035	0.281	0.312		SI	0.6	18.61	18.61	Alcantarilla	SI	

ID_Obra	Estacion1	Area (Km²)	Int_2.33	Int_5	Int_10	Int_20	Int_25	Int_50	Int_100	C_2	C_5	C_10	C_20	C_25	C_50	C_100	Q_2	Q_5	Q_10	Q_20	Q_25	Q_50	Q_100
1	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.42	0.52	0.63	0.76	0.82	0.99	1.22
2	17	IMUES	67.339	77.852	88.811	101.313	105.700	120.579	137.552	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	4.65	5.81	6.96	8.50	9.07	11.02	13.60
3	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.55	0.69	0.82	1.00	1.07	1.30	1.61
4	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.23	1.54	1.85	2.26	2.41	2.92	3.61
5	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.33	0.41	0.49	0.60	0.64	0.78	0.96
6	18	IMUES	64.883	75.013	85.572	97.618	101.845	116.182	132.536	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	4.42	5.53	6.62	8.09	8.63	10.49	12.94
7	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.05	0.06	0.08	0.09	0.10	0.12	0.15
8	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.28	0.34	0.41	0.50	0.54	0.65	0.80
9	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.61	2.01	2.40	2.94	3.13	3.81	4.70
10	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.92	1.15	1.38	1.68	1.80	2.18	2.69
11	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.35	0.44	0.52	0.64	0.68	0.83	1.02
12	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.50	0.63	0.75	0.92	0.98	1.19	1.47
13	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.19	0.24	0.28	0.34	0.37	0.45	0.55
14	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.12	0.16	0.19	0.23	0.24	0.29	0.36
15	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.13	0.16	0.20	0.24	0.26	0.31	0.38
16	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.69	0.87	1.04	1.27	1.35	1.64	2.03
17	17	IMUES	67.339	77.852	88.811	101.313	105.700	120.579	137.552	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	3.00	3.75	4.49	5.49	5.86	7.12	8.78
18	17	IMUES	67.339	77.852	88.811	101.313	105.700	120.579	137.552	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.38	1.72	2.06	2.52	2.69	3.27	4.03
19	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.11	1.39	1.67	2.04	2.17	2.64	3.26
20	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.03	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.10
21	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.09	1.37	1.64	2.00	2.14	2.60	3.20
22	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.11	1.38	1.66	2.03	2.16	2.62	3.24
23	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.51	0.64	0.76	0.93	0.99	1.21	1.49
24	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.23	0.29	0.34	0.42	0.45	0.54	0.67
25	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.73	0.92	1.10	1.34	1.43	1.74	2.15
26	15	IMUES	73.046	84.451	96.339	109.900	114.659	130.799	149.211	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.46	0.58	0.69	0.85	0.91	1.10	1.36
27	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.12	0.15	0.18	0.22	0.24	0.29	0.36
28	18	TANGUA	55.919	64.650	73.751	84.132	87.776	100.131	114.226	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	2.02	2.53	3.03	3.70	3.95	4.80	5.92
29	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.14	1.43	1.71	2.09	2.23	2.71	3.34
30	17	TANGUA	58.327	67.433	76.925	87.754	91.554	104.442	119.143	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.24	1.56	1.86	2.28	2.43	2.95	3.64
31	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.45	0.57	0.68	0.83	0.88	1.07	1.32
32	18	TANGUA	54.658	63.192	72.087	82.234	85.796	97.873	111.650	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	2.63	3.29	3.94	4.82	5.14	6.25	7.71
33	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.39	0.49	0.59	0.72	0.77	0.94	1.15
34	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.20	0.25	0.29	0.36	0.38	0.47	0.58
35	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.25	0.31	0.37	0.46	0.49	0.59	0.73
36	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.84	2.30	2.76	3.37	3.59	4.36	5.38
37	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.91	1.14	1.37	1.67	1.79	2.17	2.68
38	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.23	1.54	1.84	2.25	2.40	2.92	3.60
40	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.66	0.83	0.99	1.21	1.29	1.57	1.94
41	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.36	0.45	0.53	0.65	0.69	0.84	1.04
42	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.52	0.65	0.77	0.95	1.01	1.23	1.51
43	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.17	0.21	0.26	0.31	0.33	0.40	0.50
44	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.11	0.14	0.17	0.20	0.22	0.26	0.32
45	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.56	0.70	0.83	1.02	1.09	1.32	1.63
46	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.65	0.81	0.97	1.19	1.26	1.54	1.90
47	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.11	0.14	0.16	0.20	0.21	0.26	0.32
48	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.20	0.25	0.30	0.37	0.40	0.48	0.59
49	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.54	0.67	0.81	0.99	1.05	1.28	1.58
50	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.19	0.24	0.29	0.35	0.37	0.45	0.56
51	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.26	0.32	0.39	0.48	0.51	0.62	0.76
52	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.26	0.33	0.39	0.48	0.51	0.62	0.77
53	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.15	0.19	0.23	0.28	0.29	0.36	0.44
54	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.53	0.67	0.80	0.98	1.04	1.27	1.56
55	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.35	0.44	0.53	0.65	0.69	0.84	1.04
56	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.26	0.33	0.40	0.48	0.52	0.63	0.77
57	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.29	0.37	0.44	0.53	0.57	0.69	0.85
58	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.13	0.16	0.19	0.24	0.25	0.31	0.38
59	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.14	0.18	0.21	0.26	0.28	0.34	0.42
60	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.19	0.24	0.29	0.36	0.38	0.46	0.57
61	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.23	0.29	0.35	0.42	0.45	0.55	0.68
62	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.18	0.22	0.27	0.33	0.35	0.42	0.52
63	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.10	1.38	1.65	2.02	2.15	2.61	3.23
64	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.12
65	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.10	0.13	0.15	0.19	0.20	0.24	0.30
65	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.62	0.78	0.93	1.14	1.21	1.47	1.82
66	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.34	1.67	2.00	2.45	2.61	3.17	3.91
67	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.74	0.93	1.11	1.36	1.45	1.76	2.17
68	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.44	1.80	2.16	2.64	2.82	3.42	4.22
69	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.34	1.67	2.00	2.45	2.61	3.17	3.91
70	17	TANGUA	58.327	67.433	76.925	87.754	91.554	104.442	119.143	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.27	1.59	1.91	2.33	2.48	3.02	3.72
71	18	TANGUA	56.199	64.974	74.120	84.553	88.215	100.632	114.798	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.93	2.42	2.90	3.54	3.78	4.59	5.66
71	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	1.10	1.38	1.65	2.02	2.16	2.62	3.23
72	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	2.14	2.68	3.21	3.92	4.18	5.08	6.27
73	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.08	0.10	0.12	0.15	0.16	0.20	0.24
74	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.19	0.24	0.29	0.36	0.38	0.46	0.57
75	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.41	0.51	0.61	0.75	0.79	0.97	1.19
76	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.16	0.20	0.24	0.29	0.31	0.37	0.46
77	15	TANGUA	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12	0.15	0.18
78	TANGUA	0.009	63.270	73.149	83.445	95.191	99.314	113.294	129.241	0.37	0.40	0.42	0.45	0.46	0.49	0.53	0.06	0.08	0.09	0.11	0.12	0.15	0.18

ANEXO 7 DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAS ESCALONADAS

ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN A LA ENTRADA DE LAS OBRAS

Obra	Diametro o Base (m)	H (m)	Talud		TIPO DE CANAL	CAUDAL (m3/s)	BASE DEL CANAL	q	yc	h	l	dc onset	Flujo	alfa	ks	f*	LI	di	ce	f	fe	do	y90	v	d
Alcantarilla	0.90		1V:0.45H	1V:0.50H	1	0.82	1.40	0.59	0.33	0.30	0.14	0.01	Skimming	65.77	0.12	4.53	3.49	0.12	0.82	1.00	0.43	0.13	0.71	4.60	0.85
Alcantarilla	0.90		1V:0.60H		2	0.82	1.40	0.59	0.33	0.30	0.18	0.08	Skimming	59.04	0.15	3.33	3.49	0.13	0.77	1.00	0.43	0.13	0.57	4.51	0.70
Alcantarilla	0.90		1V:0.70H	1V:0.75H	3	0.82	1.40	0.59	0.33	0.30	0.21	0.12	Skimming	55.01	0.17	2.89	3.51	0.13	0.74	1.00	0.43	0.13	0.50	4.44	0.60
Alcantarilla	1.20		1V:0.45H	1V:0.50H	4	1.36	1.70	0.80	0.40	0.30	0.14	0.01	Skimming	65.77	0.12	6.19	4.36	0.15	0.82	1.00	0.43	0.16	0.87	5.11	1.00
Alcantarilla	1.20		1V:0.60H		5	1.36	1.70	0.80	0.40	0.30	0.18	0.08	Skimming	59.04	0.15	4.55	4.36	0.15	0.77	1.00	0.43	0.16	0.70	5.00	0.85
Alcantarilla	1.20		1V:0.70H	1V:0.75H	6	1.36	1.70	0.80	0.40	0.30	0.21	0.12	Skimming	55.01	0.17	3.95	4.38	0.16	0.74	1.00	0.43	0.16	0.62	4.93	0.75
Alcantarilla	1.50		1V:0.45H	1V:0.50H	7	2.27	2.00	1.14	0.51	0.30	0.14	0.01	Skimming	65.77	0.12	8.78	5.59	0.18	0.82	1.00	0.43	0.20	1.10	5.74	1.35
Alcantarilla	1.50		1V:0.60H		8	2.27	2.00	1.14	0.51	0.30	0.18	0.08	Skimming	59.04	0.15	6.45	5.60	0.19	0.77	1.00	0.43	0.20	0.88	5.62	1.00
Alcantarilla	1.50		1V:0.70H	1V:0.75H	9	2.27	2.00	1.14	0.51	0.30	0.21	0.12	Skimming	55.01	0.17	5.61	5.63	0.19	0.74	1.00	0.43	0.20	0.78	5.54	0.95
Alcantarilla	1.80		1V:0.45H	1V:0.50H	10	5.50	2.30	2.39	0.84	0.30	0.14	0.01	Skimming	65.77	0.12	18.50	9.51	0.28	0.82	1.00	0.43	0.32	1.81	7.36	2.10
Alcantarilla	1.80		1V:0.60H		11	5.50	2.30	2.39	0.84	0.30	0.18	0.08	Skimming	59.04	0.15	13.59	9.52	0.29	0.77	1.00	0.43	0.33	1.45	7.21	1.75
Alcantarilla	1.80		1V:0.70H	1V:0.75H	12	5.50	2.30	2.39	0.84	0.30	0.21	0.12	Skimming	55.01	0.17	11.82	9.57	0.30	0.74	1.00	0.43	0.34	1.28	7.10	1.50
Box culvert	2.50	2.500	1V:1:H		13	8.50	10.00	3.40	1.06	1.00	1.00	0.59	Skimming	45.00	0.71	2.17	11.61	0.46	0.64	1.00	0.43	0.45	1.23	7.60	1.77

ESTRUCTURA DE DISIPACIÓN A LA SALIDA DE LAS OBRAS

Obra	Diametro o Base (m)	H (m)	Talud	TIPO DE CANAL	CAUDAL (m3/s)	BASE DEL CANAL	q	yc	h	l	dc onset	Flujo	alfa	ks	f*	LI	di	ce	f	fe	do	y90	v	d
Alcantarilla	0.90		1V:1.50H	I	0.82	1.40	0.59	0.33	0.35	0.53	0.26	Skimming	33.69	0.29	1.60	3.77	0.16	0.50	1.00	0.43	0.15	0.30	3.90	0.35
Alcantarilla	1.20		1V:1.50H	II	1.36	1.70	0.80	0.40	0.40	0.60	0.30	Skimming	33.69	0.33	1.79	4.67	0.19	0.50	1.00	0.43	0.18	0.37	4.33	0.45
Alcantarilla	1.50		1V:1.50H	III	2.27	2.00	1.14	0.51	0.50	0.75	0.37	Skimming	33.69	0.42	1.81	5.90	0.24	0.50	1.00	0.43	0.23	0.47	4.86	0.55
Alcantarilla	0.90		1V:2.00H	IV	0.82	1.40	0.59	0.33	0.30	0.60	0.25	Skimming	26.57	0.27	2.01	4.03	0.17	0.40	1.00	0.43	0.16	0.27	3.63	0.32
Alcantarilla	1.80		1V:1.00H	V	2.76	2.30	1.20	0.53	0.50	0.50	0.30	Skimming	45.00	0.35	2.17	5.80	0.23	0.64	1.00	0.43	0.22	0.61	5.37	0.75

CANAL ESCALONADO CONTINUACIÓN DE LAS ZANJAS DE CORONACIÓN

PENDIENTE	Talud			TIPO DE CANAL	CAUDAL (m3/s)	BASE DEL CANAL	q	yc	h	l	dc onset	Flujo	alfa	ks	f*	LI	di	ce	f	fe	do	y90	v	d
0.10	1V	10.0H		I	2.06	1.00	2.06	0.76	0.15	1.50	0.15	Skimming	5.71	0.15	36.14	15.58	0.55	0.09	1.00	0.43	0.62	0.68	3.35	1.00
0.20	1V	5.0H		II	2.06	1.00	2.06	0.76	0.20	1.00	0.19	Skimming	11.31	0.20	17.09	12.67	0.45	0.18	1.00	0.43	0.49	0.60	4.19	1.00
0.30	1V	3.3H		III	2.06	1.00	2.06	0.76	0.25	0.85	0.23	Skimming	16.39	0.24	10.54	11.30	0.41	0.25	1.00	0.43	0.44	0.58	4.74	1.00
0.40	1V	2.5H		IV	2.06	1.00	2.06	0.76	0.30	0.75	0.26	Skimming	21.80	0.28	7.34	10.36	0.38	0.33	1.00	0.43	0.40	0.60	5.19	1.00
0.50	1V	2.0H		V	2.06	1.00	2.06	0.76	0.35	0.70	0.29	Skimming	26.57	0.31	5.61	9.76	0.36	0.40	1.00	0.43	0.37	0.62	5.52	1.00
1.00	1V	1.0H		VI	2.06	1.00	2.06	0.76	0.40	0.40	0.24	Skimming	45.00	0.28	5.20	8.66	0.31	0.64	1.00	0.43	0.32	0.88	6.43	1.10
1.20	1V	0.83H		VII	2.06	1.00	2.06	0.76	0.60	0.50	0.30	Skimming	50.19	0.38	3.15	8.29	0.31	0.69	1.00	0.43	0.31	1.01	6.61	1.20

ANEXO 8 CÁLCULO SOCAVACIÓN OBRAS DE DRENAJE

PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN ALCANTARILLAS UNIDAD FUNCIONAL 5																				
Tramo	**Q diseño (m3/s)**	**Gamma suelo (t/m3)**	**Tipo de estructura**	**Diametro /Base**	**Velocidad**	**Yn**	**Fr**	**YA/Yo**	**YA**	**Ho**	**Ancho superficial salida (m)**	**α**	**β**	**μ**	**ϕ**	**Z**	**Hs**	**ds**	**D (m)**	**Vc**
K0+000- K2+550	0.76	13.70	Alcantarilla	0.90	2.58	0.45	1.23	0.21	0.09	0.09	4.50	8.67	0.92	1.00	20.21	18.51	0.80	0.71	0.24	2.58
	1.00	13.70	Alcantarilla	1.20	2.74	0.44	1.32	0.24	0.10	0.10	5.90	7.32	0.92	3.00	20.21	18.51	0.80	0.70	0.27	2.74
K2+550 - K5+930	0.60	13.40	Alcantarilla	0.90	2.42	0.42	1.19	0.20	0.08	0.08	4.50	8.28	0.92	5.00	19.75	17.58	0.79	0.70	0.21	2.42
	2.26	13.40	Alcantarilla	1.50	3.37	0.53	1.48	0.26	0.14	0.14	7.15	8.59	0.92	6.00	19.75	17.58	0.82	0.69	0.43	3.37
K5+930 - K12+620	0.83	13.90	Alcantarilla	0.90	2.63	0.35	1.42	0.25	0.09	0.09	4.50	10.66	0.92	9.00	20.51	19.15	0.81	0.72	0.26	2.63
	1.27	13.90	Alcantarilla	1.20	2.92	0.45	1.39	0.24	0.11	0.11	5.90	8.79	0.92	10.00	20.51	19.15	0.82	0.71	0.32	2.92
	2.28	13.90	Alcantarilla	1.50	3.38	0.55	1.45	0.26	0.14	0.14	7.15	8.15	0.92	11.00	20.51	19.15	0.83	0.69	0.43	3.38
	5.49	13.90	Alcantarilla	1.80	4.22	0.68	1.63	0.30	0.20	0.20	8.50	9.14	0.92	12.00	20.51	19.15	0.86	0.66	0.70	4.22
K12+620 - K15+750	0.75	13.70	Alcantarilla	0.90	2.56	0.35	1.38	0.24	0.08	0.08	4.50	10.34	0.92	13.00	20.21	18.51	0.80	0.72	0.25	2.56
	1.36	13.70	Alcantarilla	1.20	2.97	0.47	1.38	0.24	0.11	0.11	5.90	8.75	0.92	14.00	20.21	18.51	0.82	0.70	0.33	2.97
	2.02	13.70	Alcantarilla	1.50	3.27	0.50	1.47	0.26	0.13	0.13	7.15	8.47	0.92	15.00	20.21	18.51	0.82	0.69	0.41	3.27
	3.92	13.70	Alcantarilla	1.80	3.87	0.62	1.57	0.28	0.17	0.17	8.50	8.54	0.92	16.00	20.21	18.51	0.85	0.67	0.59	3.87

PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN BOX CULVERT UNIDAD FUNCIONAL 5																				
Abscisa	**Q diseño (m3/s)**	**Gamma suelo (t/m3)**	**Tipo de estructura**	**Diametro /Base**	**Velocidad**	**Yn**	**Fr**	**YA/Yo**	**YA**	**Ho**	**Ancho superficial salida (m)**	**α**	**β**	**μ**	**ϕ**	**Z**	**Hs**	**ds**	**D (m)**	**Vc**
K0+136.95	8.50	13.70	Box Culverts	2.50	3.12	0.69	1.20	0.28	0.19	0.19	6.04	21.80	0.93	18.00	20.21	18.51	0.90	0.70	0.29	3.12
K0+602.88	8.09	13.70	Box Culverts	2.50	3.07	0.65	1.22	0.28	0.18	0.18	6.04	22.93	0.93	19.00	20.21	18.51	0.89	0.71	0.29	3.07

ANEXO 9 CÁLCULO DE SOCAVACIÓN RÍO GUÁITARA

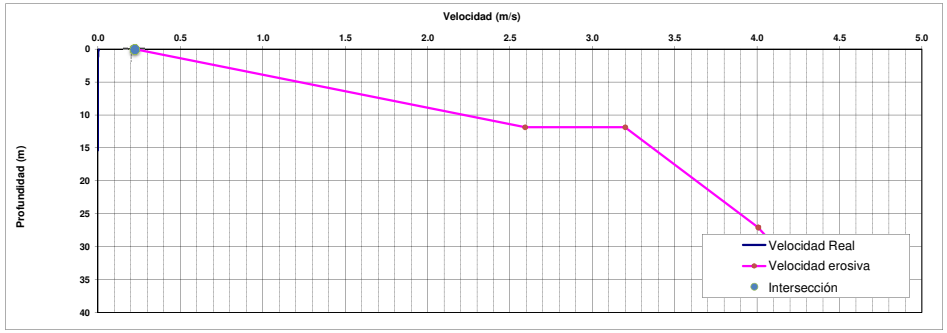
ESTUDIO DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y SOCAVACIÓN
PUENTE GUATIRA - PEDREGAL PASTO
ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

Vr (m/s):	0.21914044

Hs(m):	0.00221694	d_s	-0.02

DATOS DE ENTRADA

Q_d	797.00	[m³/s]
T_R	500	[Años]
A_{Te}	380.38	[m²]
ΣB_e	31.80	[m]
γ_w	1.05	[t/m3]
L	31.80	[m]
v	2.10	[m/s]
μ	0.97	
α	0.40	
β	1.05	
ϕ	1.05	



Estrato	Frontera	H_i (m)	Espesor Estrato	d_m (mm)	$d_m^{(0,28)}$ (mm)	γ_d (t/m³)	$\gamma_d^{(1,18)}$ (t/m³)	x	Hs^x	z	Hs^z	Ve Material granular	Ve Material cohesivo	Ve
1	Sup.	0.02	11.8618669	3.00	1.360	-	-	-	-	0.38	0.22	0.22	-	0.222
	Inf.	11.88		3.00	1.360	-	-	-	-	0.38	2.54	2.59	-	2.591
2	Sup.	11.88	15.190345	-	-	2.14	2.454	0.274	1.97	-	-	-	3.20	3.198
	Inf.	27.07		-	-	2.14	2.454	0.274	2.47	-	-	-	4.01	4.007
3	Sup.	27.07	10.0030752	-	-	2.14	2.454	0.274	2.47	-	-	-	4.01	4.007
	Inf.	37.07		-	-	2.14	2.454	0.274	2.69	-	-	-	4.37	4.368

Valores determinados por Autocad

Valores introducidos por el usuario

PUENTE GUATIRA - PEDREGAL PASTO

RESUMEN - PERFIL DE SOCAVACIÓN

LONGITUD	31.80

					Capa	1	2	3				
PUNTO DEL PERFIL	DISTANCIA	Ds	Vr	AGUA	TERRENO	E1	E2	E3	H	E1	E2	E3
1	0.003	0.000	-0.001	608014.926	608014.915	608,003.94	607,989.30	607,978.85	0.011	10.979	14.637	10.444
2	0.318	0.000	0.979	608014.926	608013.805	608,002.77	607,989.39	607,978.95	1.121	11.032	13.379	10.444
3	0.633	0.000	1.237	608014.926	608012.809	608,001.61	607,989.49	607,979.04	2.117	11.198	12.122	10.444
4	0.948	0.000	1.406	608014.926	608011.965	608,000.75	607,989.58	607,979.14	2.961	11.213	11.168	10.444
5	1.263	0.000	1.509	608014.926	608011.362	608,000.64	607,989.68	607,979.23	3.564	10.726	10.958	10.444
6	1.577	0.000	1.600	608014.926	608010.786	608,000.50	607,989.77	607,979.33	4.140	10.284	10.729	10.444
7	1.892	0.000	1.667	608014.926	608010.332	608,000.31	607,989.87	607,979.42	4.594	10.020	10.444	10.444
8	2.207	0.000	1.727	608014.926	608009.897	608,000.41	607,989.96	607,979.52	5.028	9.490	10.444	10.444
9	2.522	0.000	1.860	608014.926	608008.882	608,000.29	607,989.96	607,979.55	6.044	8.595	10.329	10.411
10	2.837	0.000	1.960	608014.926	608008.054	608,000.18	607,989.88	607,979.49	6.872	7.870	10.306	10.392
11	3.152	0.000	2.061	608014.926	608007.173	608,000.11	607,989.80	607,979.43	7.752	7.068	10.306	10.374
12	3.466	0.000	2.149	608014.926	608006.353	608,000.03	607,989.72	607,979.37	8.572	6.326	10.306	10.355
13	3.781	0.000	2.286	608014.926	608005.005	607,999.95	607,989.64	607,979.31	9.921	5.056	10.305	10.336
15	4.096	0.000	2.310	608014.926	608004.766	607,999.87	607,989.52	607,979.25	10.160	4.896	10.351	10.271
16	4.411	0.000	2.369	608014.926	608004.149	607,999.79	607,989.37	607,979.19	10.777	4.357	10.423	10.181
17	4.726	0.000	2.426	608014.926	608003.540	607,999.71	607,989.31	607,979.13	11.386	3.826	10.407	10.178
18	5.041	0.000	2.500	608014.926	608002.727	607,999.63	607,989.25	607,979.07	12.199	3.092	10.389	10.178
19	5.355	0.000	2.507	608014.926	608002.648	607,999.56	607,989.19	607,979.01	12.278	3.092	10.370	10.178
20	5.670	0.000	2.514	608014.926	608002.570	607,999.48	607,989.13	607,978.95	12.356	3.092	10.351	10.178
21	5.985	0.000	2.522	608014.926	608002.491	607,999.40	607,989.07	607,978.89	12.434	3.092	10.332	10.178
22	6.300	0.000	2.529	608014.926	608002.413	607,999.32	607,989.01	607,978.83	12.513	3.092	10.314	10.178
23	6.615	0.000	2.536	608014.926	608002.335	607,999.24	607,988.95	607,978.71	12.591	3.092	10.295	10.233
24	6.930	0.000	2.543	608014.926	608002.256	607,999.16	607,988.89	607,978.53	12.670	3.092	10.276	10.354
25	7.245	0.000	2.550	608014.926	608002.178	607,999.09	607,988.83	607,978.35	12.748	3.092	10.257	10.475
26	7.559	0.000	2.557	608014.926	608002.099	607,998.95	607,988.77	607,978.17	12.826	3.153	10.178	10.596
27	7.874	0.000	2.564	608014.926	608002.021	607,998.89	607,988.76	607,977.99	12.905	3.134	10.128	10.766
28	8.189	0.000	2.571	608014.926	608001.943	607,998.83	607,988.74	607,977.92	12.983	3.115	10.084	10.819
29	8.504	0.000	2.581	608014.926	608001.820	607,998.77	607,988.66	607,977.91	13.105	3.052	10.109	10.744
30	8.819	0.000	2.586	608014.926	608001.762	607,998.76	607,988.57	607,977.90	13.164	3.003	10.185	10.669
31	9.134	0.000	2.587	608014.926	608001.759	607,998.76	607,988.49	607,977.89	13.167	3.000	10.271	10.594
32	9.448	0.000	2.587	608014.926	608001.752	607,998.75	607,988.40	607,977.88	13.174	3.001	10.347	10.519
33	9.763	0.000	2.588	608014.926	608001.743	607,998.68	607,988.35	607,977.87	13.183	3.065	10.325	10.478
34	10.078	0.000	2.592	608014.926	608001.700	607,998.59	607,988.26	607,977.86	13.225	3.108	10.337	10.391
35	10.393	0.000	2.599	608014.926	608001.615	607,998.51	607,988.07	607,977.85	13.311	3.108	10.432	10.221
36	10.708	0.000	2.607	608014.926	608001.530	607,998.42	607,987.89	607,977.84	13.396	3.108	10.527	10.050
37	11.023	0.000	2.614	608014.926	608001.445	607,998.34	607,987.84	607,977.83	13.481	3.108	10.497	10.005
38	11.337	0.000	2.621	608014.926	608001.360	607,998.25	607,987.83	607,977.82	13.566	3.108	10.422	10.005
39	11.652	0.000	2.629	608014.926	608001.274	607,998.18	607,987.82	607,977.81	13.651	3.094	10.361	10.005
40	11.967	0.000	2.636	608014.926	608001.189	607,998.13	607,987.81	607,977.80	13.737	3.057	10.323	10.005
41	12.282	0.000	2.642	608014.926	608001.119	607,998.08	607,987.80	607,977.79	13.807	3.034	10.285	10.005
42	12.597	0.000	2.646	608014.926	608001.071	607,998.04	607,987.79	607,977.78	13.854	3.033	10.249	10.005
43	12.912	0.000	2.650	608014.926	608001.024	607,997.99	607,987.78	607,977.77	13.902	3.032	10.213	10.005
44	13.227	0.000	2.654	608014.926	608000.978	607,997.95	607,987.77	607,977.76	13.948	3.032	10.177	10.005
45	13.541	0.000	2.658	608014.926	608000.932	607,997.80	607,987.76	607,977.75	13.994	3.136	10.037	10.005
46	13.856	0.000	2.662	608014.926	608000.886	607,997.75	607,987.75	607,977.74	14.040	3.132	10.005	10.005
47	14.171	0.000	2.666	608014.926	608000.840	607,997.74	607,987.74	607,977.73	14.086	3.096	10.005	10.005
48	14.486	0.000	2.674	608014.926	608000.736	607,997.73	607,987.73	607,977.72	14.190	3.002	10.005	10.005
49	14.801	0.000	2.675	608014.926	608000.726	607,997.72	607,987.72	607,977.71	14.200	3.002	10.005	10.005
50	15.116	0.000	2.671	608014.926	608000.780	607,997.71	607,987.71	607,977.70	14.146	3.065	10.005	10.005
51	15.430	0.000	2.669	608014.926	608000.800	607,997.70	607,987.70	607,977.69	14.126	3.095	10.005	10.005
52	15.745	0.000	2.671	608014.926	608000.776	607,997.72	607,987.69	607,977.68	14.149	3.052	10.035	10.005
53	16.060	0.000	2.673	608014.926	608000.753	607,997.75	607,987.68	607,977.67	14.172	3.008	10.066	10.005
54	16.375	0.000	2.675	608014.926	608000.730	607,997.72	607,987.67	607,977.66	14.195	3.008	10.053	10.005
55	16.690	0.000	2.677	608014.926	608000.709	607,997.71	607,987.66	607,977.65	14.217	3.000	10.049	10.005
56	17.005	0.000	2.677	608014.926	608000.704	607,997.70	607,987.65	607,977.64	14.222	3.000	10.054	10.005
57	17.319	0.000	2.678	608014.926	608000.699	607,997.70	607,987.64	607,977.63	14.227	3.000	10.059	10.012
58	17.634	0.000	2.678	608014.926	608000.693	607,997.69	607,987.63	607,977.57	14.232	3.000	10.064	10.059
59	17.949	0.000	2.679	608014.926	608000.688	607,997.69	607,987.62	607,977.51	14.238	3.000	10.069	10.105
60	18.264	0.000	2.679	608014.926	608000.685	607,997.68	607,987.62	607,977.46	14.241	3.000	10.067	10.160
61	18.579	0.000	2.679	608014.926	608000.686	607,997.69	607,987.56	607,977.40	14.240	3.000	10.126	10.160
62	18.894	0.000	2.679	608014.926	608000.689	607,997.66	607,987.50	607,977.34	14.237	3.033	10.152	10.160
63	19.209	0.000	2.682	608014.926	608000.645	607,997.60	607,987.45	607,977.29	14.280	3.044	10.154	10.160
64	19.523	0.000	2.687	608014.926	608000.592	607,997.55	607,987.39	607,977.23	14.334	3.044	10.157	10.160
65	19.838	0.000	2.691	608014.926	608000.538	607,997.49	607,987.33	607,977.18	14.388	3.044	10.159	10.160
66	20.153	0.000	2.696	608014.926	608000.484	607,997.44	607,987.28	607,977.12	14.442	3.046	10.160	10.160
67	20.468	0.000	2.700	608014.926	608000.429	607,997.38	607,987.22	607,977.06	14.497	3.048	10.160	10.160
68	20.783	0.000	2.705	608014.926	608000.373	607,997.32	607,987.17	607,977.01	14.553	3.048	10.160	10.160
69	21.098	0.000	2.710	608014.926	608000.316	607,997.27	607,987.11	607,976.95	14.609	3.048	10.160	10.160
70	21.412	0.000	2.715	608014.926	608000.260	607,997.21	607,987.05	607,976.89	14.666	3.048	10.160	10.160
71	21.727	0.000	2.714	608014.926	608000.263	607,997.16	607,987.00	607,976.84	14.663	3.107	10.160	10.160
72	22.042	0.000	2.706	608014.926	608000.356	607,997.23	607,986.94	607,976.78	14.570	3.129	10.287	10.160
73	22.357	0.000	2.698	608014.926	608000.455	607,997.32	607,986.89	607,976.72	14.471	3.134	10.430	10.167
74	22.672	0.000	2.690	608014.926	608000.560	607,997.41	607,986.98	607,976.67	14.366	3.146	10.430	10.317
75	22.987	0.000	2.682	608014.926	608000.644	607,997.51	607,987.08	607,976.65	14.281	3.138	10.430	10.430
76	23.301	0.000	2.682	608014.926	608000.652	607,997.61	607,987.17	607,976.74	14.274	3.044	10.437	10.430
77	23.616	0.000	2.681	608014.926	608000.659	607,997.66	607,987.26	607,976.83	14.267	3.001	10.395	10.430
78	23.931	0.000	2.680	608014.926	608000.666	607,997.67	607,987.36	607,976.93	14.260	3.001	10.309	10.430
79	24.246	0.000	2.680	608014.926	608000.673	607,997.67	607,987.45	607,977.02	14.252	3.001	10.222	10.430
80	24.561	0.000	2.679	608014.926	608000.681	607,997.68	607,987.54	607,977.11	14.245	3.001	10.136	10.430
81	24.876	0.000	2.679	608014.926	608000.688	607,997.69	607,987.64	607,977.21	14.237	3.001	10.051	10.430
82	25.191	0.000	2.678	608014.926	608000.696	607,997.70	607,987.69	607,977.30	14.230	3.001	10.003	10.392
83	25.505	0.000	2.677	608014.926	608000.704	607,997.70	607,987.70	607,977.39	14.222	3.001	10.003	10.306
84	25.820	0.000	2.677	608014.926	608000.712	607,997.71	607,987.71	607,977.49	14.214	3.001	10.003	10.221
85	26.135	0.000	2.676	608014.926	608000.720	607,997.72	607,987.72	607,977.58	14.206	3.001	10.003	10.135
86	26.450	0.000	2.675	608014.926	608000.727	607,997.73	607,987.72	607,977.67	14.198	3.001	10.003	10.050
87	26.765	0.000	2.675	608014.926	608000.735	607,997.73	607,987.73	607,977.73	14.191	3.001	10.003	10.003
88	27.080	0.000	2.655	608014.926	608000.970	607,997.74	607,987.74	607,977.74	13.956	3.228	10.003	10.003
89	27.394	0.000	2.628	608014.926	608001.289	607,997.75	607,987.75	607,977.74	13.637	3.539	10.003	10.003
90	27.709	0.000	2.599	608014.926	608001.628	607,997.76	607,987.75	607,977.75	13.298	3.871	10.003	10.003
91	28.024	0.000	2.552	608014.926	608002.178	607,997.86	607,987.76	607,977.76	12.748	4.317	10.099	10.003
92	28.339	0.000	2.503	608014.926	608002.721	607,998.18	607,987.77	607,977.77	12.204	4.541	10.410	10.003
93	28.654	0.000	2.464	608014.926	608003.154	607,998.50	607,987.78	607,977.77	11.771	4.655	10.722	10.003
94	28.969	0.000	2.426	608014.926	608003.567	607,998.82	607,987.79	607,977.78	11.359	4.748	11.033	10.003
95	29.283	0.000	2.348	608014.926	608004.388	607,999.14	607,987.79	607,977.79	10.538	5.250	11.345	10.003
96	29.598	0.000	2.260	608014.926	608005.283	607,999.46	607,987.80	607,977.80	9.643	5.825	11.657	10.003
97	29.913	0.000	2.197	608014.926	608005.896	607,999.78	607,987.81	607,977.81	9.030	6.119	11.968	10.003
98	30.228	0.000	2.091	608014.926	608006.893	608,000.10	607,987.82	607,977.81	8.032	6.797	12.280	10.003
99	30.543	0.000	1.966	608014.926	608007.998	608,000.42	607,987.82	607,977.82	6.928	7.581	12.591	10.003
100	30.858	0.000	1.822	608014.926	608009.174	608,000.74	607,987.83	607,977.83	5.751	8.439	12.903	10.003
101	31.172	0.000	1.499	608014.926	608011.408	608,001.44	607,987.84	607,977.84	3.518	9.968	13.599	10.003
102	31.798	0.000	0.219	608014.926	608014.908	608,003.05	607,987.86	607,977.85	0.018	11.862	15.190	10.003

ANEXO 10 MODELO RIO GUÁITARA

ANEXO 11 MODELOS EN HY-8

ANEXO 12 DRENAJES RETORNOS

DISEÑO DRENAJE RETORNOS UF5													
Retrono	**De**	**A**	**Area Ha**	**Intens L/H/S**	**Coefic. Esco.**	**Q Dis lt/s**	**Long m**	**Pend %**	**Diam m,"**	**Q/Q0**	**Vr m/s**	**Y mts**	**F**
Variante Pedregal	S-VP-1	S-VP-2	0.09	267.83	0.90	20.60	17.32	0.50	8.0	0.89	0.75	0.16	0.58
	S-VP-2	S-VP-3	0.15	267.83	0.90	36.45	49.50	0.50	16.0	0.25	0.82	0.15	0.77
	S-VP-3	K2+282.63	0.16	267.83	0.90	39.65	30.92	0.50	16.0	0.27	0.84	0.16	0.77
Conexión 8+600	S-C8+6-1	K8+651.84	0.06	267.83	0.90	14.46	36.13	1.00	16.00	0.07	0.80	0.07	1.13
Retrono 1	C-R1-1	C-R1-2	1.21	267.83	0.90	291.7	18.42	4.00	16.0	0.70	3.15	0.28	1.98
	C-R1-2	C-R1-3	1.2525	267.83	0.90	301.9	39.19	4.00	16.0	0.72	3.18	0.29	1.96
	C-R1-3	C-R1-4	1.2712	267.83	0.90	306.4	41.34	4.00	16.0	0.74	3.19	0.29	1.95
	C-R1-4	C-R1-5	1.2936	267.83	0.90	311.8	28.24	4.00	16.0	0.75	3.21	0.29	1.95
	C-R1-5	C-R1-6	1.3091	267.83	0.90	315.5	25.97	4.00	16.0	0.76	3.22	0.30	1.94
	C-R1-6	K12+508.01	1.3229	267.83	0.90	318.9	21.21	4.00	16.0	0.77	3.23	0.30	1.93
Retrono 2	C-R2-1	Salida derecha	0.143	267.83	0.90	34.5	15.86	4.00	16.0	0.08	1.68	0.08	2.26
	S-R2-2	C-R2-3	0.2894	267.83	0.90	69.8	22.32	4.00	16.0	0.17	2.06	0.12	2.22
	C-R2-3	C-R2-4	0.3356	267.83	0.90	80.9	44.65	4.00	16.0	0.19	2.16	0.13	2.21
	C-R2-4	C-R2-5	0.4213	267.83	0.90	101.6	57.82	4.00	16.0	0.24	2.30	0.15	2.19
	C-R2-5	K14+234.35	0.5159	267.83	0.90	124.4	60.66	4.00	16.0	0.30	2.45	0.17	2.17

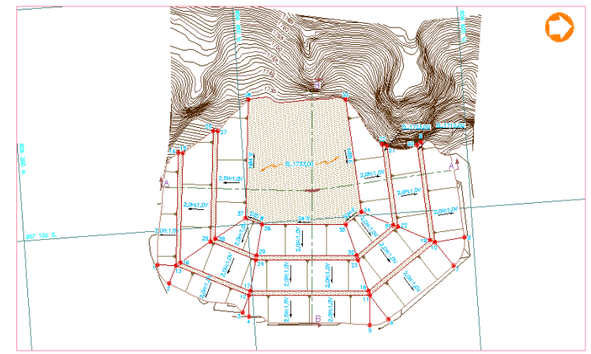
ANEXO 13 DISEÑO ZODMES

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-1

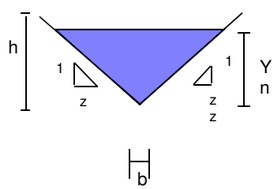
Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Cuenca obras mayores		0,42	96,34		21456,706	0	0,2412	0,241		
Cuenca obras mayores		0,42	96,34		50119,208	0	0,5633	0,563		
Cdis - Izq 1		0,42	96,34		3125,864	0	0,0351	0,035		
Cdis - Der 1		0,42	96,34		11222,9393	0	0,1261	0,126		
Cdis - Izq 2		0,42	96,34		2097,5263	0	0,0236	0,024		
Cdis - Der 2		0,42	96,34		3468,813	0	0,0390	0,039		
Cun Ter1 - Izq		0,42	96,34		5944,4588	0	0,0668	0,067		
Cun Ter1 - Der		0,42	96,34		5427,9579	0	0,0610	0,061		
Cun Ter2 - Izq		0,42	96,34		3415,6707	0	0,0384	0,038		
Cun Ter2 - Der		0,42	96,34		3279,619	0	0,0369	0,037		

L/s

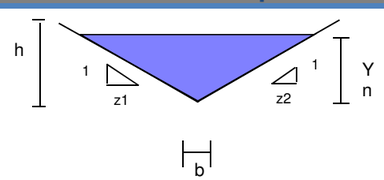


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cdis - Izq 1	0,381	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,173**	**0,290**	**0,136**	**1,087**	**2,800**	**0,156**	**2,263**	0,02	**0,200**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis - Der 1	0,787	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,271**	**0,451**	**0,226**	**1,306**	**3,477**	**0,233**	**2,298**	0,02	**0,300**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis - Izq 2	0,405	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,180**	**0,301**	**0,142**	**1,102**	**2,852**	**0,161**	**2,267**	0,02	**0,200**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis - Der 2	0,826	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,279**	**0,464**	**0,234**	**1,324**	**3,525**	**0,239**	**2,300**	0,02	**0,300**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



Cunetas de Terrazas

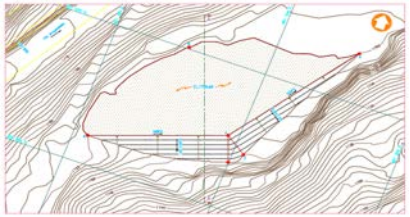
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cun Ter1 - Izq	0,0668	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,233	0,210	0,08	0,850	0,822	133,730	**0,116**	**0,769**	0,03	**0,263**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun Ter1 - Der	0,0610	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,225	0,202	0,076	0,821	0,803	133,203	**0,113**	**0,765**	0,03	**0,256**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun Ter2 - Izq	0,0384	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,189	0,168	0,054	0,690	0,715	149,790	**0,095**	**0,743**	0,03	**0,220**	0,250	**0,250**	**0,500**
Cun Ter2 - Der	0,0369	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,186	0,165	0,052	0,680	0,708	162,104	**0,093**	**0,741**	0,03	**0,217**	0,250	**0,250**	**0,500**

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-2

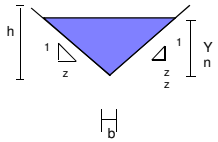
Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Cint-1		0,42	96,34		4497,506	0	0,0505	0,051		0,00038
Cdis-1 Izq		0,42	96,34		1811,967	0	0,0204	0,020		0,00034
Cdis-2 Izq		0,42	96,34		1486,467	0	0,0167	0,017		0,00025

L/s

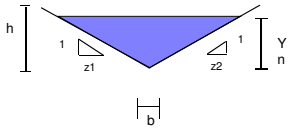


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cint-1	0,051	0,0100	0,700	0,500	0,020	0,082	0,079	0,060	0,882	0,837	0,077	0,961	0,02	0,110	0,300	0,150	0,150
Cdis-1	0,046	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,047	0,074	0,034	0,804	1,351	0,045	2,028	0,02	0,070	0,300	0,150	0,150
Cdis-2	0,042	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,044	0,070	0,032	0,799	1,310	0,043	2,015	0,02	0,070	0,300	0,150	0,150

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes

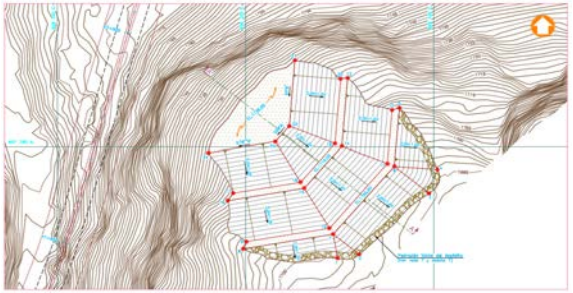


Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)

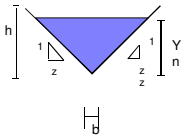
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-3

Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)	L/s
Terraza1		0,42	96,34		2577,707	0	0,0290	0,0290		0,00071	
Terraza2		0,42	96,34		2194,164	0	0,0247	0,0247		0,00050	
Cint-1		0,42	96,34		2222,254	0	0,0250	0,0250		0,00043	
Cdis-1		0,42	96,34		693,033	0	0,0078	0,0078		0,00013	
Cdis-2		0,42	96,34		396,401	0	0,0045	0,0045		0,00007	
Cdis-3		0,42	96,34		440,394	0	0,0049	0,0049		0,00008	
Cdis-4		0,42	96,34		1335,674	0	0,0150	0,0150		0,00067	
Cdis-5		0,42	96,34		264,681	0	0,0030	0,0030		0,00011	
Cdis-6		0,42	96,34		927,233	0	0,0104	0,0104		0,00043	
Cdis-1b		0,42	96,34		940,297	0	0,0106	0,0106		0,00041	
Cdis-2b		0,42	96,34		408,322	0	0,0046	0,0046		0,00017	
Cdis-3b		0,42	96,34		599,986	0	0,0067	0,0067		0,00025	

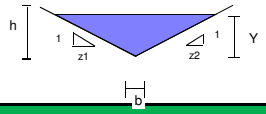


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cint-1	0,025	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,053**	**0,050**	**0,038**	**0,818**	**0,651**	**0,051**	**0,920**	0,02	**0,080**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-1	0,033	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,038**	**0,060**	**0,027**	**0,785**	**1,195**	**0,037**	**1,979**	0,02	**0,060**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-2	0,052	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,050**	**0,081**	**0,037**	**0,813**	**1,414**	**0,049**	**2,046**	0,02	**0,080**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-3	0,069	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,060**	**0,097**	**0,044**	**0,835**	**1,570**	**0,058**	**2,086**	0,02	**0,090**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-4	0,084	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,068**	**0,111**	**0,050**	**0,852**	**1,685**	**0,065**	**2,112**	0,02	**0,090**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-5	0,087	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,069**	**0,113**	**0,051**	**0,855**	**1,706**	**0,066**	**2,116**	0,02	**0,090**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-6	0,087	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,069**	**0,113**	**0,051**	**0,855**	**1,706**	**0,066**	**2,116**	0,02	**0,090**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-1b	0,011	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,019**	**0,028**	**0,014**	**0,743**	**0,777**	**0,019**	**1,803**	0,02	**0,040**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-2b	0,025	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,032**	**0,050**	**0,023**	**0,772**	**1,080**	**0,032**	**1,938**	0,02	**0,060**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-3b	0,037	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,041**	**0,065**	**0,030**	**0,792**	**1,255**	**0,040**	**1,998**	0,02	**0,070**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes

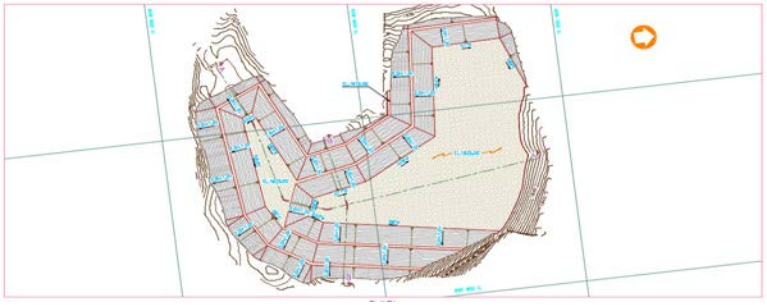


Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cunetas de Terrazas																			
C-Ter1	0,0145	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,131	0,114	0,026	0,479	0,561	20,429	**0,066**	**0,699**	0,03	**0,162**	0,200	**0,200**	**0,400**
C-Ter2	0,0123	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,12	0,107	0,023	0,451	0,539	24,744	**0,062**	**0,692**	0,03	**0,154**	0,200	**0,200**	**0,400**

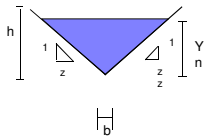
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-4

Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Cinter		0,42	83,45		14464,214		0,1408	0,141		
Cdis Izq1		0,42	83,45		7219,4165		0,0703	0,070		
Cdis Izq2		0,42	83,45		10955,3239		0,1067	0,107		
Cdis Der		0,42	83,45		6903,7645		0,0672	0,067		
Cun - Izq1 Ter1		0,42	83,45		10944,171		0,1065	0,107		
Cun - Izq2 Ter1		0,42	83,45		8272,627		0,0805	0,081		
Cun - Der1 Ter1		0,42	83,45		1769,6196		0,0172	0,017		
Cun - Der2 Ter1		0,42	83,45		9161,6574		0,0892	0,089		
Cun - Izq1 Ter2		0,42	83,45		3292,8189		0,0321	0,032		
Cun - Izq2 Ter2		0,42	83,45		3577,1704		0,0348	0,035		
Cun - Der1 Ter2		0,42	83,45		5337,6445		0,0520	0,052		
Cun - Der2 Ter2		0,42	83,45		3884,4598		0,0378	0,038		

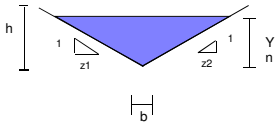


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Baj1 Izq	0,219	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,123**	**0,205**	**0,094**	**0,975**	**2,343**	**0,114**	**2,219**	0,02	**0,150**	0,300	**0,150**	**0,150**
Baj2 Izq	0,087	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,069**	**0,113**	**0,051**	**0,855**	**1,705**	**0,066**	**2,116**	0,02	**0,090**	0,300	**0,150**	**0,150**
Baj3 Der	0,144	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,095**	**0,157**	**0,071**	**0,912**	**2,036**	**0,089**	**2,177**	0,02	**0,120**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cinter	0,141	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,154**	**0,154**	**0,119**	**1,044**	**1,179**	**0,140**	**1,006**	0,02	**0,180**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Der	0,352	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,165**	**0,276**	**0,129**	**1,069**	**2,731**	**0,149**	**2,258**	0,02	**0,190**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Izq1	0,070	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,061**	**0,099**	**0,044**	**0,836**	**1,581**	**0,058**	**2,088**	0,02	**0,090**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Izq2	0,408	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,181**	**0,302**	**0,143**	**1,104**	**2,859**	**0,162**	**2,267**	0,02	**0,210**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



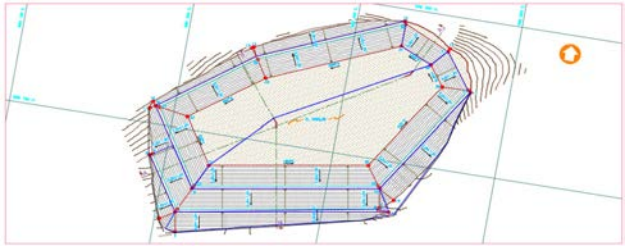
Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cun - Izq1 Ter1	0,107	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,277	0,253	0,12	1,012	0,923	188,240	**0,139**	**0,792**	0,03	**0,308**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun - Izq2 Ter1	0,081	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,250	0,226	0,09	0,912	0,861	134,080	**0,125**	**0,778**	0,03	**0,280**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun - Izq1 Ter2	0,032	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,177	0,156	0,05	0,645	0,684	96,540	**0,088**	**0,734**	0,03	**0,207**	0,250	**0,250**	**0,500**
Cun - Izq2 Ter2	0,035	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,182	0,162	0,05	0,666	0,698	113,150	**0,091**	**0,738**	0,03	**0,213**	0,250	**0,250**	**0,500**
Cun - Der1 Ter2	0,052	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,212	0,190	0,07	0,773	0,772	178,242	**0,106**	**0,757**	0,03	**0,242**	0,250	**0,250**	**0,500**
Cun - Der1 Ter1	0,017	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,140	0,122	0,03	0,511	0,586	84,450	**0,070**	**0,707**	0,03	**0,171**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun - Der2 Ter1	0,089	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,259	0,235	0,10	0,947	0,883	145,000	**0,130**	**0,783**	0,03	**0,290**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun - Der2 Ter2	0,0378	0,005	0,000	1,000	2,00	0,018	0,188	0,167	0,053	0,687	0,713	157,449	**0,094**	**0,742**	0,03	**0,219**	0,250	**0,250**	**0,500**

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-5

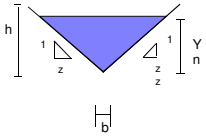
Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Cint 1		0,42	83,45		300969,000	0	2,9300	2,930		
Cdis 1- Izq		0,42	83,45		300969,000	0	2,9300	2,930		
Cdis 1- Der		0,42	83,45		25598,195	0	0,2492	0,249		
Cun Ter 1 - Izq		0,42	83,45		14790,896	0	0,1440	0,144		
Cun Ter 1 - Der		0,42	83,45		16941,405	0	0,1649	0,165		
Cun Ter 2 - Der		0,42	83,45		5142,385	0	0,0501	0,050		

L/s

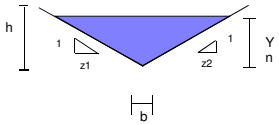


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cint 1	2,930	0,0250	1,000	0,500	0,020	**0,596**	**0,827**	**0,774**	**2,333**	**3,788**	**0,485**	**1,737**	0,02	**0,620**	0,600	**0,300**	**0,300**
Cdis 1- Izq	3,074	0,0500	1,000	0,500	0,020	**0,498**	**0,851**	**0,622**	**2,113**	**4,945**	**0,415**	**2,451**	0,02	**0,520**	0,600	**0,300**	**0,300**
Cdis 1- Der	0,464	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,196**	**0,327**	**0,156**	**1,137**	**2,974**	**0,174**	**2,275**	0,02	**0,220**	0,300	**0,150**	**0,150**
Baj 1	0,215	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,121**	**0,202**	**0,092**	**0,971**	**2,329**	**0,112**	**2,217**	0,02	**0,150**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



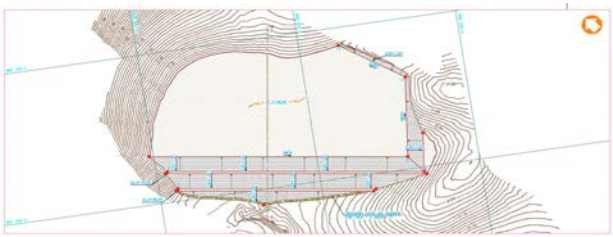
Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cun Ter 1 - Izq	0,1440	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,311	0,285	0,14	1,133	0,996	323,538	**0,155**	**0,807**	0,03	**0,341**	0,350	**0,350**	**0,700**
Cun Ter 1 - Der	0,1649	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,327	0,301	0,160	1,193	1,030	168,108	**0,163**	**0,814**	0,03	**0,357**	0,350	**0,350**	**0,700**
Cun Ter 2 - Der	0,0501	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,209	0,187	0,065	0,763	0,765	246,500	**0,104**	**0,755**	0,03	**0,239**	0,250	**0,250**	**0,500**

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-6

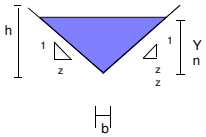
Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Cinte Sup - Izq		0,42	83,45		34594,760	0	0,3368	0,337		
Cinte Sup - Der		0,42	83,45		16730,720	0	0,1629	0,163		
Cdis Izq		0,42	83,45		4317,07	0	0,0420	0,042		
Cdis Der1		0,42	83,45		37215,23	0	0,3623	0,362		
Cdis Der2		0,42	83,45		7401,3489	0	0,0721	0,072		
CunTer1 - Izq		0,42	83,45		3907,51	0	0,0380	0,038		
CunTer1 - Der		0,42	83,45		4863,1535	0	0,0473	0,047		
CunTer2 - Izq		0,42	83,45		3535,2552	0	0,0344	0,034		
CunTer2 - Der		0,42	83,45		2282,4996	0	0,0222	0,022		

L/s

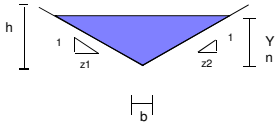


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cinte Sup - Izq	0,337	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,264**	**0,268**	**0,219**	**1,290**	**1,535**	**0,228**	**1,027**	0,02	**0,290**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cinte Sup - Der	0,163	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,168**	**0,169**	**0,132**	**1,076**	**1,234**	**0,152**	**1,011**	0,02	**0,190**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Izq	0,451	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,192**	**0,322**	**0,153**	**1,130**	**2,949**	**0,172**	**2,273**	0,02	**0,220**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Der1	0,525	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,211**	**0,353**	**0,170**	**1,172**	**3,087**	**0,187**	**2,281**	0,02	**0,240**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Der2	0,667	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,245**	**0,408**	**0,201**	**1,247**	**3,314**	**0,213**	**2,292**	0,02	**0,270**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



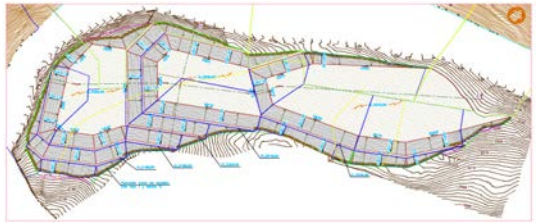
Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
CunTer1 - Izq	0,0380	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,188	0,167	0,05	0,688	0,714	81,380	**0,094**	**0,742**	0,03	**0,219**	0,250	**0,250**	**0,500**
CunTer1 - Der	0,0473	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,205	0,183	0,063	0,747	0,754	159,000	**0,102**	**0,753**	0,03	**0,235**	0,250	**0,250**	**0,500**
CunTer2 - Izq	0,0344	0,0070	0,000	1,000	2,00	0,018	0,170	0,161	0,044	0,622	0,790	146,739	**0,085**	**0,864**	0,03	**0,201**	0,200	**0,200**	**0,400**
CunTer2 - Der	0,0222	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,154	0,135	0,036	0,562	0,624	99,345	**0,077**	**0,718**	0,03	**0,185**	0,200	**0,200**	**0,400**

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-7

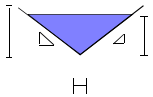
Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Cinter- Izq1		0,42	83,45		67992,379	0	0,6619	0,6619		
Cdis- Izq 1		0,42	83,45		121018,909	0	1,1782	1,1782		
Cdis- Izq 2		0,42	83,45		100917,402	0	0,9825	0,9825		
Cdis- Izq 3		0,42	83,45		79333,026	0	0,7723	0,7723		
Cdis-Der 1		0,42	83,45		1687,398	0	0,0164	0,0164		
Cdis-Der 2		0,42	83,45		2514,167	0	0,0245	0,0245		
Cdis-Der 3		0,42	83,45		2576,847	0	0,0251	0,0251		
Cinter-Der 4		0,42	83,45		1478,099	0	0,0144	0,0144		
CunTer1-Iz		0,42	83,45		4730,745	0	0,0461	0,0461		
CunTer1-Der1		0,42	83,45		11059,624	0	0,1077	0,1077		
CunTer1-Der2		0,42	83,45		9381,475	0	0,0913	0,0913		
CunTer2-Iz		0,42	83,45		10999,317	0	0,1071	0,1071		
CunTer2-Der		0,42	83,45		8353,412	0	0,0813	0,0813		
CunTer3-IzCent		0,42	83,45		3489,725	0	0,0340	0,0340		
CunTer3-Der		0,42	83,45		2448,594	0	0,0238	0,0238		
CunTer4-Ce		0,42	83,45		5003,526	0	0,0487	0,0487		
CunTer4-De1		0,42	83,45		7129,239	0	0,0694	0,0694		
CunTer4-De2		0,42	83,45		1781,987	0	0,0173	0,0173		
CunTer5-Der1		0,42	83,45		3345,22	0	0,0326	0,0326		

L/s

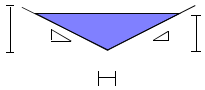


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cinter- Izq1	0,662	0,0100	1,000	0,500	0,020	0,318	0,335	0,368	1,711	1,796	0,280	1,085	0,02	0,340	0,600	0,300	0,300
Cdis- Izq 1	1,840	0,0500	1,000	0,500	0,020	0,364	0,628	0,430	1,813	4,282	0,315	2,435	0,02	0,390	0,600	0,300	0,300
Cdis- Izq 2	2,823	0,0500	1,000	0,500	0,020	0,473	0,810	0,584	2,057	4,831	0,397	2,449	0,02	0,500	0,600	0,300	0,300
Cdis- Izq 3	3,595	0,0500	1,000	0,500	0,020	0,547	0,932	0,697	2,224	5,159	0,450	2,454	0,02	0,570	0,600	0,300	0,300
Cdis-Der 1	0,016	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,025	0,038	0,018	0,756	0,920	0,025	1,872	0,02	0,050	0,300	0,150	0,150
Cdis-Der 2	0,041	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,044	0,069	0,032	0,798	1,297	0,042	2,012	0,02	0,070	0,300	0,150	0,150
Cdis-Der 3	0,625	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,235	0,393	0,192	1,226	3,252	0,206	2,290	0,02	0,260	0,300	0,150	0,150
Cdis-Baj 1	0,108	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,079	0,130	0,059	0,877	1,840	0,075	2,143	0,02	0,100	0,300	0,150	0,150
Cdis-Baj 2	0,137	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,092	0,152	0,069	0,906	2,002	0,087	2,171	0,02	0,120	0,300	0,150	0,150
Cdis-Baj 3	0,463	0,0500	0,700	0,500	0,020	0,195	0,327	0,156	1,137	2,972	0,174	2,275	0,02	0,220	0,300	0,150	0,150
Cinter-Der 4	3,609	0,0400	1,000	0,500	0,020	0,587	0,934	0,759	2,312	4,758	0,478	2,197	0,02	0,610	0,600	0,300	0,300

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes

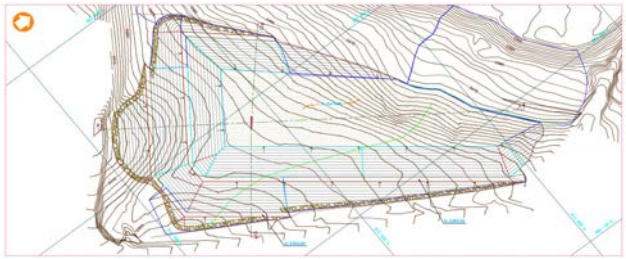


Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
CunTer1-Iz	0,0461	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,203	0,181	0,06	0,739	0,749	153,367	0,101	0,751	0,03	0,233	0,300	0,300	0,600
CunTer1-Der1	0,10767	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,278	0,254	0,116	1,016	0,926	157,864	0,139	0,792	0,03	0,309	0,300	0,300	0,600
CunTer1-Der2	0,0913	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,262	0,238	0,103	0,956	0,889	143,281	0,131	0,784	0,03	0,292	0,300	0,300	0,600
CunTer2-Iz	0,1071	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,278	0,253	0,116	1,014	0,925	250,623	0,139	0,792	0,03	0,308	0,300	0,300	0,600
CunTer2-Der	0,0813	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,251	0,227	0,094	0,915	0,863	162,155	0,125	0,778	0,03	0,281	0,300	0,300	0,600
CunTer3-IzCent	0,0340	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,181	0,160	0,049	0,659	0,694	169,356	0,090	0,737	0,03	0,211	0,250	0,250	0,500
CunTer3-Der	0,0238	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,158	0,139	0,038	0,577	0,635	112,439	0,079	0,721	0,03	0,189	0,250	0,250	0,500
CunTer4-Ce	0,0487	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,207	0,185	0,064	0,755	0,759	124,795	0,103	0,754	0,03	0,237	0,300	0,300	0,600
CunTer4-De1	0,1181	0,0060	0,000	1,000	2,00	0,018	0,279	0,263	0,116	1,017	1,015	110,903	0,139	0,868	0,03	0,309	0,300	0,300	0,600
CunTer4-De2	0,0173	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,140	0,122	0,030	0,513	0,587	126,795	0,070	0,707	0,03	0,171	0,300	0,300	0,600
CunTer5-Der1	0,0326	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,178	0,157	0,047	0,649	0,687	150,186	0,089	0,735	0,03	0,208	0,250	0,250	0,500

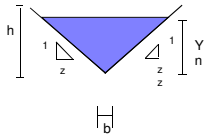
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-8

Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)	L/s
Cint - Iz 1		0,42	83,45		5259,933	0	0,0512	0,0512			
Cdis-1 iz		0,42	83,45		10095,347	0	0,0983	0,0983			
Terr Super		0,42	83,45		7308,984	0	0,0712	0,0712			
Talud Iz-Ter1		0,42	83,45		974,741	0	0,0095	0,0095			
Talud Ce-Ter1		0,42	83,45		1447,213	0	0,0141	0,0141			
Talud De1-Ter1		0,42	83,45		1874,26	0	0,0182	0,0182			
Talud De2-Ter1		0,42	83,45		1793,934	0	0,0175	0,0175			
Talud Ce-Ter2		0,42	83,45		657,086	0	0,0064	0,0064			
Talud Ce-Ter2		0,42	83,45		1522,146	0	0,0148	0,0148			
Talud De-Ter2		0,42	83,45		1754,041	0	0,0171	0,0171			
Talud De-Ter2		0,42	83,45		1953,893	0	0,0190	0,0190			
Talud De-Ter3		0,42	83,45		919,69	0	0,0090	0,0090			

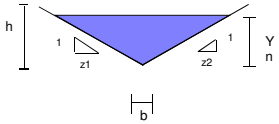


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cint - Iz 1	0,051	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,082**	**0,080**	**0,061**	**0,884**	**0,841**	**0,078**	**0,962**	0,02	**0,110**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-1 izq	0,098	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,075**	**0,122**	**0,055**	**0,867**	**1,782**	**0,071**	**2,132**	0,02	**0,100**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cint-Ce Ter2	0,021	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,048**	**0,045**	**0,035**	**0,807**	**0,613**	**0,046**	**0,909**	0,02	**0,070**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-1 der	0,019	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,027**	**0,042**	**0,020**	**0,761**	**0,973**	**0,027**	**1,895**	0,02	**0,050**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-2 der	0,122	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,085**	**0,141**	**0,063**	**0,891**	**1,920**	**0,081**	**2,157**	0,02	**0,110**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-T1 a Cdis-2	0,094	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,073**	**0,119**	**0,053**	**0,862**	**1,752**	**0,069**	**2,126**	0,02	**0,100**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



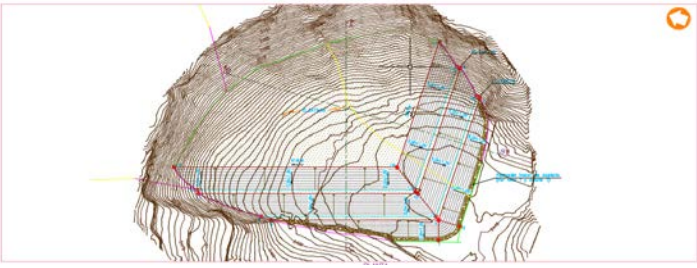
Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Ter-1 iz	0,0273	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,166	0,146	0,04	0,607	0,657	54,930	**0,083**	**0,727**	0,03	**0,197**	0,200	**0,200**	**0,400**
Ter-1 ce	0,01409	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,130	0,112	0,025	0,474	0,557	94,641	**0,065**	**0,698**	0,03	**0,160**	0,200	**0,200**	**0,400**
Ter-1 de1	0,0360	0,0070	0,000	1,000	2,00	0,018	0,173	0,164	0,045	0,633	0,799	98,287	**0,087**	**0,866**	0,03	**0,204**	0,200	**0,200**	**0,400**
Ter-1 de2	0,0353	0,0070	0,000	1,000	2,00	0,018	0,172	0,162	0,044	0,628	0,795	96,426	**0,086**	**0,865**	0,03	**0,202**	0,200	**0,200**	**0,400**
Ter-2 ce	0,0148	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,132	0,115	0,026	0,483	0,564	69,806	**0,066**	**0,700**	0,03	**0,163**	0,200	**0,200**	**0,400**
Ter-2de	0,0171	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,140	0,121	0,029	0,510	0,584	61,751	**0,070**	**0,706**	0,03	**0,170**	0,200	**0,200**	**0,400**

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Z4-9

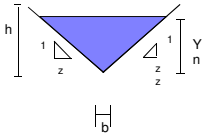
Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Obra K14+628.45								1,616		
Obra K14+803.61								0,312		
Cinte-super Iz		0,42	83,45		8286,447	0	0,0807	0,081		
Cinte-super De		0,42	83,45		7133,306	0	0,0694	0,069		
Cdis-Iz 1		0,42	83,45		2713,63	0	0,0264	0,026		
Cdis-iz 2		0,42	83,45		19785,056	0	0,1926	0,193		
Cdis-der 1		0,42	83,45		6400,745	0	0,0623	0,062		
Cun-Iz Ter1		0,42	83,45		15014,858	0	0,1462	0,146		
Cun-der Ter1		0,42	83,45		9008,458	0	0,0877	0,088		
Cun-Iz Ter2		0,42	83,45		3658,6376	0	0,0356	0,036		
Cun-der Ter2		0,42	83,45		2583,6389	0	0,0252	0,025		

L/s

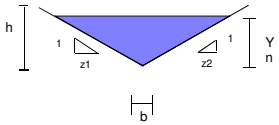


Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Obra K14+628.45	1,616																
Obra K14+803.61	0,312																
Cinte-super Iz	0,393	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,290**	**0,295**	**0,245**	**1,348**	**1,604**	**0,247**	**1,029**	0,02	**0,310**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cinte-super De	0,069	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,099**	**0,098**	**0,074**	**0,922**	**0,934**	**0,093**	**0,977**	0,02	**0,120**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis-Iz 1	2,217	0,0500	0,900	0,500	0,020	**0,436**	**0,738**	**0,487**	**1,874**	**4,553**	**0,365**	**2,407**	0,02	**0,460**	0,500	**0,250**	**0,250**
Cdis-iz 2	2,409	0,0500	0,900	0,500	0,020	**0,458**	**0,775**	**0,517**	**1,925**	**4,657**	**0,381**	**2,409**	0,02	**0,480**	0,500	**0,250**	**0,250**
Cinter Iz 2.1	2,409	0,0200	1,000	0,500	0,020	**0,567**	**0,737**	**0,727**	**2,267**	**3,313**	**0,464**	**1,553**	0,02	**0,590**	0,600	**0,300**	**0,300**
Cdis-der 1	0,245	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,131**	**0,220**	**0,101**	**0,994**	**2,429**	**0,121**	**2,229**	0,02	**0,160**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cinter-der1.1	0,245	0,0100	0,700	0,500	0,020	**0,217**	**0,219**	**0,175**	**1,184**	**1,398**	**0,191**	**1,021**	0,02	**0,240**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Cun-Iz Ter1	0,1462	0,0100	0,000	1,000	2,00	0,018	0,274	0,287	0,11	1,001	1,296	176,230	**0,137**	**1,118**	0,03	**0,305**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun-der Ter1	0,08770	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,258	0,234	0,100	0,941	0,880	112,457	**0,129**	**0,782**	0,03	**0,288**	0,300	**0,300**	**0,600**
Cun-Iz Ter2	0,0356	0,0030	0,000	1,000	2,00	0,018	0,202	0,163	0,061	0,739	0,580	141,000	**0,101**	**0,582**	0,03	**0,233**	0,250	**0,250**	**0,500**
Cun-der Ter2	0,0252	0,0030	0,000	1,000	2,00	0,018	0,178	0,142	0,047	0,648	0,531	109,500	**0,089**	**0,569**	0,03	**0,208**	0,250	**0,250**	**0,500**

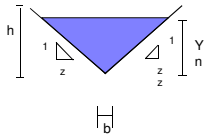
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS R4-1

Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
Obra K2+121.93								1,128		
CunTer0		0,42	96,34		895,000	0	0,0101	0,010		
CunTer1		0,42	96,34		2869,005	0	0,0322	0,032		
CunTer2		0,42	96,34		3732,2108	0	0,0419	0,042		
Cdis - Izq		0,42	96,34		416,0882	0	0,0047	0,005		
Cdis Infe-Izq		0,42	96,34		1147,5583	0	0,0129	0,013		
Cdis Infe-der		0,42	96,34		1569,5327	0	0,0176	0,018		

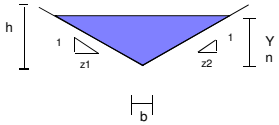
L/s

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
Obra K2+121.93	1,128																
Cdis - Izq	1,132	0,1000	0,700	0,500	0,020	**0,274**	**0,560**	**0,229**	**1,312**	**4,940**	**0,235**	**3,251**	0,02	**0,300**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis - der	0,084	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,068**	**0,111**	**0,050**	**0,852**	**1,687**	**0,065**	**2,112**	0,02	**0,090**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Infe-Izq	1,145	0,1000	0,700	0,500	0,020	**0,276**	**0,564**	**0,231**	**1,317**	**4,956**	**0,237**	**3,252**	0,02	**0,300**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Infe-der	0,102	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,076**	**0,125**	**0,056**	**0,871**	**1,804**	**0,073**	**2,136**	0,02	**0,100**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
CunTer0	0,0101	0,0050	0,000	1,000	2,00	0,018	0,114	0,098	0,02	0,418	0,512	158,000	**0,057**	**0,683**	0,03	**0,145**	0,200	**0,200**	**0,400**
CunTer1	0,0322	0,0600	0,000	1,000	2,00	0,018	0,111	0,157	0,02	0,406	1,739	113,220	**0,056**	**2,355**	0,03	**0,142**	0,200	**0,200**	**0,400**
CunTer2	0,0419	0,0090	0,000	1,000	2,00	0,018	0,175	0,174	0,046	0,639	0,912	163,909	**0,088**	**0,984**	0,03	**0,206**	0,200	**0,200**	**0,400**

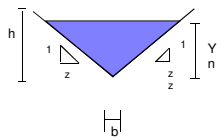
ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS R4-2

Caudal de diseño y Sección óptima

	C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
K8+264,08								0,835		
K8+398,20								0,970		
Cdis Z1 - sup		0,42	96,34		10256,223	0	0,1153	0,115		
Cdis Z1-Inf Z2-Sup		0,42	96,34		3194,452	0	0,0359	0,036		
Cdis Z2 - der		0,42	96,34		5558,159	0	0,0625	0,062		
Cdis Z2 - izq		0,42	96,34		2859,181	0	0,0321	0,032		

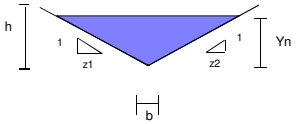
L/s

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
K8+264,08	0,835																
K8+398,20	0,970																
Cdis Z1 - sup	0,115	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,083**	**0,136**	**0,061**	**0,885**	**1,884**	**0,078**	**2,151**	0,02	**0,110**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Z1-Inf Z2-Sup	0,036	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,040**	**0,064**	**0,029**	**0,790**	**1,236**	**0,039**	**1,992**	0,02	**0,070**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Z2 - der	0,098	0,0500	0,700	0,500	0,020	**0,075**	**0,123**	**0,055**	**0,867**	**1,782**	**0,071**	**2,132**	0,02	**0,100**	0,300	**0,150**	**0,150**
Cdis Z2 - izq	1,838	0,2200	0,700	0,500	0,020	**0,289**	**0,745**	**0,244**	**1,347**	**7,517**	**0,247**	**4,828**	0,02	**0,310**	0,300	**0,150**	**0,150**

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



Cunetas de Terrazas																			
Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)

IDF IMUES												
Periodo de retorno (Años)	**Intensidad (mm/h)**											
	Duración (min)											
	15	**20**	**30**	**40**	**50**	**60**	**70**	**80**	**90**	**100**	**110**	**120**
2,33	73,0	60,6	46,6	38,6	33,4	29,7	26,8	24,6	22,8	21,3	20,0	18,9
5	84,5	70,0	53,8	44,6	38,6	34,3	31,0	28,4	26,4	24,6	23,1	21,9
10	96,3	79,9	61,4	50,9	44,0	39,1	35,4	32,5	30,1	28,1	26,4	24,9
20	109,9	91,2	70,0	58,1	50,2	44,6	40,4	37,0	34,3	32,0	30,1	28,4
25	114,7	95,1	73,1	60,6	52,4	46,6	42,1	38,6	35,8	33,4	31,4	29,7
50	130,8	108,5	83,4	69,1	59,8	53,1	48,1	44,1	40,8	38,1	35,8	33,9
100	149,2	123,8	95,1	78,9	68,2	60,6	54,8	50,3	46,6	43,5	40,9	38,6

IDF TANGUA												
Periodo de retorno (Años)	Intensidad (mm/h)											
	Duración (min)											
	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
2,33	63,3	52,5	40,3	33,4	28,9	25,7	23,2	21,3	19,7	18,4	17,3	16,4
5	73,1	60,7	46,6	38,7	33,4	29,7	26,9	24,6	22,8	21,3	20,0	18,9
10	83,4	69,2	53,2	44,1	38,2	33,9	30,7	28,1	26,0	24,3	22,9	21,6
20	95,2	79,0	60,7	50,3	43,5	38,7	35,0	32,1	29,7	27,7	26,1	24,6
25	99,3	82,4	63,3	52,5	45,4	40,3	36,5	33,5	31,0	28,9	27,2	25,7
50	113,3	94,0	72,2	59,9	51,8	46,0	41,6	38,2	35,4	33,0	31,0	29,3
100	129,2	107,2	82,4	68,3	59,1	52,5	47,5	43,5	40,3	37,7	35,4	33,4

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE CUNETAS Terraplen

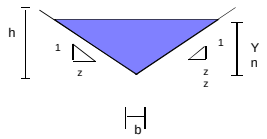
Caudal de diseño y Sección óptima

K1+850,00

C via	C. corte	I Tr 10 (mm/h)	A Vía (m²)	A corte (m²)	Qvía (m³/s)	Qcorte (m³/s)	Q total (m³/s)	Long (m)	Q total (m³/s/m)
	0,42	96,34		1885,2722	0	0,0212	0,021		
	0,42	96,34		2735,0775	0	0,0307	0,031		
	0,42	96,34		2288,3063	0	0,0257	0,026		
	0,42	96,34		1775,9454	0	0,0200	0,020		
	0,42	96,34		956,2232	0	0,0107	0,011		
	0,42	96,34		14465,4459	0	0,1626	0,163	191,82	0,00085
	0,42	96,34		1579,8548	0	0,0178	0,018		

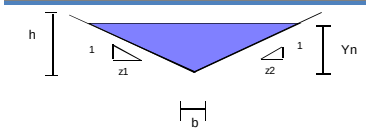
L/s

Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes iguales



Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 = Z2 1V : ZH	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
C1																	

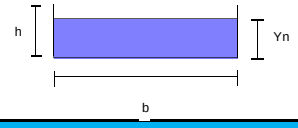
Diseño de Cuneta Trapezoidal taludes diferentes



Cunetas de Terrazas

Cuneta	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z1 1V : Z1H	Z2 1V : Z2H	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	V (m/s)	L (m)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	a (m)	c (m)
C-Ter1	**0,0212**	0,1000	0,000	1,000	2,00	0,014	0,079	0,133	0,009	0,287	2,290		**0,039**	**3,689**	0,03	**0,109**	0,200	**0,200**	**0,400**
	0,0307	**0,116**	0,000	1,000	2,00	0,014	0,088	0,154	0,012	0,321	2,657		**0,044**	**4,048**	0,03	**0,118**	0,200	**0,200**	**0,400**
	0,0257	**0,13**	0,000	1,000	2,00	0,014	0,080	0,143	0,010	0,294	2,652		**0,040**	**4,223**	0,03	**0,111**	0,200	**0,200**	**0,400**
	0,0200	**0,15**	0,000	1,000	2,00	0,014	0,071	0,130	0,008	0,260	2,626		**0,036**	**4,445**	0,03	**0,102**	0,200	**0,200**	**0,400**
	0,0107	**0,005**	0,000	1,000	2,00	0,014	0,107	0,101	0,017	0,390	0,628		**0,053**	**0,868**	0,03	**0,137**	0,200	**0,200**	**0,400**

Diseño de Cuneta Tipo Rectangular



CANAL INTERCEPTOR / DISIPADOR

Canal	Caudal (m³/s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	n -	Yn (m)	Yc (m)	Área (m²)	Perím. (m)	Veloc. (m/s)	D (m)	Fr -	Borde Libre (m)	H (m)	H adoptado (m)	B (m)	H (m)	L (m)	ΔH
K8+264,08	0,11	0,500	1,500	0,014	**0,020**	**0,081**	**0,030**	**1,540**	**3,639**	**0,020**	**8,246**	-1,97	**-1,960**	-1,750	0,37	0,22	230,58	115,29
	0,163	0,383	0,500	0,014	**0,057**	**0,221**	**0,028**	**0,614**	**5,708**	**0,057**	**7,635**	-0,97	**-0,920**	-0,750	0,44	0,26	231,58	88,70
	0,079	0,180	0,500	0,014	**0,046**	**0,137**	**0,023**	**0,591**	**3,465**	**0,046**	**5,173**	0,03	**0,080**	0,250	0,33	0,20	232,58	41,87

PLANOS

CONCESIONARIA VIAL
UNIÓN DEL SUR

VIGILADO SUPERTRANSPORTE

GA- 014 -17

San Juan de Pasto, 08 de Febrero del 2017

EMPOPASTO SA ESP
2017-02-09 08:19-GUILLERMO.QUINTERO
Destino: GERENCIA
Rem/Des : CONCESIONARIA VIAL UNI
Asunto: SOLICITUD DE CERTIFICADO
2017-501-001211-2

Doctor
OSCAR PARRA ERAZO
Gerente
EMPOPASTO S.A E.S.P.
Cr 24 # 21-40
La Ciudad

Referencia: **Contrato No. 001 de 2015. Consultoría para la Elaboración de Diseño para la ejecución de los estudios de trazado y Diseño Geométrico y Estudio de Detalles de las intervenciones y otras Actividades Preconstructivas.**

Asunto: **Solicitud de certificado para la recepción de vertimientos domésticos generados en el proyecto de construcción vial Rumichaca-Pasto**

Respetado Ingeniero,

En el marco del proyecto vial Rumichaca - Pasto, se contempla la contratación del servicio de recolección, trasporte, disposición final de los vertimientos domésticos generados en el proyecto de construcción vial. Por lo cual, la Concesionaria Vial Unión del Sur-CVUS, se encuentra adelantando con los posibles proveedores del servicio, el proceso de verificación de los permisos ambientales necesarios para el manejo de los vertimientos. Acorde con lo anterior, se solicita la certificación por parte de la empresa EMPOPASTO S.A E.S.P, en donde manifieste que cumple con los requerimientos legales y ambientales para la recepción y manejo de los vertimientos domésticos, adjuntando los soportes que lo acrediten.

Agradezco de antemano su amable atención y colaboración.

Cordialmente,

Ana Maria Villota C.
ANA MARÍA VILLOTA CAICEDO.
Profesional Ambiental CVUS
Concesionaria Vial Unión del Sur S.A.S.

CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR SAS
NIT: 900.880.846-3

Elaboró// CSH

CC: Ing Francisco Orduz – Gerente de Proyecto, ANI
CC: Ing. Diego Benavides Jurado – Director Interventoría

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO PARA EL MANEJO DE VERTIMIENTOS (PGRMV) PROVENIENTES DE LOS CAMPAMENTOS CEBADAL Y TANGUA SOBRE LA QUEBRADA LA MAGDALENA – PROYECTO VIAL PASTO – RUMICHACA

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 1
ÍNDICE DE CUADROS 4
ÍNDICE DE FIGURAS 5
LISTADO DE ANEXOS 6
1. GENERALIDADES 7
1.1 INTRODUCCIÓN 7
1.2 OBJETIVOS 8
1.2.1 Objetivo general 8
1.2.2 Objetivos específicos 8
1.3 ANTECEDENTES 9
1.4 ALCANCES 13
1.5 METODOLOGÍA 13
2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO 14
2.1 LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO 15
2.2 COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO 17
3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 30
3.1 ÁREA DE INFLUENCIA 30
3.2 MEDIO ABIÓTICO 33
3.2.1 Del Medio al Sistema 33
3.2.1.1 Geología 33
3.2.1.2 Geomorfología 33
3.2.1.3 Hidrología 33
3.2.1.4 Geotecnia 33
3.2.2 Del Sistema al Medio 33
3.2.2.1 Suelos, cobertura y usos del suelo 33
3.2.2.2 Calidad del agua 33
3.2.2.3 Usos del agua 34

3.2.2.4 Hidrogeología ... 34
3.3 MEDIO BIÓTICO ... 34
3.3.1 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS ... 34
3.3.2 ECOSISTEMAS TERRESTRES ... 34
3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO ... 34
4. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO ... 36
4.1.1 Evaluación de las consecuencias ... 36
4.1.2 Evaluación de la probabilidad ... 39
4.1.3 Evaluación de la vulnerabilidad ... 40
4.1.4 Valoración del riesgo ... 41
4.2 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE AMENAZAS ... 41
4.2.1 Amenazas Naturales del Área de Influencia ... 42
4.2.2 Amenazas Operativas o Amenazas Asociadas a la Operación del Sistema de Gestión del Vertimiento ... 45
4.2.3 Amenazas por Condiciones Socio-Culturales y de Orden Público ... 47
4.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ... 47
4.4 CONSOLIDACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO ... 48
5. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO ... 53
5.1 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS SÍSMICOS ... 53
5.2 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL FALLO DE COMPONENTES MECÁNICOS DE LA PLANTA ... 54
5.3 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL FALLO EN LOS SISTEMAS Y REDES DE CONDUCCIÓN DEL AGUA RESIDUAL ... 56
5.4 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL CONTACTO CON AGENTES EXTERNOS BIOLÓGICAMENTE PELIGROSOS ... 57
5.5 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL ROBO Y/O DAÑO DE EQUIPOS Y SABOTAJE DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ... 59
6. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE ... 60
6.1 PREPARACIÓN PARA LA RESPUESTA ... 60
6.1.1 PLAN ESTRATÉGICO ... 60
6.1.1.1 Estructura organizacional ... 60
6.1.1.2 Funciones de los participantes del PGRMV ... 61
6.1.1.3 Conformación de la brigada de respuesta ... 62
6.1.1.4 Comunicaciones ... 63
6.1.1.5 Cronograma de capacitaciones ... 63

6.1.1.6 Cronograma de simulacros 63
6.1.2 PLAN OPERATIVO 64
6.1.2.1 Acciones de activación y notificación 64
6.1.2.2 Definición de los niveles de emergencia 64
6.1.2.3 Procedimientos operativos de respuesta 65
6.1.2.4 Definición de SGV temporales 70
6.1.2.5 Informe a la autoridad ambiental 72
6.1.3 PLAN INFORMÁTICO 72
6.1.3.1 Información sobre elementos de respuesta 72
6.1.3.2 Información sobre empresas de apoyo 72
6.2 PREPARACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN POST-DESASTRE 73
6.3 EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA Y LA RESPECTIVA RECUPERACIÓN 74
7. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN 75
8. DIVULGACIÓN DEL PLAN 76
9. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN 76
10. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN 76
11. BIBLIOGRAFÍA 77
12. ANEXOS Y PLANOS 78

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1 Profesionales involucrados en la elaboración del PGRMV 8
Cuadro 1.2 Contexto espacial hidrológico del proyecto..... 9
Cuadro 1.3 Coberturas y usos del suelo 9
Cuadro 1.4 Descripción de los principales riesgos y amenazas 11
Cuadro 2.1 Contexto general de la gestión de vertimientos 14
Cuadro 2.2 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Cebadal..... 16
Cuadro 2.3 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Tangua 17
Cuadro 2.4 Esquemas para el manejo de vertimientos 18
Cuadro 2.5 Características generales de los vertimientos 25
Cuadro 2.6 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales..... 25
Cuadro 2.7 Descripción de las tuberías del SGV 26
Cuadro 3.1 Aspectos valorados para la delimitación del AI..... 30
Cuadro 3.2 Características del conflicto armado en Tangua 34
Cuadro 4.1 Daños a personas 37
Cuadro 4.2 Consecuencias económicas..... 37
Cuadro 4.3 Efectos en el medio ambiente 37
Cuadro 4.4 Afectaciones al cliente..... 39
Cuadro 4.5 Impacto en la imagen de la empresa..... 39
Cuadro 4.6 Clasificación de la probabilidad 40
Cuadro 4.7 Evaluación de la vulnerabilidad 40
Cuadro 4.8 Evaluación de la severidad..... 40
Cuadro 4.9 Matriz de valoración de riesgos (RAM)..... 41
Cuadro 4.10 Clasificación del nivel de riesgo..... 41
Cuadro 4.11 Identificación y clasificación de amenazas 42
Cuadro 4.12 Matriz de valoración de la vulnerabilidad 48
Cuadro 4.13 Evaluación de riesgos del SGV – Metodología RAM 49
Cuadro 4.14 Síntesis de las valoraciones globales del riesgo..... 52
Cuadro 5.1 Proceso de reducción del riesgo – Movimientos sísmicos 53
Cuadro 5.2 Proceso de reducción del riesgo – Fallo de componentes mecánicos 54
Cuadro 5.3 Proceso de reducción del riesgo – Fallo en los sistemas de conducción..... 56
Cuadro 5.4 Proceso de reducción del riesgo – Contacto con agentes peligrosos 57
Cuadro 5.5 Proceso de reducción del riesgo – Robo, daño y sabotaje de la operación ... 59
Cuadro 6.1 Funciones del personal asociado al PGRMV..... 61
Cuadro 6.2 Cronograma anual de capacitaciones 63
Cuadro 6.3 Cronograma anual de simulacros..... 64
Cuadro 6.4 Niveles de emergencia según la capacidad de atención 64
Cuadro 6.5 Elementos requeridos para la respuesta a emergencias 72
Cuadro 6.6 Organismos externos de apoyo..... 73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Mapas de coberturas del suelo – Campamentos Cebadal y Tangua 10
Figura 1.2 Zonificación ambiental de los campamentos 12
Figura 2.1 Localización general de los campamentos Cebadal y Tangua 15
Figura 2.2 Localización del SGV – Campamento Cebadal 16
Figura 2.3 Localización del SGV – Campamento Tangua 17
Figura 2.4 Recorrido desde el campamento Tangua hasta el punto de descarga 19
Figura 2.5 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.1 20
Figura 2.6 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.2 21
Figura 2.7 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.3 22
Figura 2.8 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.1 23
Figura 2.9 Campo de infiltración subsuperficial 24
Figura 2.10 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.2 25
Figura 2.11 Diagrama de flujo – Operación del SGV 27
Figura 2.12 Diagrama de flujo – Mantenimiento del SGV 28
Figura 2.13 Diagrama de flujo – Clausura del SGV 29
Figura 3.1 Elementos del área de influencia – Campamento Cebadal 31
Figura 3.2 Elementos del área de influencia – Campamento Tangua 32
Figura 3.3 Mapa de Tipología de los municipios de Colombia según el conflicto armado interno 35
Figura 4.1 Área de influencia por caída de piroclastos transportados por acción de los vientos 44
Figura 6.1 Estructura organizacional del Comité de Emergencias del PGRMV 61
Figura 6.2 Estructura organizacional de la Brigada de Respuesta a Emergencias 62
Figura 6.3 Diagrama de respuesta ante sismos 66
Figura 6.4 Diagrama de respuesta ante el fallo de los componentes mecánicos de la planta 67
Figura 6.5 Diagrama de respuesta en caso de fallo en los sistemas de conducción de agua residual 68
Figura 6.6 Diagrama de respuesta en caso de afectación a la salud por contacto con elementos biológicamente peligrosos 69
Figura 6.7 Diagrama de respuesta en caso de robo de equipos electromecánicos 70
Figura 6.8 Diagrama para la Gestión temporal del vertimiento 71
Figura 6.9 Diagrama de recuperación post-desastre 74

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 Glosario de Términos..... 78
Anexo 2 Hojas de vida de los profesionales que formularon el PGRMV 79

1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos (PGRMV) constituye una herramienta de vital importancia para la identificación y caracterización de las principales amenazas asociadas a la generación, depuración, conducción y disposición final de las Aguas Residuales Domésticas (ARD) y/o Aguas Residuales no Domésticas (ARnD) que se producen a partir del desarrollo de las actividades económicas.

Además, de acuerdo con los artículos 2.2.3.3.5.2 y 2.2.3.3.5.4 del Decreto 1076 de 2015 *"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"* sobre los requisitos del permiso de vertimientos y el PGRMV, es necesario presentar dicho documento y sus respectivos anexos cuando se generen descargas a un cuerpo de agua superficial o al suelo, detallando las condiciones que limiten el tratamiento, el análisis de riesgos, las medidas preventivas y los protocolos de emergencia y contingencia, entre otros.

En este caso se elaboró el PGRMV para las descargas de aguas residuales tratadas provenientes de los campamentos Cebadal y Tangua, cada uno de ellos con una población máxima estimada de 150 habitantes, ambos localizados en el municipio de Tangua del departamento de Nariño y que hacen parte de las instalaciones asociadas a la ejecución del proyecto vial Pasto – Rumichaca de la Concesionaria Vial Unión del Sur, teniendo en cuenta aspectos como la descripción de los componentes y el funcionamiento del Sistema de Gestión del Vertimiento (SGV), la determinación del área de influencia del proyecto, la definición de las características de los medios biótico y abiótico y el análisis de riesgos.

También se llevó a cabo el establecimiento de los diagramas de flujo que especifican las actividades a adelantar en caso de presentarse cualquier tipo de emergencia de carácter ambiental tanto de tipo natural como antrópica, como por ejemplo, la ocurrencia de un sismo, deslizamiento, inundación o la presencia de fallas mecánicas, cierre temporal del SGV, robo de mecanismos y equipos, sobreproducción de lodos residuales, etc. Se determinaron además las medidas y estrategias necesarias para el seguimiento y evaluación de la efectividad del PGRMV, su divulgación entre los actores involucrados y la actualización del contenido del mismo.

Cabe mencionar que todas las actividades desarrolladas para la consolidación del PGRMV, desarrolladas en el mes de junio de 2017, se enmarcaron dentro de lo establecido en los Términos de Referencia (versión agosto de 2012), adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 1514 de 2012.

En cuanto a los profesionales que intervinieron en la conformación del documento técnico, en el Cuadro 1.1 se presentan los temas desarrollados y los perfiles específicos de cada uno de ellos

Por otra parte, los términos utilizados a lo largo del documento se encuentran definidos mediante un glosario (ver Anexo 1).

Cuadro 1.1 Profesionales involucrados en la elaboración del PGRMV

PROFESIONAL	PROFESIÓN	TEMA DESARROLLADO	EXPERIENCIA GENERAL
Gustavo Adolfo Burbano Sefair	Ingeniero Ambiental Especialista en Gestión Integrada QHSE Auditor Interno	Coordinación de los procesos de conocimiento y reducción del riesgo, manejo del desastre, seguimiento y evaluación, divulgación y actualización.	10 años en estudios de impacto ambiental, planes de manejo ambiental con experiencia específica en Planes de Gestión del Riesgo para los municipios de Castilla La Nueva y El Castillo en el departamento del Meta, y otros planes de empresas del sector privado.
Jairo Alberto Arias Cabezas	Ingeniero Ambiental	Introducción, antecedentes, alcances, metodología, descripción de actividades y procesos asociados al SGV	1 año de experiencia en estudios ambientales.

Fuente: El Consultor, 2017

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

- Propender por la seguridad técnica y operacional del Sistema de Gestión del Vertimiento, para evitar la afectación de las condiciones ambientales y sociales del área de influencia, ante la ocurrencia de una descarga en condiciones que impidan o limiten el cumplimiento de la norma de vertimientos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar, evaluar y priorizar los riesgos del Sistema de Gestión del Vertimiento hacia el medio y del medio hacia el Sistema, que generen situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento y las condiciones técnicas de la descarga, ocasionadas por fallas de funcionamiento del sistema o por condiciones del medio.

- Definir e implementar acciones de prevención y reducción de los riesgos identificados que puedan afectar las condiciones ambientales y socioeconómicas del área de influencia del Sistema de Gestión del Vertimiento.

- Definir acciones y procedimientos en el proceso de Manejo de Desastre para las posibles contingencias identificadas y evaluadas, con base en la priorización de riesgos.

- Definir lineamientos de recuperación de las zonas afectadas por contingencias, generadas por la ocurrencia de una situación límite que impida el tratamiento del vertimiento en condiciones técnicas de descarga, ocasionadas por fallas en el funcionamiento del sistema o por condiciones del medio

1.3 ANTECEDENTES

Para la determinación de los usos del suelo, la presencia de amenazas y la zonificación ambiental de la zona en donde se localizará el Sistema de Gestión del Vertimiento (SGV) es importante especificar la ubicación geográfica de los campamentos denominados Tangua y Cebadal con base en la unidad básica de ordenamiento territorial, la cuenca hidrográfica. En el Cuadro 1.2 se presenta una breve relación de dicha información espacial:

Cuadro 1.2 Contexto espacial hidrológico del proyecto

CAMPAMENTO	SUBCUENCA HIDROGRÁFICA	SECCIÓN	MICROCUENCA
Cebadal	Río Bobo	Media	Qda. La Magdalena
Tangua		Baja	

Fuente: Adaptado de CORPONARIÑO. Plan de Ordenamiento del Recurso Hídrico – Río Bobo. Pág. 49-53. 2013

Según el Plan de Desarrollo Municipal de Tangua *"Con razón y Corazón Únete por la Dignidad de Tangua 2016-2019"* en el municipio se presentan algunas relaciones entre las unidades de cobertura, uso y las unidades de clima y formas de relieve, así el paisaje de páramo conformado por crestas, morrenas y valles fluvioglaciares está dominado por vegetación de pajonales, turberas y arbustales propios de estas formas.

En el clima frío húmedo, dominan los bosques mientras en las laderas de drenaje excesivo y baja capacidad de retención de humedad dominan los pastos. En la parte media de clima frío seco de relieve ondulado, predominan los cultivos especialmente de cereales y hacia la parte baja con relieve de resaltos (coluvios) y clima medio predomina los cultivos de frijol. A manera de resumen, en el Cuadro 1.3 se mencionan las principales coberturas y usos de la tierra:

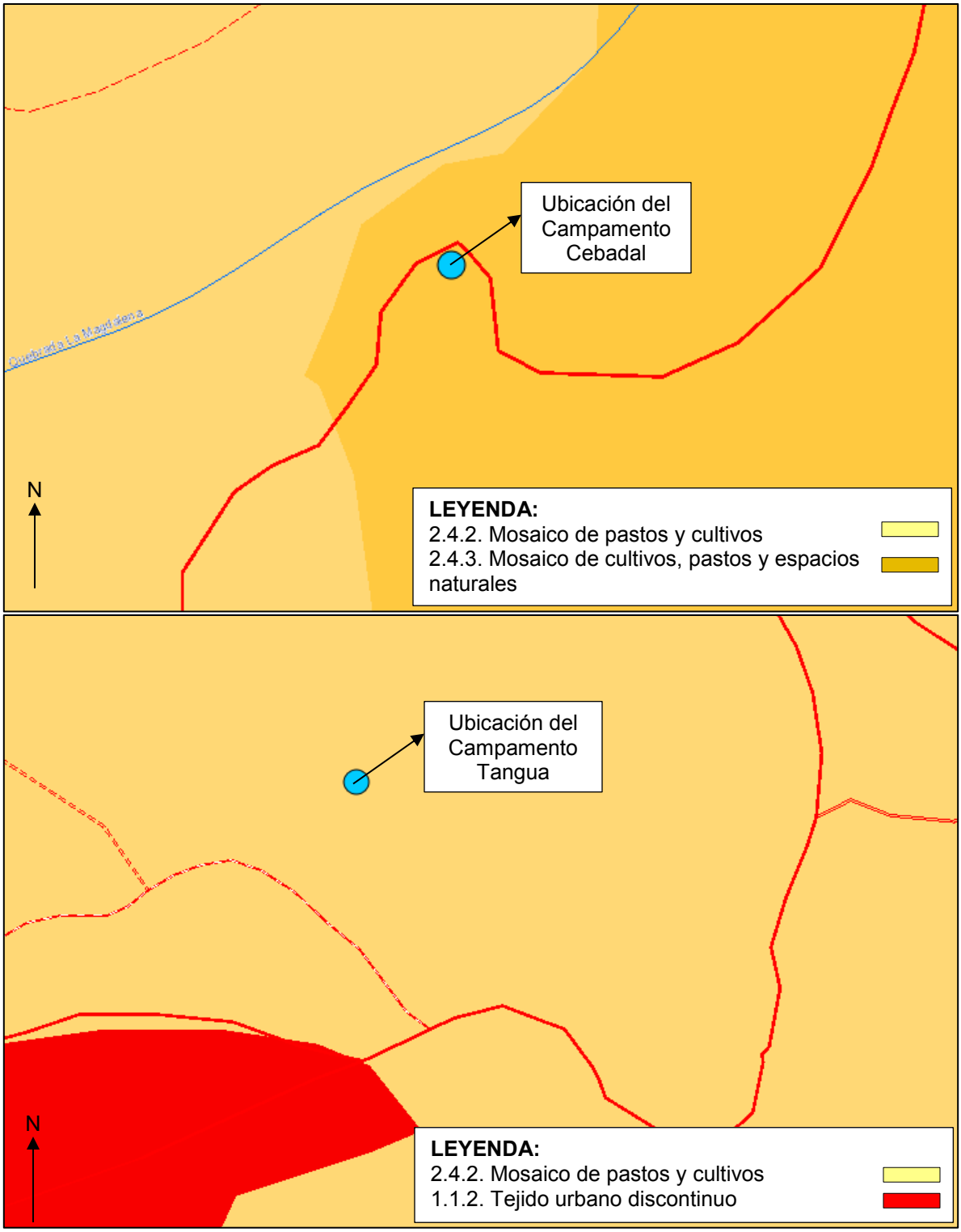
Cuadro 1.3 Coberturas y usos del suelo

COBERTURAS DEL SUELO	USOS DEL SUELO
• Bosques • Arbustos • Vegetación de páramo • Pastizales • Cultivos y sus asociaciones • Cobertura degradada (tierras erosionadas y afloramientos rocosos) • Cobertura hídrica • Cobertura construida	• Protección – producción • Protección – conservación, • Pastoreo extensivo y semi–intensivo • Agricultura tradicional

Fuente: Adaptado de ALCALDÍA MUNICIPAL DE TANGUA. Plan de Desarrollo 2016-2019. Unidades de Cobertura y uso del suelo. Pág 153, 154. 2016

Adicionalmente, mediante la Figura 1.1 fue posible identificar mediante información cartográfica las coberturas del suelo para las áreas de influencia de cada campamento.

Figura 1.1 Mapas de coberturas del suelo – Campamentos Cebadal y Tangua



Fuente: SIAC. Visor geográfico. Información Nacional. Biodiversidad (Mapas Cobertura Tierra). Coberturas de la tierra 2010.2012. [En línea] Consultado el 12/06/2017 en <http://sig.anla.gov.co:8083/> (16:49)

Mediante la figura anterior fue posible verificar que el campamento Cebadal se encuentra sobre la cobertura de suelo de mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, mientras que el campamento Tangua yace sobre la cobertura de mosaicos de pastos y cultivos, lo cual indica la presencia de coberturas vegetales y actividades agrícolas en el área de influencia.

Ahora bien, con respecto a la presencia de amenazas naturales en el territorio es preciso mencionar que en el municipio de Tangua durante la época de invierno suceden deslizamientos, debido principalmente a la configuración del relieve (quebrado y montañoso), además, en la zona norte donde se localizan las veredas de El Tambor, La Marqueza Alto y la Palizada, se presenta la exposición a las emisiones de ceniza, lava y caída de rocas provenientes del Volcán Galeras (CMGRD, 2012). En el Cuadro 1.4 se encuentra una matriz con la identificación de las principales amenazas presentes en el territorio municipal:

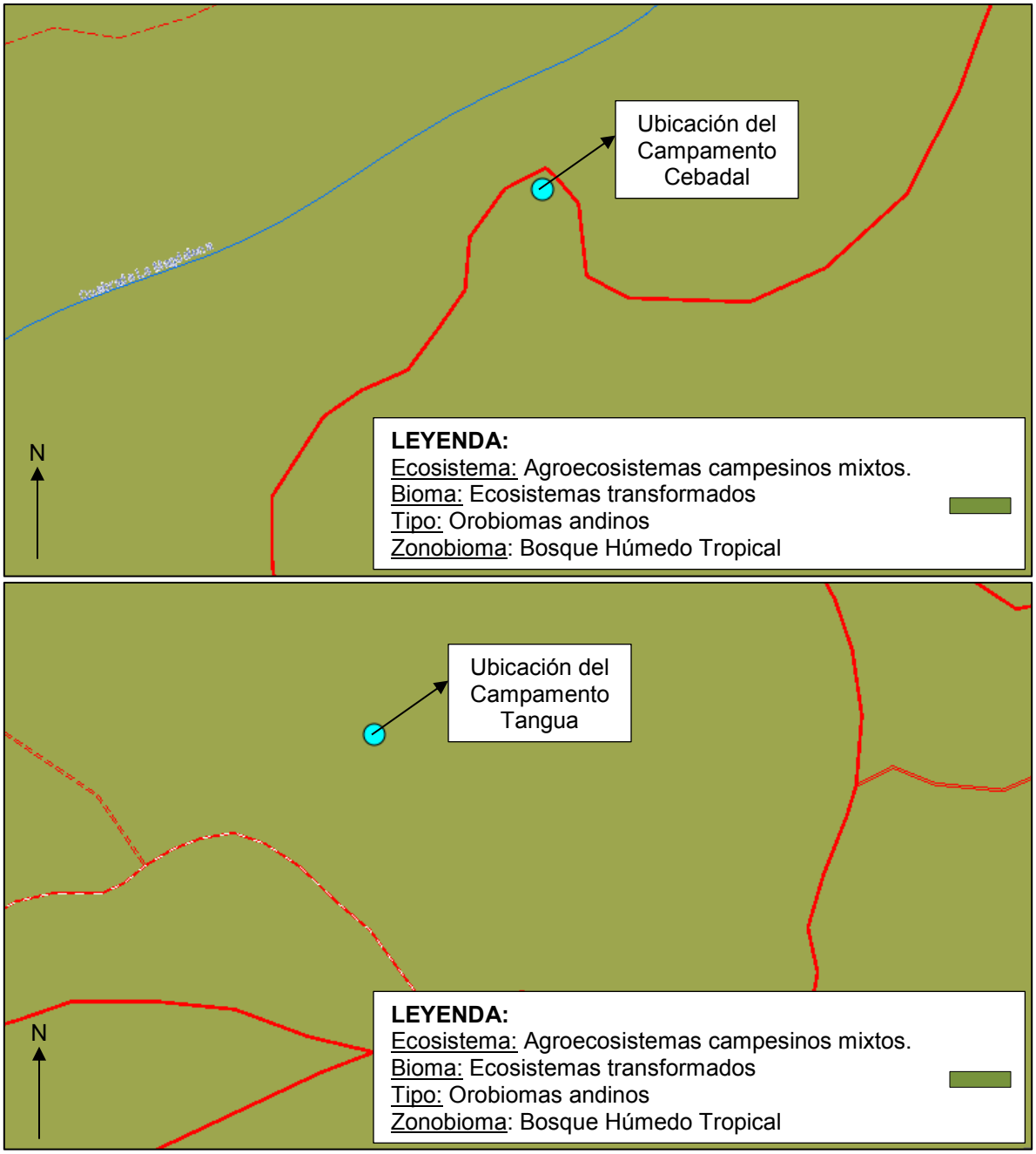
Cuadro 1.4 Descripción de los principales riesgos y amenazas

ORIGEN	FENÓMENO	RIESGO	DESCRIPCIÓN
Natural	Hidrometeorológico	Desbordamiento / Inundación	Influencia del Río Bobo y la represa de generación de energía hidroeléctrica
	Geológico	Movimientos en masa	Pueden presentarse caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos, fenómenos de remoción en masa, flujos de detritos de lodos o de tierra en zonas de alta pendiente e inestabilidad física.
		Sismos	El municipio hace parte del de la estructura del volcán Galeras y a su vez del cinturón de fuego del pacifico, lo cual indica que existe la posibilidad de ocurrencia de movimientos telúricos.
Antropogénico	Tecnológico	Derrames, fugas, explosiones, sobrecargas, colapsos, incendios	De acuerdo con el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD) no se han identificado amenazas latentes para este tipo de riesgos. Sin embargo, en el numeral 4.1.2 se abordaron las amenazas operativas derivadas del SGV.

Fuente: CMGRD. Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres. Pág 12-17. 2012

Continuando con la conformación de los antecedentes del presente PGRMV, en la Figura 1.2 se presenta la zonificación ambiental de los campamentos Cebadal y Tangua, correspondientes a los ecosistemas de

Figura 1.2 Zonificación ambiental de los campamentos



Fuente: SIAC. Visor geográfico. Información Nacional. Biodiversidad (Mapas de Ecosistemas). Ecosistemas Generales de Colombia. [En línea] Consultado el 13/06/2017 en <http://sig.anla.gov.co:8083/> (17:12)

1.4 ALCANCES

Las actividades contempladas durante el desarrollo del presente PGRMV estuvieron relacionadas con la identificación, análisis y priorización de los riesgos derivados de la operación y funcionamiento del SGV y su posible influencia sobre las condiciones ambientales del área de influencia, correspondiente a los dos (2) campamentos de obra del proyecto vial Pasto – Rumichaca de la Concesionaria Vial Unión del Sur denominados Cebadal y Tangua.

Con el fin de establecer las medidas de control, manejo y recuperación de los eventos desafortunados que puedan llegar a suceder, fue necesario definir el área de influencia de cada uno de los campamentos, cuya delimitación se construyó a partir del análisis espacial de los elementos expuestos de cada SGV, la localización de la actividad, las líneas de conducción de los vertimientos hasta la corriente receptora (Qda. La Magdalena) y el tramo sobre ésta última que indica la longitud de mezcla y capacidad asimilativa de los contaminantes de acuerdo con los resultados de la modelación de calidad del agua.

Para que los procesos de conocimiento y reducción del riesgo, los procesos de manejo del desastre (preparación y ejecución de la respuesta) estuviesen alineados con la realidad del proyecto se realizó una descripción detallada del sistema de tratamiento propuesto para la depuración de las aguas residuales, incluyendo entre otras cosas, la caracterización de las unidades de tratamiento y del vertimiento, estructuras hidráulicas, puntos de descarga, diagramas de operación, mantenimiento y cierre y las sustancias e insumos utilizados.

Es importante señalar que todos los riesgos operativos están asociados a la gestión de los vertimientos de ARD y ARnD que se generan en los campamentos Cebadal y Tangua, razón por la cual una emergencia relacionada con derrames de sustancias como hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas requerirán de la formulación de un Plan de Contingencia, según lo establecido en el artículo 2.2.6.1.3.1 del Decreto 1076 de 2015 y en el Decreto 321 de 1999 *“Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas”*.

1.5 METODOLOGÍA

De acuerdo con los Términos de Referencia para la Elaboración del PGRMV establecidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 1514 del 31 de agosto de 2012, se plantea una metodología que comprende los siguientes tres (3) procesos específicos:

- Conocimiento del riesgo – Reducción del riesgo – Manejo del desastre

Para el análisis de riesgo se utiliza la metodología RAM - *Risk Assessment Matrix*, o matriz de valoración de riesgos, que consiste en la evaluación de las consecuencias y las probabilidades de que se presente un evento amenazante. Dicha metodología es presentada en detalle más adelante en el numeral 0. A través de dicho instrumento metodológico, se obtiene una matriz de riesgos considerando cinco (5) niveles:

- Nulo – Bajo – Medio – Alto – Muy alto.

2. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES Y PROCESOS ASOCIADOS AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

A manera de contextualización en el Cuadro 2.1 se presenta el esquema general de la generación, tratamiento y disposición final de los vertimientos de ARD y ARnD de los campamentos Cebadal y Tangua.

Cuadro 2.1 Contexto general de la gestión de vertimientos

ORIGEN	TIPO DE AGUA RESIDUAL	CAUDAL	SISTEMA DE TRATAMIENTO	DISPOSICIÓN FINAL
-	-	l/s	-	-
Proyecto vial	ARD	0,21	Recolección en unidades sanitarias portátiles y disposición final mediante un gestor externo autorizado	Camión vactor
Campamento Tangua	ARD	0,21	Trampa de grasas	Qda. La Magdalena
			Pozo séptico	
			Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)	
			Tanque de almacenamiento 1	
			Tanque de almacenamiento 2	
	ARnD	0,60	Trampa de grasas	Campo de infiltración
			Desarenadores	
			Piscina sedimentadora	
Campamento Cebadal	ARD	0,21	Trampa de grasas	Qda. La Magdalena
			Pozo séptico	
			Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)	
	ARnD	0,60	Trampa de grasas	Campo de infiltración
			Desarenadores	
			Piscina sedimentadora	

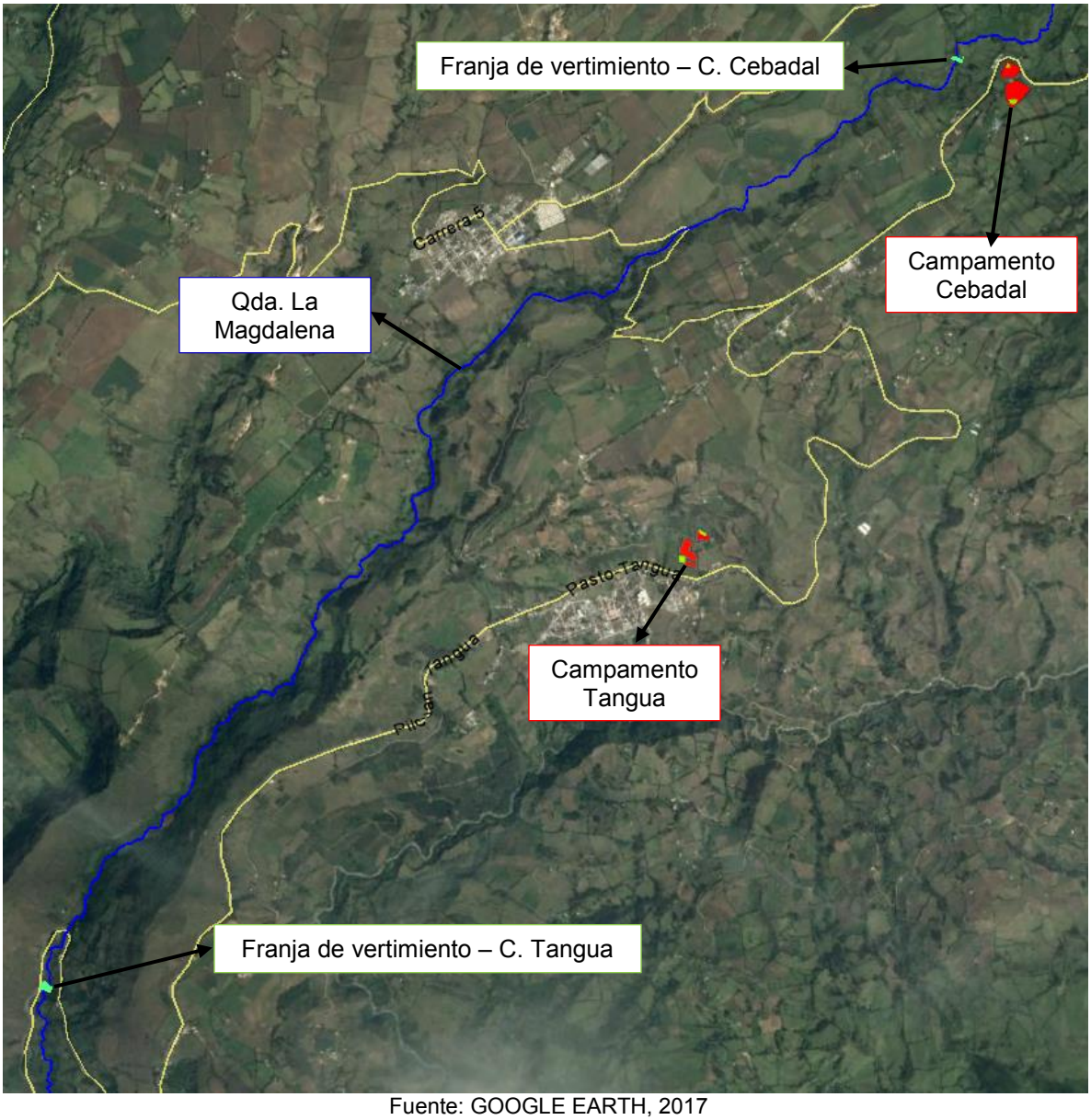
Fuente: GÉMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S. Estudio de impacto ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5, Contrato de concesión bajo el esquema APP No. 15 de 2015. Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales. Pág. 42-59. 2017

Nótese que el esquema general para las ARD del campamento Tangua presenta dos (2) estructuras adicionales en comparación con el otro campamento, esto debido a que, como se observará en la siguiente sección, el punto de vertimiento está localizado a una distancia aproximada de 8.402 m, lo cual hace que se requiera recolectar el efluente tratado en un tanque para posteriormente recolectarlo y transportarlo hasta un segundo tanque cercano a la corriente receptora que permita realizar la descarga de forma continua y controlada de acuerdo con los criterios que autorice la autoridad ambiental.

2.1 LOCALIZACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

El SGV propuesto para el tratamiento de las ARD y ARnD se ubicará en el municipio de Tangua del departamento de Nariño. En la Figura 2.1 se presenta una imagen satelital con la identificación de los campamentos Cebadal y Tangua y la Qda. La Magdalena, además de la ubicación de los puntos de descarga sobre esta última.

Figura 2.1 Localización general de los campamentos Cebadal y Tangua



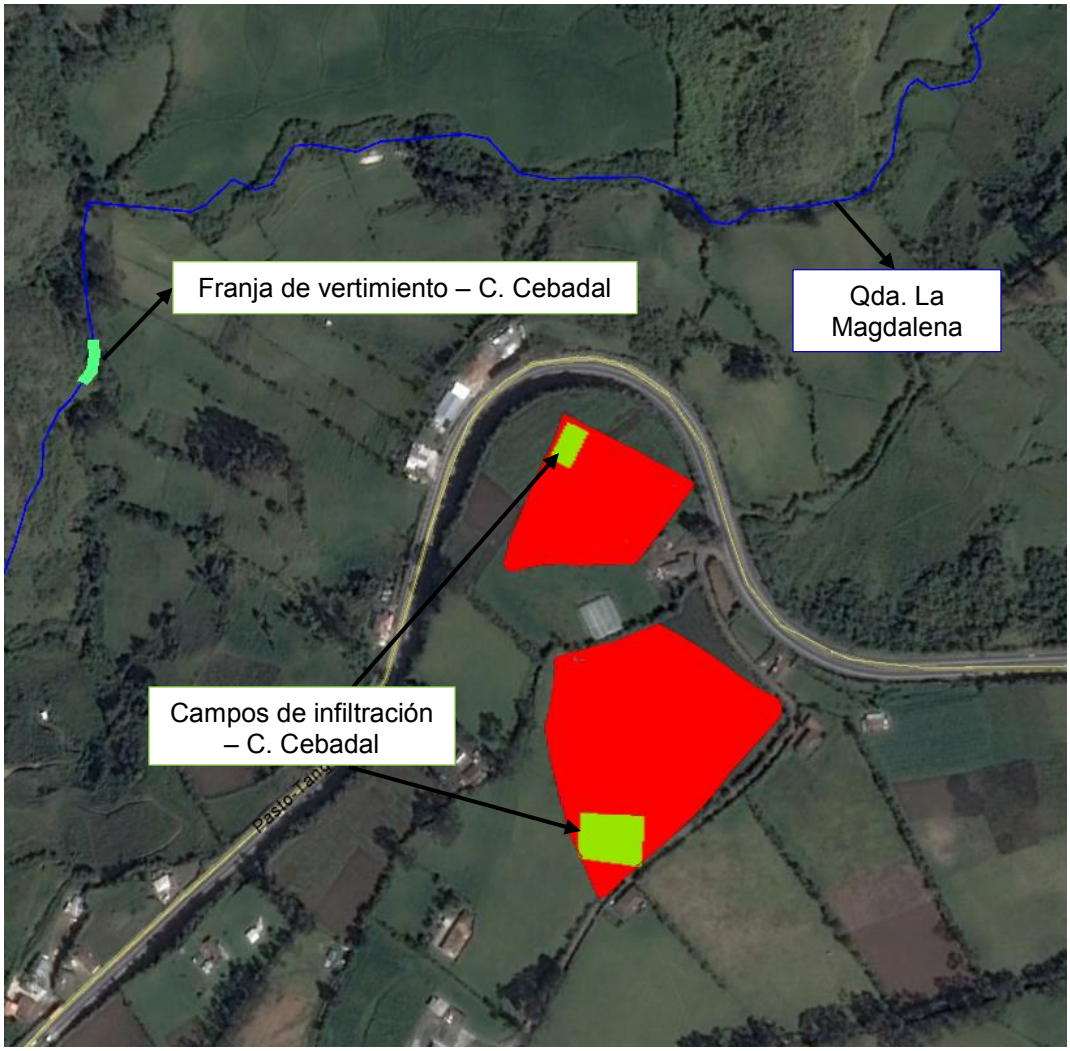
Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

En la Figura 2.2 se presenta una vista más detallada del campamento Cebadal y en la Figura 2.3 la del campamento Tangua, mientras que en los cuadros Cuadro 2.2 y Cuadro 2.3 se encuentran las coordenadas MAGNA-SIRGAS de la georreferenciación de los

puntos de descarga, teniendo en cuenta que se han definido los vertimientos sobre la Qda. La Magdalena a lo largo de una franja de 30 a 50 metros de longitud.

Por otra parte, las coordenadas de los vértices de los polígonos que delimitan el área de ambos campamentos, y aquellos correspondientes a los campos de infiltración, hacen parte de la GDB (*Geo-Data Base*) del EIA.

Figura 2.2 Localización del SGV – Campamento Cebadal

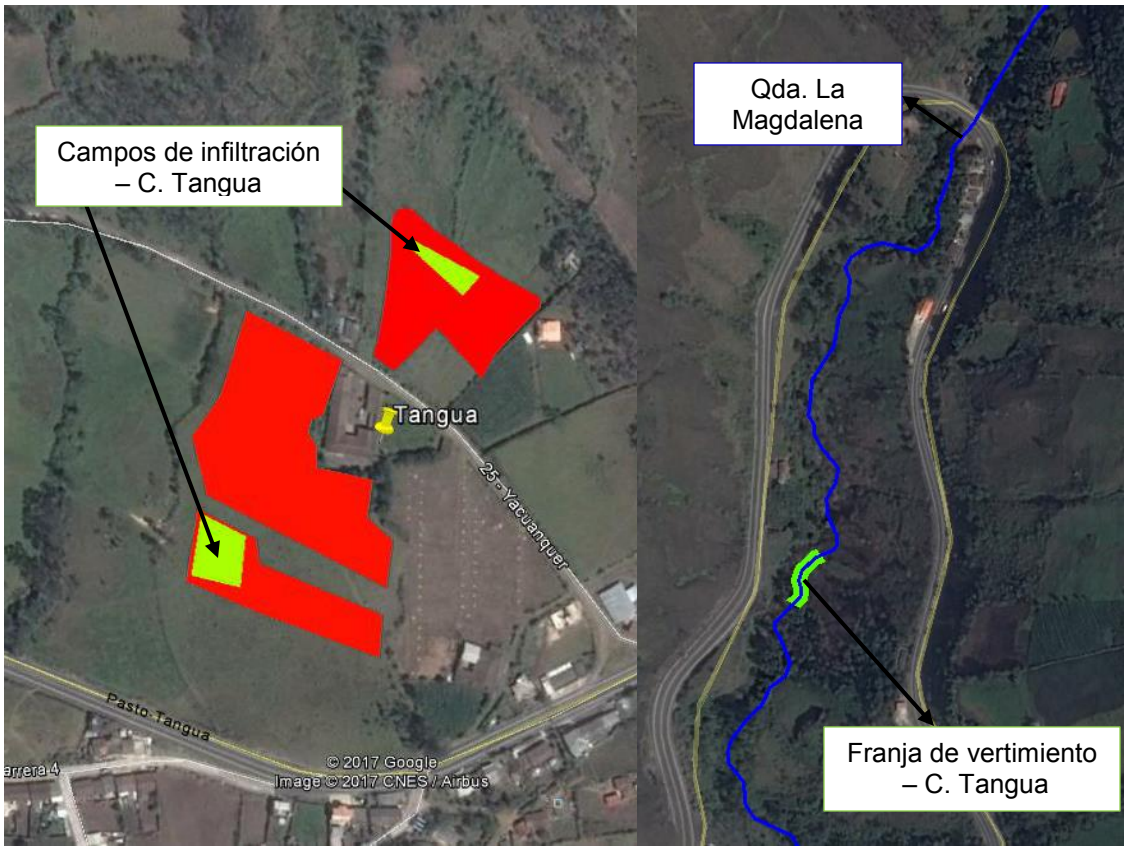


Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Cuadro 2.2 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Cebadal

	COORDENAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE			
	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
ELEMENTO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Franja de vertimiento – C. Cebadal	966934,5958	616232,1331	966941,9825	616259,7543

Figura 2.3 Localización del SGV – Campamento Tangua



Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Cuadro 2.3 Georreferenciación del vertimiento – Campamento Tangua

	COORDENAS MAGNA SIRGAS ORIGEN OESTE			
	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL	
ELEMENTO	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Franja de vertimiento – C. Tangua	966934,5958	616232,1331	966941,9825	616259,7543

2.2 COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

En esta sección se describieron las unidades de tratamiento propuestas para la gestión de los vertimientos de ARD y ARnD de los campamentos Cebadal y Tangua, esto teniendo en cuenta que parte de la información necesaria fue levantada durante la conformación del EIA del proyecto vial, lo cual conllevó a incluir únicamente información complementaria para cada estructura con base en la literatura con el fin de evitar redundancias en la documentación remitida a la autoridad ambiental.

Es importante aclarar que dadas las condiciones de la gestión del vertimiento en cada campamento debido a las distancias entre su ubicación y los puntos de descarga, fue necesario definir diferentes esquemas para su manejo (ver Cuadro 2.4):

Cuadro 2.4 Esquemas para el manejo de vertimientos

VERTIMIENTO	ESQUEMA DE MANEJO	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
ARD	1.1	Generación – Tratamiento – Almacenamiento intermedio – Transporte – Almacenamiento final – Disposición en la Qda. La Magdalena	Campamento Tangua
	1.2	Generación – Tratamiento – Disposición en la Qda. La Magdalena	Campamento Cebadal
	1.3	Generación – Recolección con camión vactor – Disposición final a cargo de un gestor externo autorizado	Proyecto vial (Unidades sanitarias portátiles)
ARnD	2.1	Generación – Tratamiento – Almacenamiento intermedio – Transporte – Almacenamiento final – Disposición en la Qda. La Magdalena	Campamento Tangua
	2.2	Generación – Tratamiento – Disposición en Campo de infiltración	Campamento Cebadal

Fuente: El Consultor, 2017

- **Esquema de manejo 1.1**

Trampa de grasas: Como parte del tratamiento preliminar del vertimiento se determinó que la primera unidad del esquema sería una trampa de grasas, encargada de la retención, separación y posterior remoción de los materiales flotantes. Estos mecanismos se caracterizan por prevenir el taponamiento de las tuberías y los efectos adversos sobre la degradación biológica y la sedimentación en el pozo séptico. Por lo general se diseñan con tiempos de retención de 15 a 30 minutos y con un volumen mínimo de 2,8 m^3 (Romero, 2002).

Los parámetros de diseño y los diagramas de dicha estructura se encuentran en el numeral 7.3.4 del Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5 (Pág 47, 48).

Pozo séptico: El tratamiento primario de las Aguas Residuales Domésticas generadas por los campamentos estará representado por un pozo séptico cuya función principal es la estabilización de la materia orgánica y la sedimentación de las partículas en suspensión en la matriz de agua, es el sistema más utilizado para regular la calidad del agua, se construye en materiales impermeables (fibra de vidrio, concreto, polietileno, etc.) y es recomendable localizarlo a una distancia no menor a 15 m de cualquier fuente de abastecimiento, sobre un terreno no inundable y en un sitio despejado para facilitar su mantenimiento y limpieza (Romero, 2002).

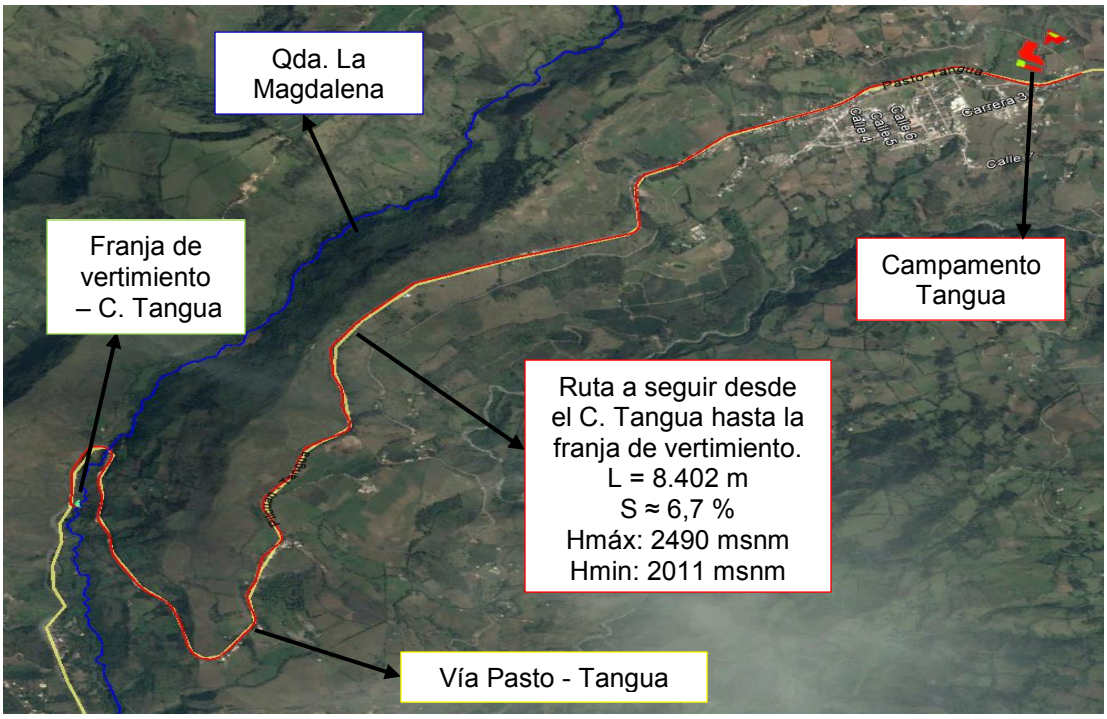
El diagrama básico de operación del pozo séptico se encuentra en el numeral 7.3.4 del Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5 (Pág 49).

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA): Los porcentajes de remoción y algunas características técnicas del FAFA se pueden apreciar en el numeral 7.3.4 del Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5 (Pág 49, 50).

No obstante, es preciso mencionar que de los sistemas de tratamiento aerobio este es el más sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbial adherida y porque el tipo de flujo (ascendente o ascensional) prácticamente evita las obstrucciones en el material filtrante, bien sea grava, arena, roca o mixto (Romero, 2002).

Tanques de almacenamiento: En este esquema de manejo de vertimientos diseñado especialmente para el campamento Tangua se determinó que una vez finalizado el proceso de tratamiento en el FAFA se almacenarían las aguas residuales en un tanque intermedio cuya función será la contención del efluente y su entrega a un vehículo recolector tipo vactor, el cual recorrerá una distancia de 8,04 km por la vía Pasto-Tangua hasta la franja de vertimiento sobre la Qda. La Magdalena, en donde se ubicará un segundo tanque de almacenamiento que permitirá la igualación de los caudales entregados a la corriente receptora mediante una tubería de salida y una válvula hidráulica. En Figura 2.4 se aprecia la ruta de transporte del efluente tratado:

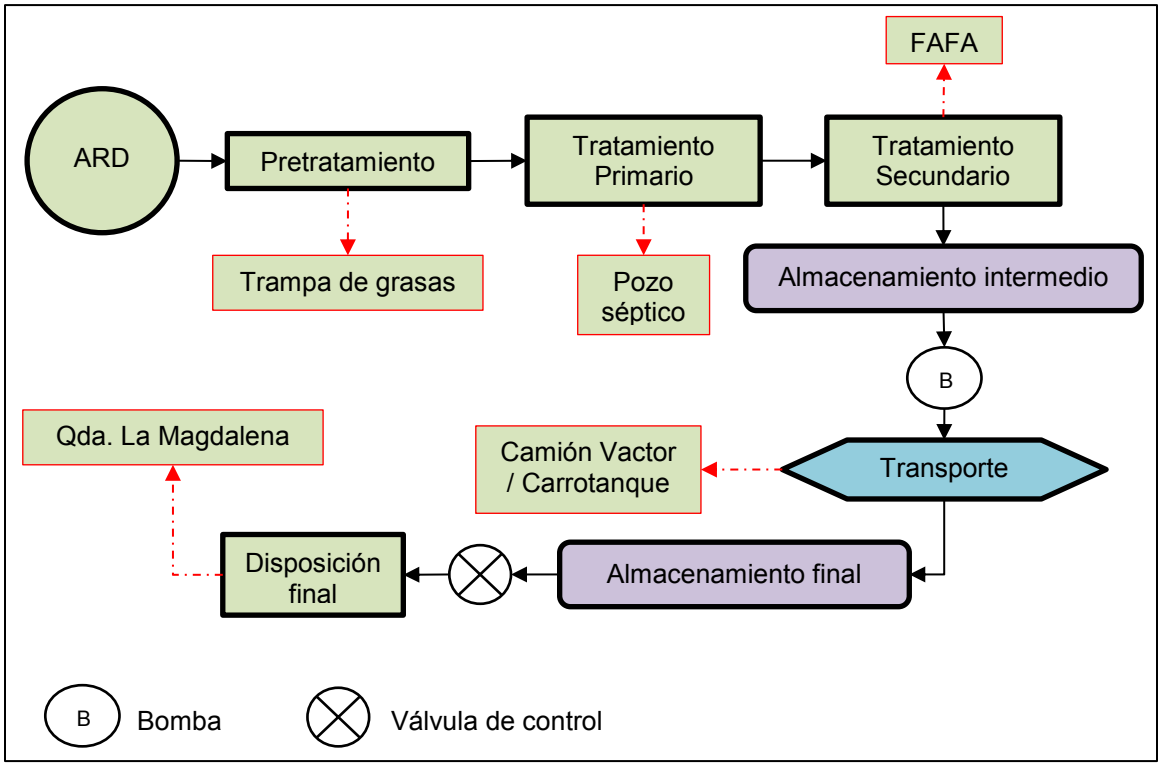
Figura 2.4 Recorrido desde el campamento Tangua hasta el punto de descarga



Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Finalmente, en la Figura 2.5 se presenta el diagrama de flujo para el esquema de manejo de vertimientos 1.1:

Figura 2.5 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.1

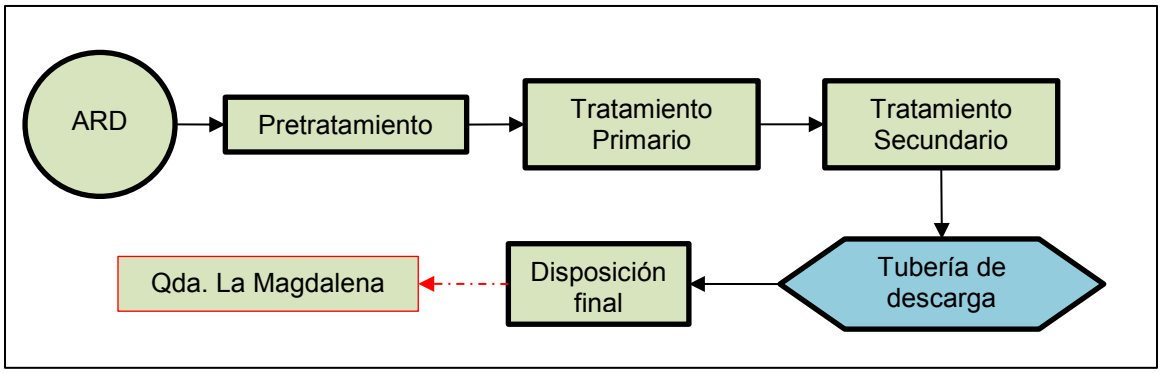


Fuente: El Consultor, 2017

- **Esquema de manejo 1.2**

Las unidades y estructuras de tratamiento preliminar, primario y secundario de este esquema de manejo son las mismas del esquema anterior, la particularidad en este caso está relacionada con la disposición final del vertimiento tratado, la cual no requiere de la ejecución de actividades de transporte del efluente ya que la cercanía entre su generación y la corriente receptora podría facilitar la entrega mediante una tubería de descarga. El diagrama de flujo para este esquema se presenta en la Figura 2.6:

Figura 2.6 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.2



Fuente: El Consultor, 2017

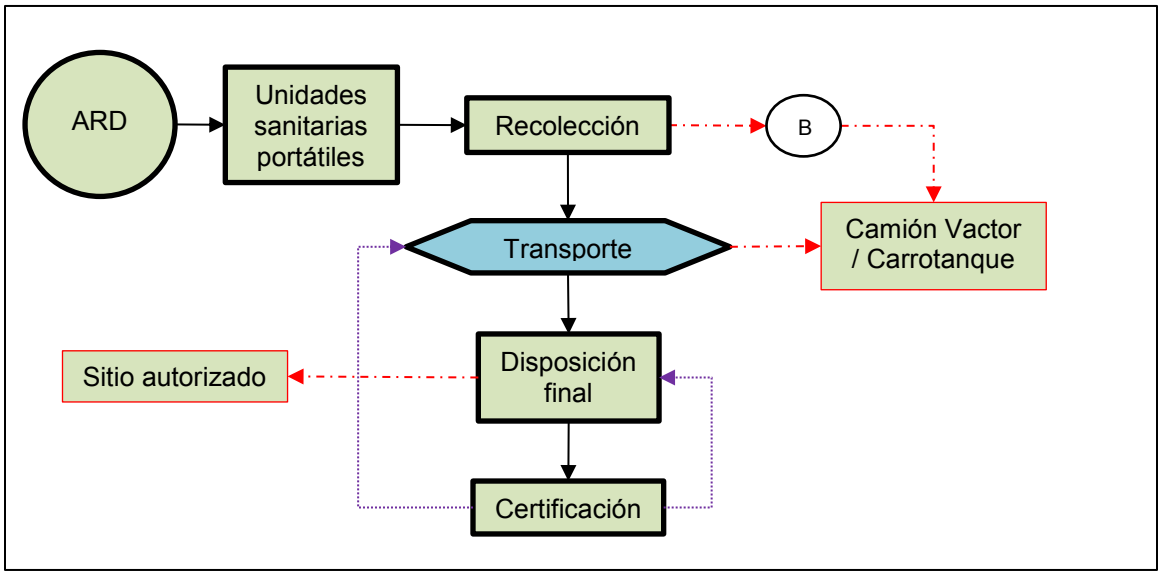
- **Esquema de manejo 1.3**

Este esquema de manejo de ARD está diseñado específicamente para la fracción de aguas residuales que se genera por el uso de los baños portátiles o unidades sanitarias que estarán dispuestas a lo largo de todo el proyecto vial, las cuales estarán localizadas a una distancia máxima de 60 m de las áreas de trabajo y deberán satisfacer las necesidades fisiológicas de los empleados en una relación 1:10 o 1:15 (1 unidad sanitaria por cada 10 a 15 empleados)[1].

Con base en lo anterior, se ha determinado que el manejo de las ARD provenientes se realizará a través de un gestor externo que cuente con las autorizaciones y/o permisos ambientales necesarios para realizar las actividades de recolección o succión, transporte y disposición final de residuos líquidos contaminados, y que certifique cada una de ellas, tal como se muestra en la Figura 2.7:

[1] GÉMINIS CONSULTORES AMBIENTALES S.A.S. Estudio de impacto ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5, Contrato de concesión bajo el esquema APP No. 15 de 2015. Pág. 51. 2017

Figura 2.7 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 1.3



Fuente: El Consultor, 2017

- **Esquema de manejo 2.1**

Trampa de grasas: Las actividades industriales asociadas a la generación de vertimientos de ARnD corresponden principalmente al lavado de maquinaria y equipos y a la operación de la planta de hormigón, lo cual indica que las concentraciones de este parámetro de calidad del agua serán significativamente altas comparadas con los niveles de contaminación de las ARD.

En el numeral 7.3.4 del Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5 (Pág 52) se describe el funcionamiento del mecanismo y sus características principales.

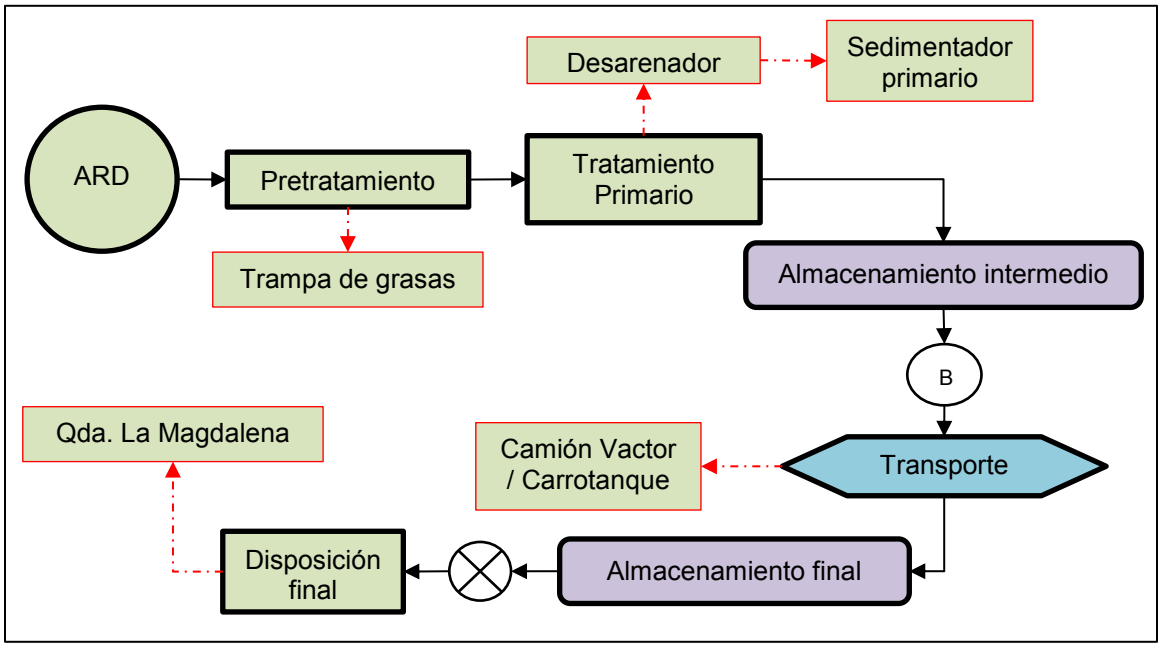
Desarenadores: Los desarenadores son utilizados para remover arena, graba, partículas y cualquier otro material sólido pesado cuya velocidad de asentamiento o peso específico sean mayores que los de los sólidos orgánicos degradables, protegen los equipos mecánicos del desgaste y reducen la formación de depósitos pesados en tuberías y conductos. Su diseño dependerá del tipo de flujo y del tipo de limpieza seleccionada (manual o mecánica), siendo el desarenador de flujo horizontal el más utilizado (Romero, 2002).

Información adicional y detalles de la unidad desarenadora podrán observarse en el numeral 7.3.4 del Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5 (Pág 53).

Unidad sedimentadora: Las características técnicas como la impermeabilización, diámetro de partículas a sedimentar, porcentajes de remoción y manejo de residuos (lodos) se encuentran en el numeral 7.3.4 del Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5 (Pág 53, 54).

Es importante resaltar que la sedimentación primaria tiene como objetivo la remoción de los sólidos sedimentables y en muchos casos, del material flotante remanente (grasas y aceites), reduciendo así el contenido de SST (Sólidos Suspendidos Totales), deben proveer una distribución uniforme del afluente a tratar, una profundidad suficiente para almacenar lodo y permitir su espesamiento y un borde libre mayor a 0,30 m (Romero, 2002). Luego de pasar por esta estructura, el vertimiento de ARnD sería conducido hasta la corriente receptora como se observa en la Figura 2.8:

Figura 2.8 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.1



Fuente: El Consultor, 2017

- **Esquema de manejo 2.2**

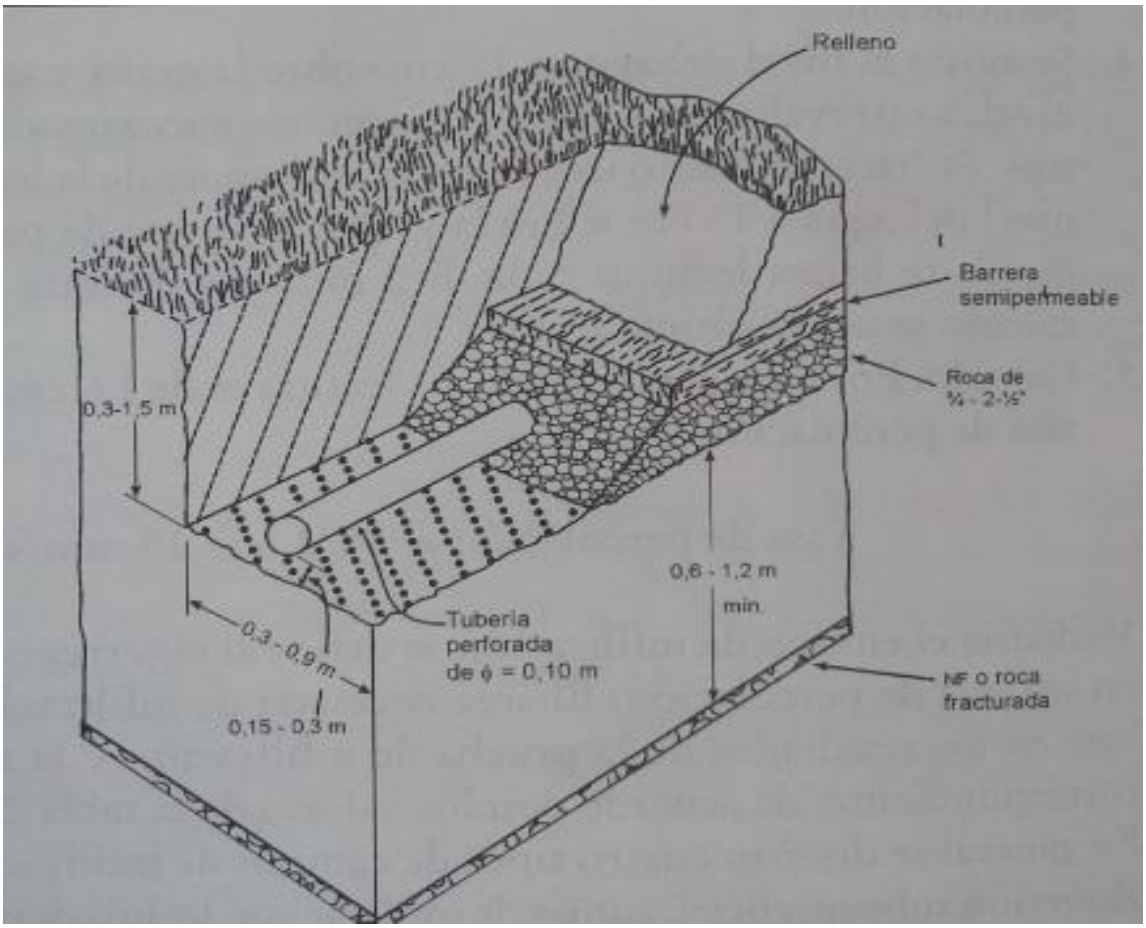
Al transcurrir las etapas de tratamiento preliminar y primario descritas en el esquema anterior, se estableció una alternativa de manejo consistente en la disposición final del efluente tratado en un campo de infiltración, tal como se expone a continuación:

Campos de infiltración: Un campo de infiltración recibe el efluente tratado de un sistema de tratamiento y gracias a la permeabilidad del suelo, permite realizar la disposición subsuperficial de las aguas residuales. Para lograr esto, es necesario conocer dos (2) aspectos fundamentales: Las aptitudes del suelo receptor mediante pruebas en campo y la profundidad del nivel freático, que no podrá ser inferior a 1,0 m medido desde la base de la estructura.

Dentro del desarrollo del EIA del proyecto vial se realizaron pruebas de percolación para determinar la capacidad de infiltración del suelo, muestreos de caracterización física y química, determinación del porcentaje de humedad, granulometrías, conductividad hidráulica, análisis de hidrocarburos, entre otras, lo cual podrá encontrarse en el numeral 7.3.4 del Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

En la Figura 2.9 es posible observar la estructura típica de un campo de infiltración, compuesto por una o varias tuberías perforadas separadas entre 1,8 y 2,4 m y dispuestas a una profundidad entre 0,3 y 0,6 m:

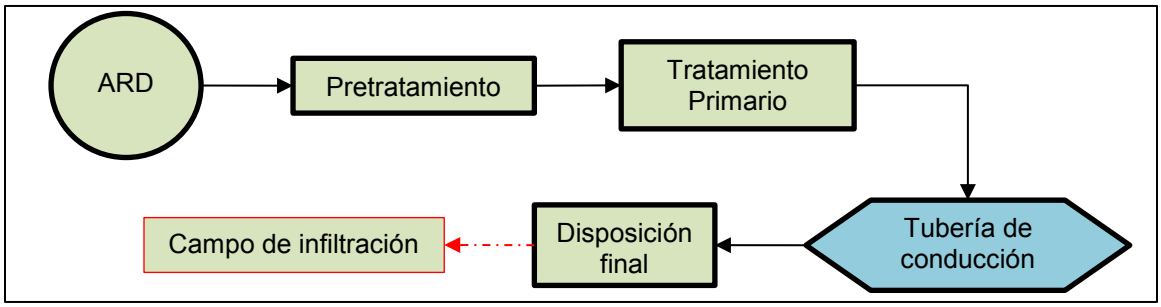
Figura 2.9 Campo de infiltración subsuperficial



Fuente: ROMERO, J. 25.4 Campos de infiltración. Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño. Pág. 732. 2002

Finalmente, en la Figura 2.10 se encuentra el diagrama de flujo que plasma la secuencia de manejo del vertimiento de ARnD y su disposición final en el suelo.

Figura 2.10 Diagrama de flujo del Esquema de manejo 2.2



Fuente: El Consultor, 2017

Con respecto a la información relativa al vertimiento en el Cuadro 2.5 se incluyeron propiedades como su frecuencia, cantidad diaria y mensual estimada, además de los resultados de la caracterización fisicoquímica y microbiológica del afluente crudo (ver Cuadro 2.6).

Cuadro 2.5 Características generales de los vertimientos

CARÁCTERÍSTICA	UNIDADES	VALOR
Tipo de descarga	-	Lateral
Frecuencia	días/mes	30
Tiempo de descarga	h/día	24
Caudal de descarga ARD	l/s	0,21
	m^3/s	0,00021
Cantidad diaria estimada ARD	m^3/día	18,144
Cantidad mensual estimada ARD	m^3/mes	544,32
Caudal de descarga ARnD	l/s	0,60
	m^3/s	0,00060
Cantidad diaria estimada ARnD	m^3/día	51,84
Cantidad mensual estimada ARnD	m^3/mes	1.555,2

Fuente: El Consultor, 2017

Cuadro 2.6 Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR ARD	VALOR ARnD
Color	UPC	187,5	-
Cloruros	mg Cl^- / l	187,5	73,5
DBO total	mg O_2 / l	625	-
DBO lenta	mg O_2 / l	487,5	-
DBO rápida	mg O_2 / l	137,5	-
DQO	mg O_2 / l	750	270
Dureza total	mg $CaCO_3$ / l	62,8	5.275
pH	Unidades de pH	6,00 – 8,00	13,75
Turbidez	NTU	-	62,5
Sólidos totales	mg / l	-	623,75
Sólidos sedimentables	ml / l	-	415
Solidos disueltos	mg / l	375 – 1.000	-
Sólidos suspendidos	mg / l	125 – 250	-
Sólidos inorgánicos	mg / l	70,72	-
Sulfatos	mg SO_4^{-2} / l	50 – 125	168,75

PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR ARD	VALOR ARnD
Coliformes totales	NMP / 100 ml	1.125.000	-
Coliformes fecales	NMP / 100 ml	100.000	-
Grasas y aceites	mg / l	62,5 – 100	-
Nitrógeno orgánico	mg / l	29	-
Nitrógeno amoniacal	mg / l	40	-
Nitrógeno total	mg / l	69	-
Nitritos	mg / l	0	-
Nitratos	mg / l	0	-
Fósforo orgánico	mg / l	4,7	-
Fósforo inorgánico	mg / l	6,3	-
Fósforo total	mg / l	11	-
Ortofosfatos	mg / l	4,7	-
SAAM	mg / l	12	-
Alcalinidad	mg $CaCO_3$ / l	100	4.236,25
Conductividad	µS / cm	1.538,46	9.000
Oxígeno disuelto	mg / l	4	5,3
Detritus	mg / l	179,28	-
Arsénico	mg / l	-	0,63
Bario	mg / l	-	1,25
Cadmio	mg / l	-	0,01
Cinc	mg / l	-	16,25
Cobre	mg / l	-	1,025
Mercurio	mg / l	-	0,03
Plomo	mg / l	-	0,06
Selenio	mg / l	-	0,01

Fuente: CORPOBIOTICA. Modelación matemática para la Evaluación Ambiental del Vertimiento del campamento Tangua sobre la Quebrada La Magdalena. Pág. 32, 35. 2017

Debido a que los sistemas de tratamiento propuestos para los vertimientos están gobernados en su mayoría por procesos físicos (sedimentación, decantación) y biológicos (filtración anaerobia), la utilización de sustancias, reactivos o insumos es prácticamente nula, es decir, a excepción de la energía eléctrica necesaria para operar las bombas no se requieren aditivos de origen químico para la estabilización de la contaminación.

Con respecto a los cuerpos de agua atravesados por el SGV, tras un análisis de la información espacial del proyecto en relación a la hidrología del territorio se determinó que no existe una influencia o afectación relevante sobre corrientes de agua superficiales, humedales, lagos y/o lagunas. Por otra parte, en el Cuadro 2.7 se encuentra una breve descripción de las redes de tuberías que conforman el SGV.

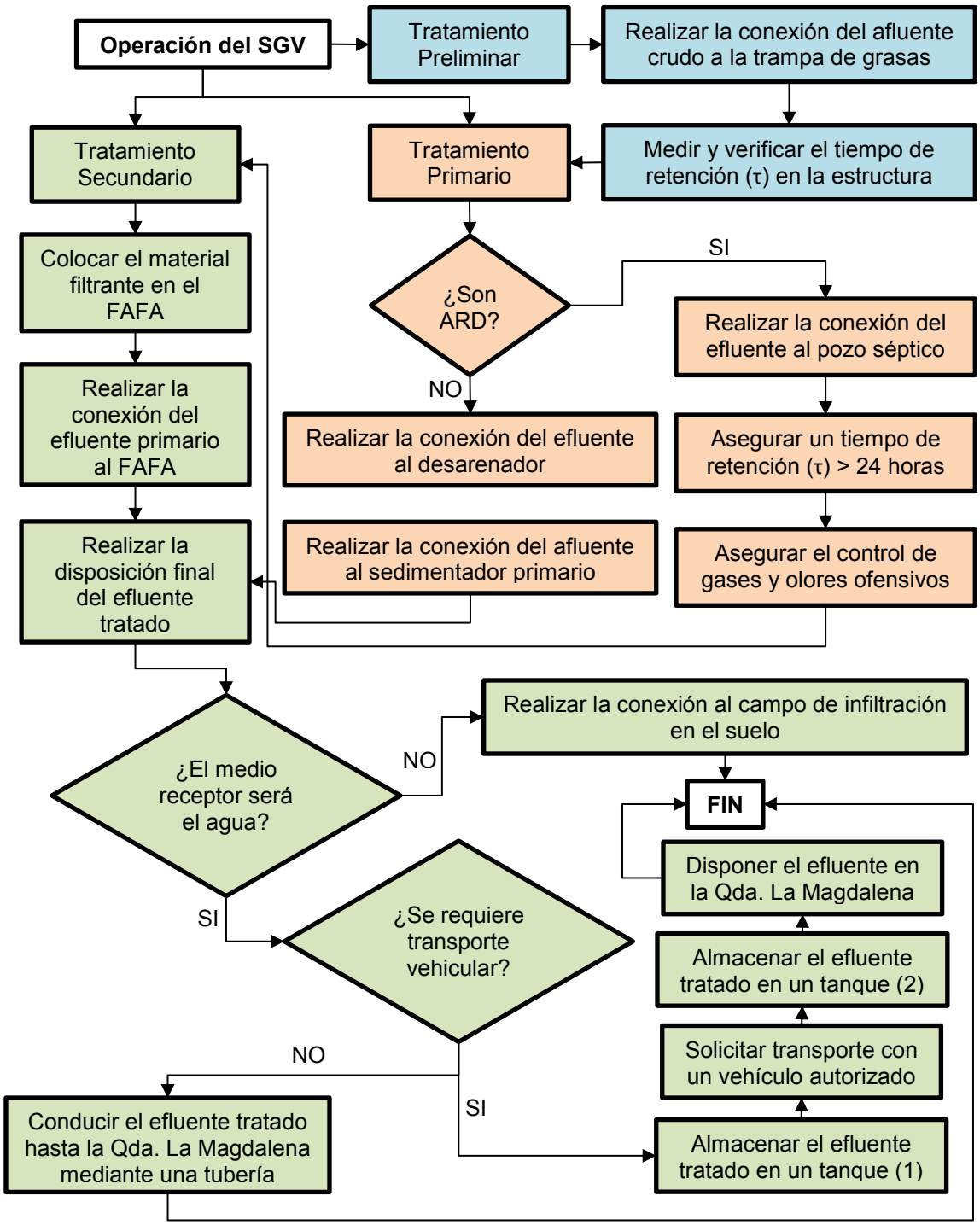
Cuadro 2.7 Descripción de las tuberías del SGV

TIPO DE TUBERÍA	DIÁMETRO	LONGITUD	PRESIÓN
PVC	4-8”	300 m	Flujo libre

Fuente: El Consultor, 2017.

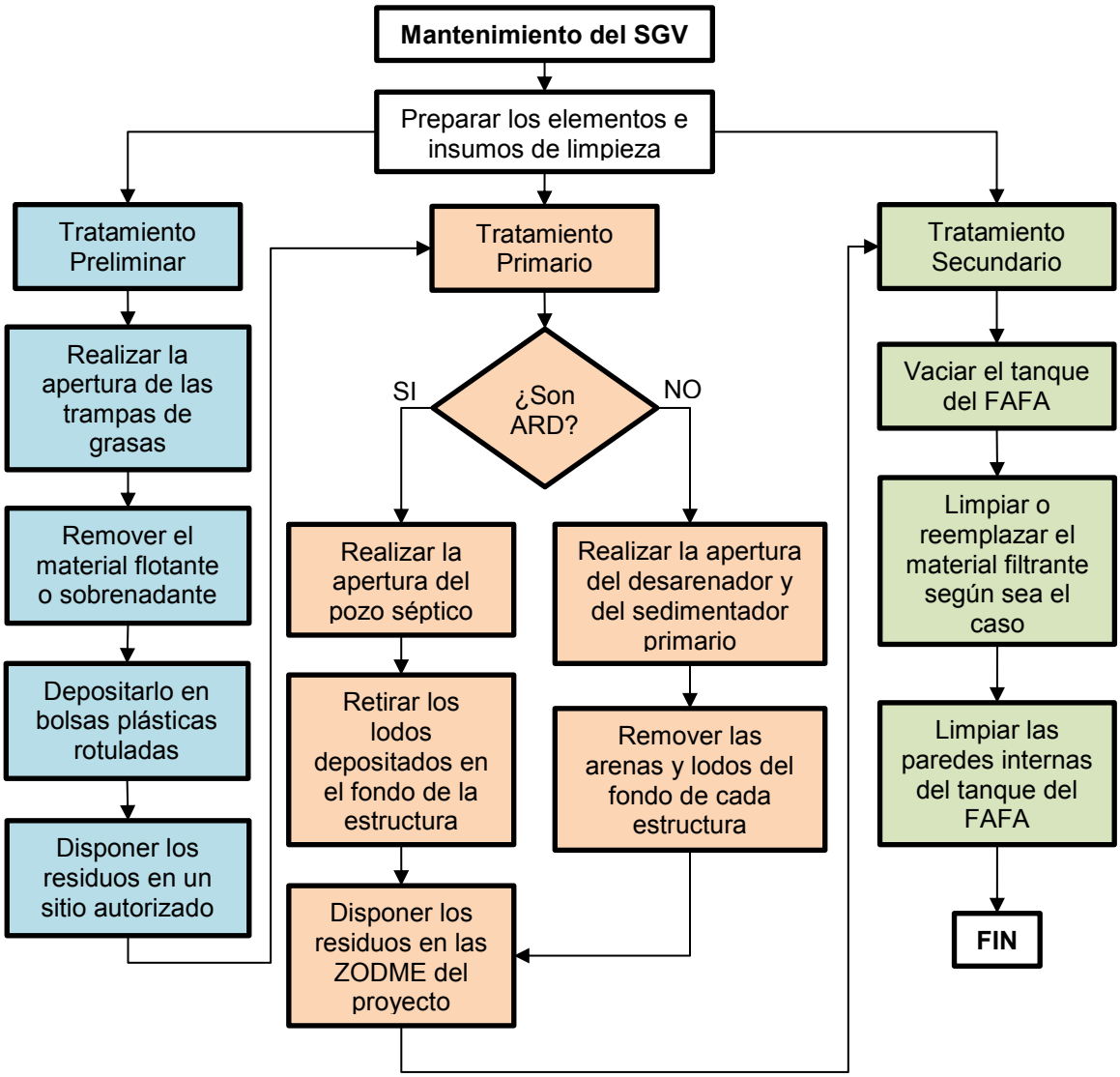
Ahora bien, atendiendo a los términos de referencia del PGRMV, en la Figura 2.11 se presenta el diagrama de operación del SGV, en la Figura 2.12 las actividades proyectadas para su mantenimiento y limpieza y en la Figura 2.13 las etapas a ejecutar para realizar su cierre o clausura en caso de ser necesario.

Figura 2.11 Diagrama de flujo – Operación del SGV



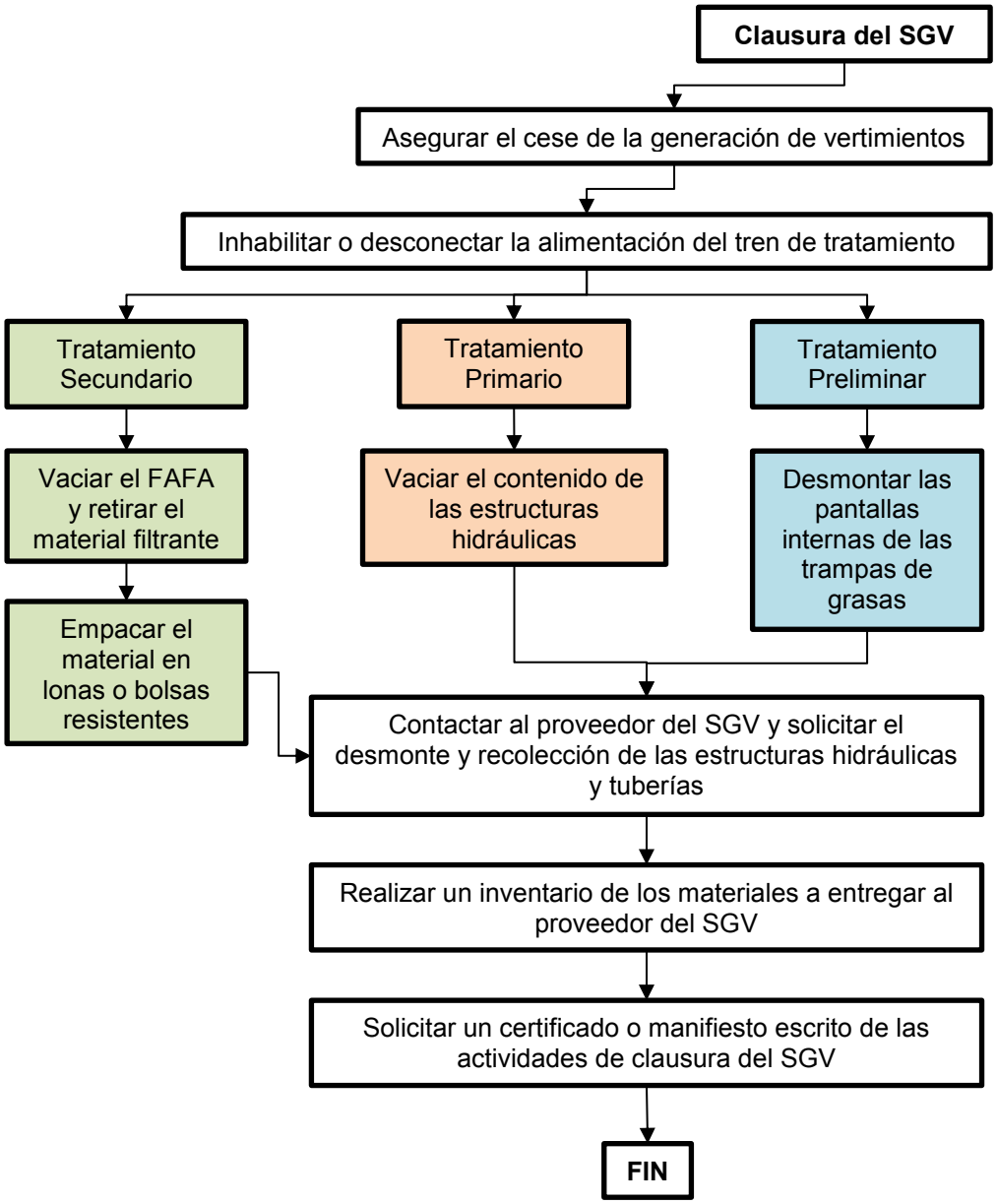
Fuente: El Consultor, 2017

Figura 2.12 Diagrama de flujo – Mantenimiento del SGV



Fuente: El Consultor, 2017

Figura 2.13 Diagrama de flujo – Clausura del SGV



Fuente: El Consultor, 2017

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

3.1 ÁREA DE INFLUENCIA

Teniendo en cuenta que la determinación del área de influencia de cada campamento se basó en la identificación de la red de recolección de las aguas residuales desde su generación hasta el inicio del SGV, los elementos y estructuras hidráulicas que lo componen, las líneas o los medios de conducción del vertimiento tratado hasta el punto de descarga, los mecanismos de entrega al campo de infiltración o a la corriente receptora y la influencia de los determinantes de la calidad del agua sobre esta última. En el Cuadro 3.1 se presentan algunas de las características consideradas para este proceso:

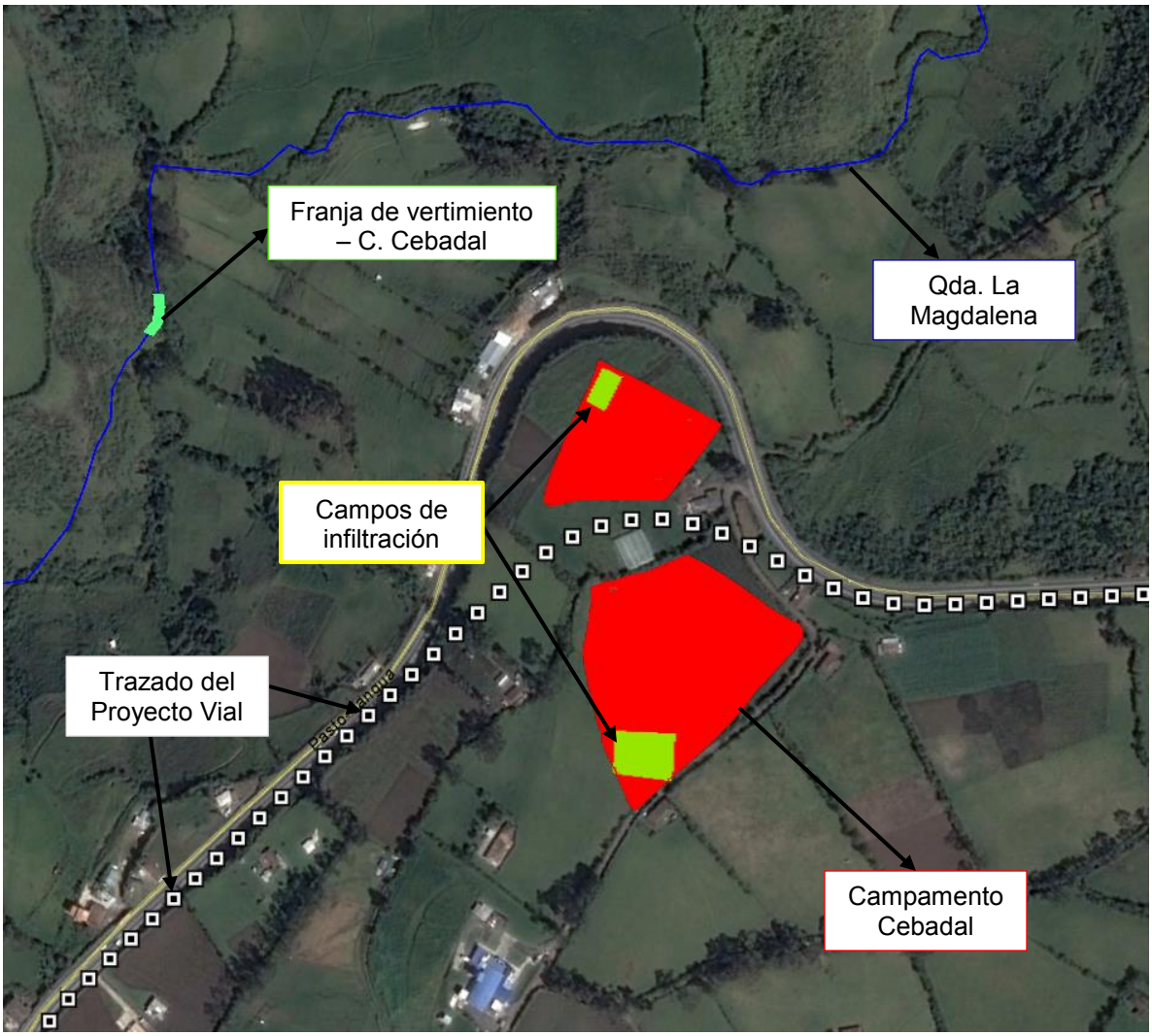
Cuadro 3.1 Aspectos valorados para la delimitación del AI

CAMPAMENTO	ÁREA (ha)	VERTIMIENTO SOBRE AGUAS SUPERFICIALES	LONGITUD DE MEZCLA (m)	VERTIMIENTOS SOBRE EL SUELO	CAMPO DE INFILTRACIÓN (SI/NO)
Cebadal	2,0	ARD	11,0	ARnD	SI
Tangua	2,5	ARD - ARnD	11,8	ARnD	SI

Fuente: CORPOBIOTICA. Modelación matemática para la Evaluación Ambiental del Vertimiento del campamento Tangua sobre la Quebrada La Magdalena. Pág. 100. 2017 & Modelación matemática para la Evaluación Ambiental del Vertimiento del campamento Cebadal sobre la Quebrada La Magdalena. Pág. 90. 2017

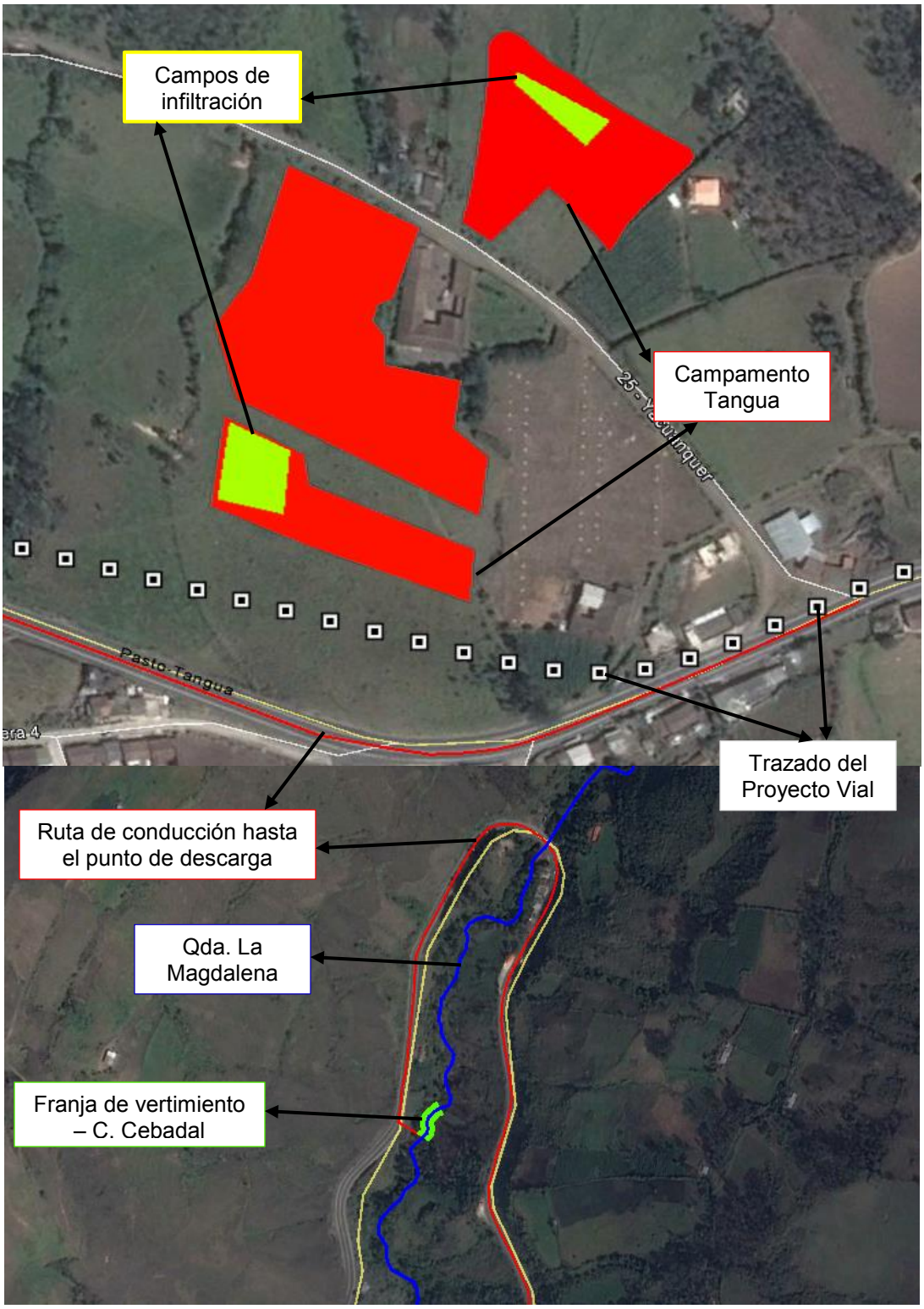
En ese orden de ideas, en la Figura 3.1 se presentan los elementos del área de influencia del campamento Cebadal y en la Figura 3.2 el área de influencia del campamento Tangua, ambas construidas a partir del reconocimiento de los elementos mencionados en el párrafo anterior y del análisis de los resultados de la modelación o simulación de impactos ambientales ocasionados por el vertimiento en el escenario más crítico.

Figura 3.1 Elementos del área de influencia – Campamento Cebadal



Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Figura 3.2 Elementos del área de influencia – Campamento Tangua



Fuente: GOOGLE EARTH, 2017

Dado que el presente PGRMV hace parte de un proceso de licenciamiento ambiental ante la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales), y considerando que el área de influencia de cada campamento está inmersa en el área de influencia del proyecto, la información relacionada con los medios biótico (suelos, calidad y usos del agua e hidrogeología) y abiótico (geología, geomorfología, hidrología y geotecnia) que se observará a continuación fue levantada previamente en los capítulos 5.1, 5.2 del EIA.

3.2 MEDIO ABIÓTICO

3.2.1 Del Medio al Sistema

3.2.1.1 Geología

Ver el numeral 5.1.1 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.2.1.2 Geomorfología

Ver el numeral 5.1.2 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.2.1.3 Hidrología

Ver el numeral 5.1.5 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.2.1.4 Geotecnia

Ver el numeral 5.1.9 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.2.2 Del Sistema al Medio

3.2.2.1 Suelos, cobertura y usos del suelo

Ver el numeral 5.1.4 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.2.2.2 Calidad del agua

Ver el numeral 5.1.6 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

Los resultados de los reportes de laboratorio de los monitoreos de la calidad del agua hacen parte de los anexos de los informes de modelación matemática para la Evaluación Ambiental del Vertimiento en ambos campamentos (Anexo 8 de cada documento).

3.2.2.3 Usos del agua

Ver el numeral 5.1.7 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.2.2.4 Hidrogeología

Ver el numeral 5.1.8 del Capítulo 5.1. Caracterización Medio Abiótico del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.3 MEDIO BIÓTICO

3.3.1 ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

Ver el numeral 5.2.1.2 del Capítulo 5.2. Medio Biótico. Fauna del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

3.3.2 ECOSISTEMAS TERRESTRES

Ver el numeral 5.2.1.1 del Capítulo 5.2. Medio Biótico. Flora del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5.

Es importante resaltar que la cartografía temática y la GDB se encuentran relacionadas en los anexos del EIA con sus respectivos soportes, insumos y productos.

3.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO

A pesar de que en el Capítulo 5.3. Caracterización socioeconómica del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto vial doble calzada Rumichaca - Pasto, Tramo Pedregal – Catambuco, UF 4 y UF 5 se hace referencia a los componentes demográfico, espacial, económico, cultural, arqueológico y político del área de influencia del proyecto, es importante complementar dicha información con la descripción de los posibles sabotajes ocasionados por parte de grupos al margen de la ley.

Para ello se recolectó información sobre la presencia, intensidad y categorización del conflicto armado en el municipio de Tangua (Nariño) a partir de la base de datos sobre el conflicto armado en Colombia del Centro de Recursos para el Análisis de Conflictos (CERAC), dando como resultado lo expuesto en el Cuadro 3.2 y en la Figura 3.3.

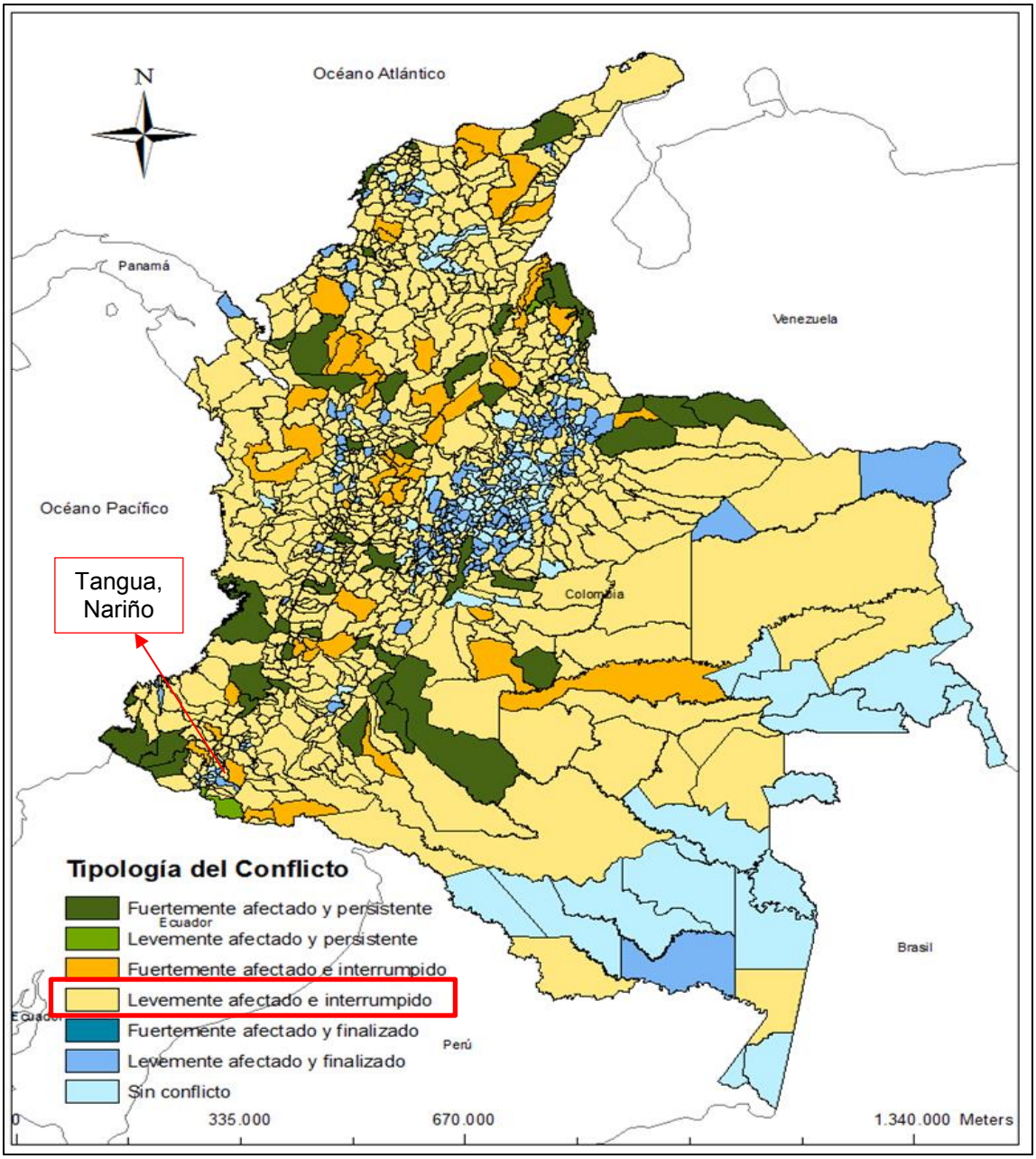
Cuadro 3.2 Características del conflicto armado en Tangua

MUNICIPIO	PRESENCIA	INTENSIDAD	TIPOLOGÍA	
			GRUPO	CATEGORÍA
Tangua (Nariño)	Conflicto interrumpido	Baja	4	Levemente afectados e interrumpido

Fuente: Adaptado de CERAC. Tipología de los municipios de Colombia según el conflicto armado interno. 2014

La presencia de grupos armados en el municipio es interrumpida, lo cual quiere decir que durante el periodo de análisis (2000-2012) se registraron varios años sin presencia de dichas organizaciones en el territorio, además, debido a que la intensidad del conflicto armado es baja (inferior a la media a nivel nacional) se determinó que la susceptibilidad del área de influencia ante este tipo de fenómenos sociales es mínima.

Figura 3.3 Mapa de Tipología de los municipios de Colombia según el conflicto armado interno



Fuente: Adaptado de CERAC. Tipología de los municipios de Colombia según el conflicto armado interno. 2014

4. PROCESO DE CONOCIMIENTO DEL RIESGO

El análisis de riesgos se realizó mediante la metodología RAM - *Risk Assessment Matrix*, o matriz de valoración de riesgos, que consiste en la evaluación de las consecuencias y las probabilidades de que se presente un evento amenazante.

La Matriz de Evaluación de Riesgos es una herramienta para la evaluación cualitativa de los riesgos y facilita la clasificación de las amenazas a la salud, seguridad, medio ambiente, relación con clientes, bienes e imagen de la empresa. Los ejes de la matriz según la definición de riesgo corresponden a las consecuencias y a la probabilidad.

Para determinar el nivel de las consecuencias se utiliza una escala de "0" a "5"; para evaluar la probabilidad se utiliza una escala de “A” a “E”, basándose en la experiencia o evidencia histórica en que las consecuencias identificadas se han materializado dentro de la industria, la empresa o el área; representa la probabilidad de que se desencadenen las consecuencias potenciales o reales estimadas, según el caso.

El cruce de las dos escalas determina la evaluación y clasificación cualitativa del riesgo. Estimar la probabilidad y las consecuencias no es una ciencia exacta. La estimación de la consecuencia se basa en la respuesta a “qué podrá ocurrir”; mientras que la estimación de la probabilidad se basa en información histórica respecto de casos ocurridos anteriormente en similares condiciones, sabiendo que las circunstancias nunca son exactamente las mismas, y considerando también la caracterización del área de influencia.

4.1.1 Evaluación de las consecuencias

La evaluación de las consecuencias se basa en lo que podría ocurrir a causa de un evento amenazante o de una evaluación de una actividad sobre las siguientes categorías:

- Personas (PE)
- Económica (EC)
- Ambiental (MA)
- Cliente (CL)
- Imagen (IM)

Los incidentes pueden tener consecuencias en las cinco categorías, por lo tanto, para una evaluación o clasificación, deben examinarse las categorías PE, EC, MA, CL e IM. El riesgo de un incidente se debe clasificar de acuerdo con la categoría de consecuencia que tenga la mayor clasificación, por ejemplo: para un caso en el que se encuentre que el riesgo para personas es 5C, el económico 2C, el de medio ambiente 1D, el de clientes 2D e imagen 1C; el riesgo de este escenario será 5C.

En los cuadros que se presentan a continuación se define la escala de evaluación de las consecuencias, para cada una de las categorías:

Cuadro 4.1 Daños a personas

CLASIFICACIÓN	SIGNIFICADO
0	Ninguna lesión
1	Lesión leve primeros auxilios: Atención en lugar de trabajo y no afecta el rendimiento laboral ni causa incapacidad
2	Lesión menor sin incapacidad (incluyendo casos de primeros auxilios y de tratamiento médico y enfermedades ocupacionales): No afectan el rendimiento laboral ni causan incapacidad.
3	Incapacidad temporal > 1 día (lesiones que producen tiempo perdido): Afectan el rendimiento laboral, como la limitación a ciertas actividades o requiere unos días para recuperarse completamente (casos con tiempo perdido): Efectos menores en la salud que son reversibles, por ejemplo: irritación en la piel, intoxicación por alimentos.
4	Incapacidad permanente (incluyendo incapacidad parcial y permanente y enfermedades ocupacionales): Afectan el desempeño laboral por largo tiempo, como una ausencia prolongada al trabajo. Daños irreversibles en la salud con inhabilitación seria sin pérdida de vida.
5	1 o más muertes: Por accidente o enfermedad profesional.

Fuente: Adaptado de Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007. Ecopetrol S.A.

Cuadro 4.2 Consecuencias económicas

CLASIFICACIÓN	SIGNIFICADO
0	Ninguna
1	Marginal (menos de 10 millones de pesos - daños leves): No hay interrupción de la actividad
2	Importante (de 10 a 50 millones de pesos - daños menores): Interrupción breve de la actividad
3	Severo (de 50 a 500 millones de pesos - daños locales): Pérdidas económicas por parada temporal, lucro cesante o responsabilidad civil.
4	Grave (de 500 a 1000 millones de pesos - daños mayores): Pérdida parcial en la operación del sistema.
5	Catastrófica (más de 1000 millones de pesos - daños generalizados): Pérdida total o sustancial en la operación del sistema., o su infraestructura.

Fuente: Adaptado de Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007. Ecopetrol S.A.

Cuadro 4.3 Efectos en el medio ambiente

CLASIFICACIÓN	SIGNIFICADO
0	Sin efectos: Sin afectación ambiental. Sin modificaciones en el medio ambiente
1	Efectos Leves: Emisiones o descargas con afectación ambiental leve y temporal, y dentro de los predios de propiedad de la empresa. Acciones de remediación en el inmediato plazo. No existe contaminación
2	Efectos menores: Emisiones o descargas menores, con afectación al medio ambiente dentro de los predios de propiedad de la empresa, sin efectos duraderos, o que requieren medidas de recuperación en el corto plazo, o una única violación a los límites legales o actos administrativos o una única queja. No existe contaminación

CLASIFICACIÓN	SIGNIFICADO
3	Contaminaciones localizadas: Emisiones o descargas limitadas con contaminación ambiental localizada en predios vecinos al sistema, o que requiere medidas de recuperación en el mediano plazo, o repetidas violaciones de los límites legales o actos administrativos o varias quejas.
4	Contaminaciones mayores: Emisiones o descargas que causan contaminación ambiental dispersa o grave o que requiere medidas de recuperación en el largo plazo, o violaciones prolongadas a los límites legales o actos administrativos, o molestia generalizada de la comunidad.
5	Contaminaciones irreparables: Emisiones o descargas que causan un daño ambiental irreparable en un área extensa o en áreas de uso recreativo o de preservación de la naturaleza; o constante violación de los límites legales o actos administrativos. Requiere medidas de compensación por daños irreparables.

Fuente: Adaptado de Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007. Ecopetrol S.A.

Para evaluar las consecuencias correspondientes a la categoría ambiental es necesario tener claridad sobre la diferencia de algunos conceptos empleados en el cuadro anterior. A continuación se definen:

- Afectación: cambios temporales en las características (fisicoquímicas) del entorno: agua, aire, suelo, en cantidades, concentraciones o niveles que no son capaces de interferir con el bienestar ni con la salud de las personas, ni contra la flora ni fauna, ni degradar la calidad del medio ambiente. El medio ambiente puede volver a su estado original mediante procesos propios o aplicación de acciones artificiales temporales

- Contaminación: Se entiende por contaminación la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza, en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las personas, atentar contra la flora y la fauna, degradar la calidad del medio ambiente, degradar los recursos de la nación o de los particulares.

El daño ambiental puede calificarse desde menor hasta catastrófico. Las acciones de recuperación y remediación pueden variar desde el corto hasta el largo plazo. Se da la calificación de daño ambiental irreparable, cuando no es posible recuperar los medios afectados, ni los ecosistemas asociados a éstos y por tanto deben aplicarse medidas de compensación.

- Inmediato Plazo: Menor a 1 día
- Corto Plazo: Entre 1 y 30 días
- Mediano Plazo: Entre 30 y 90 días
- Largo Plazo. Mayor a 90 días

Cuadro 4.4 Afectaciones al cliente

CLASIFICACIÓN	SIGNIFICADO
0	Ningún impacto al cliente
1	Riesgo de incumplir cualquiera de las especificaciones acordadas con el cliente: Circunstancias planeadas o no planeadas, que afectan la operación normal del sistema y que con ello pueden impactar los compromisos establecidos con el cliente, pero con posibilidades de solución inmediatas.
2	Implica quejas y/o reclamos menores: Cuando efectivamente situaciones planeadas o no planeadas impactan los compromisos establecidos con el cliente, generando quejas y/o reclamos, pero cuyo trámite de solución está definido dentro del compromiso y/o contrato.
3	Implica quejas y/o reclamos mayores: Cuando efectivamente situaciones planeadas o no planeadas impactan los compromisos establecidos con el cliente, generando quejas y/o reclamos relevantes, y cuyo trámite de solución no está definido dentro del compromiso y/o contrato.
4	Pérdida del cliente: Decisiones y/o circunstancias que implican la operación normal del sistema y que con ello impactan los compromisos con el cliente afectando la relación comercial, al punto de llevar al cliente a que tome la decisión de cancelar el contrato con la empresa.
5	Pérdida de participación en el mercado: Decisiones y/o circunstancias de cualquier índole, de una magnitud tal, que implique pérdida efectiva de participación en el mercado.

Fuente: Adaptado de Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007. Ecopetrol S.A.

Cuadro 4.5 Impacto en la imagen de la empresa

CLASIFICACIÓN	SIGNIFICADO
0	Ningún impacto: No es de interés
1	Interna: Puede ser de conocimiento interno de la empresa pero no de interés público
2	Local a pequeña escala: Atención de comunidades vecinas que potencialmente pueden afectar a la empresa
3	Local a gran escala: Atención de comunidades locales y autoridades locales que potencialmente pueden afectar a la empresa
4	Regional: Oposición de organizaciones regionales y del gobierno local
5	Nacional: Políticas nacionales/regionales con medidas potencialmente restrictivas y/o impacto en el funcionamiento de la empresa. Quejas a nivel nacional.

Fuente: Adaptado de Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007. Ecopetrol S.A.

4.1.2 Evaluación de la probabilidad

La evaluación de la probabilidad define la posibilidad de ocurrencia del evento amenazante, con base en la experiencia de la industria y en la documentación existente sobre el estudio de los fenómenos naturales y sociales del área de influencia. La evaluación de la probabilidad se realizó con base en la escala presentada en el Cuadro 4.6:

Cuadro 4.6 Clasificación de la probabilidad

CLASIFICACIÓN	SIGNIFICADO
A	Improbable (No ha ocurrido)
B	Remota (Ha ocurrido)
C	Ocasional (Ha ocurrido en el área de influencia)
D	Probable (Sucede varias veces por año)
E	Frecuente (Sucede varias veces por año en el área específica)

Fuente: Adaptado de Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007. Ecopetrol S.A.

4.1.3 Evaluación de la vulnerabilidad

La metodología utilizada para valorar la vulnerabilidad de los elementos expuestos del SGV se basó en una matriz de análisis conformada por la relación entre la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y por la severidad o la gravedad de los daños generados a la infraestructura, asumidos a partir de la información obtenida durante la caracterización del área de influencia y la descripción del SGV. En el Cuadro 4.7 y en el Cuadro 4.8 se presenta la interpretación de la vulnerabilidad y la severidad de los daños al SGV:

Cuadro 4.7 Evaluación de la vulnerabilidad

VALORACIÓN DE LA VULNERABILIDAD						
PROBABILIDAD		SEVERIDAD				
		1 – Muy leve	2 – Leve	3 – Regular	4 – Grave	5 – Catastrófica
E	Frecuente					
D	Probable					
C	Ocasional					
B	Remota					
A	Improbable					
LEYENDA						
	Vulnerabilidad baja		Vulnerabilidad media		Vulnerabilidad alta	

Fuente: Adaptado de POSITIVA S.A. Guía para la elaboración del SG-SST. Análisis de vulnerabilidad. 2009

Cuadro 4.8 Evaluación de la severidad

SEVERIDAD		SIGNIFICADO
1	Muy leve	Destrucción de las infraestructura del SGV < 10% (Daños a tuberías)
2	Leve	Destrucción de las infraestructura del SGV = 25% (Daños a tuberías y válvulas)
3	Regular	Destrucción de las infraestructura del SGV = 40% (Daño de tuberías, válvulas y una unidad de tratamiento)
4	Grave	Destrucción de las infraestructura del SGV = 55% (Daño de tuberías, válvulas y dos unidades de tratamiento)
5	Catastrófica	Destrucción de las infraestructura del SGV > 70% (Daño total del SGV)

Fuente: Adaptado de INVIMA. Capítulo III – Análisis de vulnerabilidad. Plan de emergencia. Escala de gravedad – Factor propiedad. Pág. 24. 2015

4.1.4 Valoración del riesgo

En el Cuadro 4.9 se presenta la matriz de valoración de riesgos que resulta de la combinación de las consecuencias y la probabilidad; y en el Cuadro 4.10 se presenta el significado de cada uno de los niveles de riesgo.

Cuadro 4.9 Matriz de valoración de riesgos (RAM)

CONSECUENCIAS	PROBABILIDAD				
	A	B	C	D	E
5	M	M	H	H	VH
4	L	M	M	H	H
3	N	L	M	M	H
2	N	N	L	L	M
1	N	N	N	L	L
0	N	N	N	N	N

Fuente: Adaptado por el consultor de Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007

Cuadro 4.10 Clasificación del nivel de riesgo

NIVEL DE RIESGO		DESCRIPCIÓN
VH	Muy Alto	Intolerable
H	Alto	Deben buscarse alternativas que presenten menor riesgo. Si se decide realizar la actividad se requiere demostrar cómo se controla el riesgo y los cargos de niveles iguales o superiores a Gerente, Gerente General, Gerente de Negocio o Jefe de Unidad deben participar y aprobar la decisión.
M	Medio	No son suficientes los sistemas de control establecidos; se deben tomar medidas que controlen mejor el riesgo.
L	Bajo	Se deben gestionar mejoras a los sistemas de control establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos).
N	Ninguno	Riesgo muy bajo, usar los sistemas de control y calidad establecidos (procedimientos, listas de chequeo, responsabilidades, protocolos).

Fuente: Uso de la matriz de valoración de riesgos – RAM Documento ECP- DRI-I-007

4.2 IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA Y/O PRESENCIA DE AMENAZAS

La identificación de las amenazas asociadas a la operación del SGV se llevó a cabo mediante la definición de su origen, bien sea natural, operativo o sociocultural, y analizando las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, geotécnicas, entre otras, del área de influencia, esto como punto de partida para la determinación de los riesgos potenciales.

También se tuvo en cuenta la caracterización y descripción de los componentes y elementos del SGV para el establecimiento de las posibles fallas, acciones indeseadas y eventos negativos que puedan tener lugar durante el funcionamiento de las estructuras hidráulicas y unidades de tratamiento, con énfasis en los sucesos que conllevarían a un mal funcionamiento, suspensión o interrupción del tratamiento de aguas residuales.

En consecuencia, en el Cuadro 4.11 se presentan las principales amenazas identificadas y su origen o clasificación general.

Cuadro 4.11 Identificación y clasificación de amenazas

ORIGEN	AMENAZA	PROBABILIDAD
Natural o externo	Movimientos sísmicos	D – Probable
	Remoción en masa	C – Ocasional
	Inundaciones y/o avenidas torrenciales (tormentas)	B – Remota
	Socavación en las márgenes de la Qda. La Magdalena	C – Ocasional
	Incendios naturales	B – Remota
	Erupciones volcánicas	B – Remota
Operativa o interno	Fallo en los componentes mecánicos de la planta	D – Probable
	Fallo en los sistemas y redes de conducción del agua residual	C – Ocasional
	Producción excesiva de lodos residuales	D – Probable
	Sobrepaso del caudal de diseño del sistema de tratamiento	B – Remota
	Ingreso al sistema de sustancias tóxicas para el tratamiento biológico (FAFA)	C – Ocasional
	Contacto con agentes externos biológicamente peligrosos	C – Ocasional
Sociocultural y de orden público	Robo y/o daño de equipos y sabotaje de la operación del sistema de tratamiento	B – Remota

Fuente: El Consultor, 2017

En las siguientes secciones se profundizará la descripción de cada una de las amenazas identificadas incluyendo la determinación y justificación técnica de su probabilidad de ocurrencia con base en los criterios expuestos anteriormente en el Cuadro 4.6 (página 40).

4.2.1 Amenazas Naturales del Área de Influencia

- **Movimientos sísmicos y/o remoción en masa:** Durante el levantamiento y análisis de las propiedades geotécnicas del medio abiótico dentro del área de influencia se estableció que el grado de amenaza para los movimientos sísmicos es ALTO (gran probabilidad de colapso y movimientos de material) mientras que para los eventos de remoción en masa, entendidos como la caída o deslizamiento de material rocoso accionado por la gravedad producto de inestabilidad en laderas, es MEDIO (colapso ocasional y movimientos puntuales de material).

  Por lo tanto, a la probabilidad de ocurrencia de movimientos sísmicos se le otorgó la clasificación **(D - Probable)** y a la de remoción en masa la clasificación **(C - Ocasional)**.

- **Inundaciones y/o avenidas torrenciales (tormentas):** Teniendo en cuenta la susceptibilidad a la inundación basada en la caracterización geomorfológica realizada en el EIA, se logró concluir que el área de influencia, al presentar un paisaje de montaña en donde las pendientes son altamente pronunciadas, el grado de amenaza es prácticamente nulo.

  Sin embargo, existen registros de este tipo de eventos hidrológicos en el municipio de Tangua ocurridos en el año 2010 debido a la fuerte temporada de lluvias que tuvo lugar durante la llegada del Fenómeno de la Niña a las regiones del país,

razón por la cual la probabilidad de ocurrencia para esta amenaza fue clasificada como **(B - Remota)**.

- **Socavación en las márgenes de la Qda. La Magdalena:** Se identificaron procesos erosivos inducidos por la pérdida de vegetación en las márgenes laterales o taludes de los drenajes y corrientes de agua superficial, lo cual a su vez podría estar relacionado con la pérdida de estabilidad y amortiguación natural ante una avenida o incremento del nivel de agua. Por tal razón se determinó que la clasificación **(C - Ocasional)** describe adecuadamente la probabilidad de ocurrencia del fenómeno, ya que éste se ha presentado en el área de influencia.

  No obstante, los mecanismos o estructuras de descarga de efluentes tratados a la corriente receptora (Qda. La Magdalena) estarán dispuestos de tal modo que se minimice el efecto erosivo del vertimiento sobre los bordes del cauce, previniendo así la generación de eventos de degradación y desgaste de la superficie.

- **Incendios naturales:** Aunque en el capítulo 5.1 Caracterización del medio abiótico del EIA del proyecto se hace referencia a los incendios forestales como una posible fuente de material particulado y monóxido de carbono debido a la combustión incompleta de la materia orgánica, no se identificaron condiciones de susceptibilidad del área de influencia ante esta amenaza específica.

  Por otra parte, en el capítulo 8. Evaluación ambiental, se menciona la presencia de incendios que se extienden por grandes áreas y que son considerados como los principales generadores de impactos negativos sobre la calidad del agua, la cobertura vegetal y la fauna (acuática y terrestre), causados además por la acción antrópica ya que se reconocieron y asociaron los focos de ignición con las viviendas aledañas. En conclusión, dado que el origen de las conflagraciones no es natural y que no se encontraron zonas susceptibles a un incendio forestal en el área de influencia, la clasificación de la probabilidad de ocurrencia asignada a esta amenaza fue **(B - Remota)**.

- **Erupciones volcánicas:** En el área de influencia del proyecto afloran rocas volcánicas, depósitos volcánicos, volcano-sedimentarios, rocas ígneas y metamórficas y depósitos cuaternarios aluviales y coluviales asociados a las erupciones de volcanes activos como el volcán Galeras, los cuales a su vez han configurado el terreno y el paisaje de formas particulares.

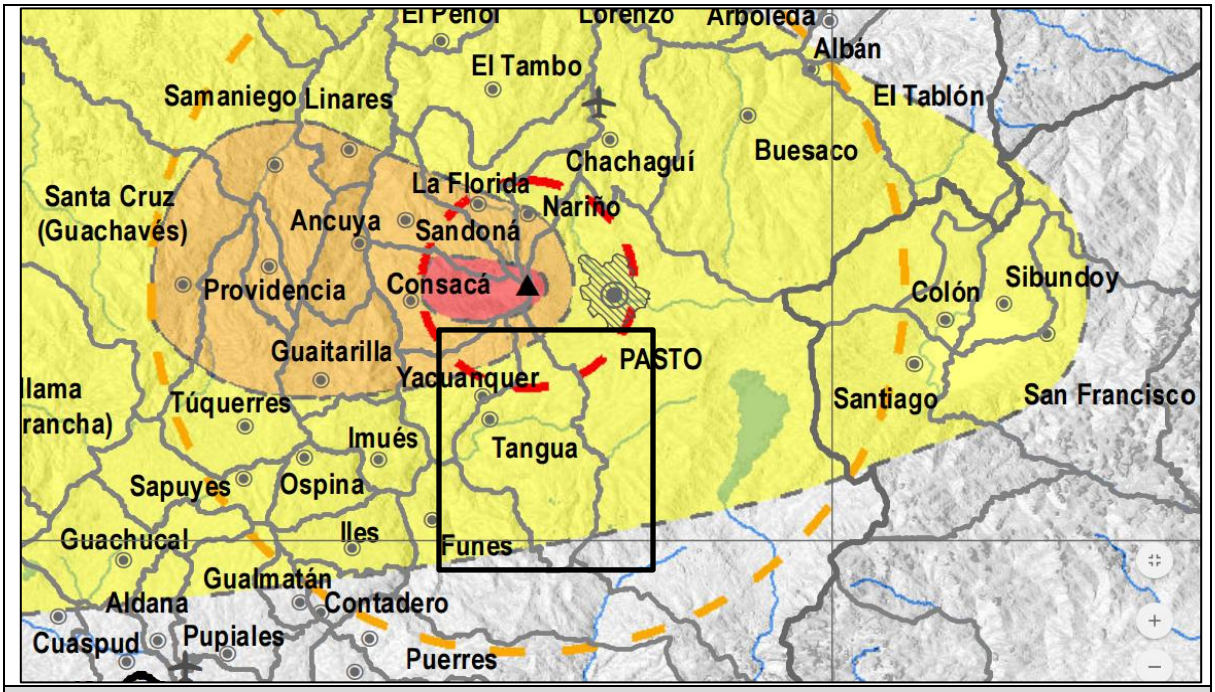
  Con respecto al grado de amenaza o de afectación por erupciones volcánicas, emisiones de material particulado, lanzamiento de rocas piroclásticas (tefras), derrames de lava, entre otras, es importante reconocer en primer lugar que el volcán Galeras, con una edad estimada en cerca de 4.500 años, tiene una historia de volúmenes relativamente pequeños, producto de erupciones que se han caracterizado por ser moderadamente explosivas y cuyo último registro de un episodio importante de gran magnitud data del año 1866 (SGC, 2017).

  La mayoría de las erupciones se han catalogado como “vulcanianas”, es decir, eventos con columnas de baja altura (< 10 km), que han producido emisiones de

gases y cenizas, pequeños flujos de lava y erupciones explosivas cuyos depósitos han alcanzado distancias máximas de hasta 9,5 km desde el cráter. Además, el volcán ha registrado un total de 17 erupciones explosivas registradas entre agosto de 2004 y noviembre de 2009, 10 de ellas ocurridas en el 2009 entre los meses de febrero y noviembre (SGC, 2017).

En ese orden de ideas, y de acuerdo con el mapa de amenaza del volcán galeras producto del cumplimiento de la Sentencia de la Corte Constitucional T-269 del 2015, el municipio de Tangua se encuentra en una zona de amenaza baja, afectado principalmente por la caída de piroclastos (cenizas y lapilli) (ver Figura 4.1), razón por la cual la clasificación de su probabilidad de ocurrencia fue representada como **(B - Remota)**:

Figura 4.1 Área de influencia por caída de piroclastos transportados por acción de los vientos



LEYENDA		
	Zona de amenaza alta	Corresponde a la zona de caída de piroclastos, con depósitos mayores a 10 cm (Radio de 11 km)
	Zona de amenaza media	Corresponde a la zona de caída de piroclastos, con depósitos entre 1,0 a 10 cm (Radio de 40 km)
	Zona de amenaza baja	Corresponde a la zona de caída de piroclastos, con depósitos entre 0,5 mm a 1,0 cm (Radio de 100 km)

Fuente: SGC. Actualización del mapa de amenaza volcánica del volcán Galeras. [En línea] Consultado el 16/06/2017 en: < http://www2.sgc.gov.co/getattachment/Pasto/Volcanes/Volcan-Galeras/Mapa-de-amenazas/Actualizacion_Mapa_Amenaza_Volcanica_Volcan_Galeras_2015.pdf.aspx> (16:38). 2015

4.2.2 Amenazas Operativas o Amenazas Asociadas a la Operación del Sistema de Gestión del Vertimiento

- **Fallo en los componentes mecánicos de la planta:** Debido a que el sistema de tratamiento lleva a cabo en su mayoría procesos de carácter físico como la sedimentación de partículas en suspensión, la retención de grasas o la separación de arenas, no existen mecanismos susceptibles de falla como aireadores, dosificadores, desnatadores automáticos, compuertas, flotadores, etc., que puedan sufrir averías y afectar el funcionamiento de la planta.

  De igual manera, los procesos biológicos de filtración ascendente (FAFA) dependen exclusivamente de las condiciones del agua residual a tratar y del tipo material filtrante, por lo que tampoco se identifican componentes mecánicos vulnerables. No obstante, las bombas y las válvulas de control son en efecto dispositivos mecánicos que podrían verse afectados ante una falla, ocasionando falencias en la conectividad del tren de tratamiento y en la distribución del vertimiento, por lo que esta amenaza podría clasificarse con una probabilidad de ocurrencia **(D - Probable)**.
- **Fallo en los sistemas y redes de conducción del agua residual:** El SGV contará con una red de tuberías de conducción del agua residual desde su generación hasta su disposición final, pasando por las distintas unidades de tratamiento. Se ha contemplado la posibilidad de que se presente un daño (fraccionamiento u obstrucción) en alguna de las tuberías, lo cual podría generar consecuencias negativas para el sistema y el medio, como fugas de agua residual al suelo o interrupción del proceso de tratamiento por falta de agua.

  Considerando esto, la probabilidad de que se presente esta amenaza se considera como **(C - Ocasional)**.
- **Producción excesiva de lodos residuales:** La generación de lodos puede llegar a convertirse en un gran problema en caso que estos lleguen a producirse por encima de las proporciones establecidas por el proveedor del sistema de tratamiento, por eso se deben asegurar las condiciones de carga y operación establecidas para las estructuras del pozo séptico y del sedimentador primario.

  De acuerdo con la metodología de análisis de riesgo, la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno interno se clasificó como **(D - Probable)**.

- **Sobrepaso del caudal de diseño del sistema de tratamiento:** Se ha evaluado la posibilidad de que se genere un caudal de aguas residuales superior al caudal de diseño del sistema de tratamiento, lo cual podría ocasionar inconvenientes como: desbordes en las diferentes estructuras hidráulicas, alteración de los tiempos de retención, resuspensión de materiales depositados, entre otros, lo cual conllevaría a la realización de un vertimiento de aguas residuales (ARD y/o ARnD) sin el nivel de tratamiento óptimo.

En este caso la causa más factible sería la descarga de residuos líquidos en los dispositivos sanitarios, de lavado general y de operación y mantenimiento de equipos industriales en una cantidad superior a la estimada para la población máxima de cada campamento (250 personas), sin embargo, los tanques de almacenamiento de cada unidad de tratamiento contarán con un margen de seguridad que permitirá mitigar el impacto de un incremento súbito del caudal, al menos hasta poder regular las condiciones de funcionamiento regular del SGV.

Por lo tanto, la probabilidad de ocurrencia de esta amenaza se catalogó como **(B - Remota)** dada la escasa posibilidad de superar el caudal de diseño.

- **Ingreso al sistema de sustancias tóxicas para el tratamiento biológico (FAFA):** El tratamiento biológico del SGV para las ARD está representado por el Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente o FAFA, el cual es una estructura en donde se adhiere una biopelícula de microorganismos anaerobios sobre el material filtrante (arena, grava, roca, plástico, etc.) y que ante un cambio repentino de la temperatura, el pH, el oxígeno disuelto, los nutrientes o la carga orgánica de la matriz de agua, podrían reducir su población considerablemente y afectar el proceso.

  Dichos cambios podrían ser ocasionados, por ejemplo, ante el acceso de agentes externos que representen una alta peligrosidad para la microbiota, como son los cloruros o los fenoles, que en altas concentraciones podrían ser letales. Por esta razón se determinó que la probabilidad de ocurrencia de este evento sería **(C - Ocasional)**.

- **Contacto con agentes biológicamente peligrosos:** El factor de riesgo biológico es inherente a la actividad operacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y por lo tanto, su eliminación es prácticamente imposible. El modo de transmisión del agente biológico al huésped puede darse por varias vías: salpicaduras del agua residual y del lodo, que pueden ocurrir en la ejecución de las operaciones de mantenimiento y limpieza; contacto con una superficie contaminada sin saberlo (p.e. pasamanos, herramientas, equipos, entre otros) y la ingestión de alimentos en el sitio de trabajo. La probabilidad de que se presente esta situación indeseada es **(C - Ocasional)**, ya que el factor de riesgo (aguas residuales y lodos) se mantiene latente.

4.2.3 Amenazas por Condiciones Socio-Culturales y de Orden Público

- **Robo de equipos electromecánicos y sabotaje de la operación:** Considerando que el proyecto es de utilidad pública ya que se estaría mejorando una vía principal y teniendo en cuenta que la presencia de grupos al margen de la ley en el área de influencia es leve, la probabilidad de sabotaje por parte de los mismos es **(B – Remota)**.

  Además, los elementos expuestos del SGV se encuentran en su mayoría dentro o muy cerca de las instalaciones de los campamentos, por lo que el ingreso de personal no autorizado a las áreas de tratamiento de aguas residuales es poco probable, a excepción de las condiciones del campamento Tangua en donde se requiere transportar las aguas tratadas con un vehículo hasta un tanque de almacenamiento sobre la corriente receptora.

4.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

Siendo la vulnerabilidad la susceptibilidad de los elementos físicos de verse afectados en mayor o menor grado ante una situación catastrófica, se determinó que el SGV representa el punto más sensible o afectable durante la ocurrencia de alguna(s) de las amenazas socioculturales, operativas y naturales identificadas y descritas previamente.

En consecuencia, fenómenos como las inundaciones, los sismos y los movimientos de remoción en masa podrían afectar los sistemas de tuberías que conducen las aguas residuales desde su generación hasta la PTAR y desde ésta hacia el punto de descarga, bien sea la Qda. La Magdalena o los campos de infiltración localizados al interior de los campamentos Tangua y Cebadal. Además de esto, otro elemento que podría verse afectado corresponde a los tanques de almacenamiento y demás estructuras o unidades de tratamiento como las trampas de grasas, pozos sépticos, desarenadores, filtros anaerobios, etc., dando como resultado averías, fugas, rupturas y demás daños a su infraestructura e integridad.

Por otra parte, las amenazas operativas tendrían un efecto considerable sobre la conectividad del tren de tratamiento y su óptimo funcionamiento, resultando en la alteración de las cargas de diseño, la resuspensión de sólidos, la disminución de la población de microorganismos anaerobios en el FAFA, el desborde de las unidades de almacenamiento, taponamiento de tuberías, entre otros, lo cual sin duda tendría repercusiones negativas sobre la depuración de los vertimientos y podría conllevar en condiciones críticas a la descarga de los mismos sobre el agua y/o el suelo sin un tratamiento adecuado.

En el Cuadro 4.12 se presenta entonces la relación entre la probabilidad y la severidad de las amenazas identificadas con el fin de determinar la vulnerabilidad de los elementos del SGV.

Cuadro 4.12 Matriz de valoración de la vulnerabilidad

No	AMENAZA	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	VULNERABILIDAD
1	Movimientos sísmicos	D – Probable	3 – Regular	Media
2	Remoción en masa	C – Ocasional	3 – Regular	Media
3	Inundaciones y/o avenidas torrenciales (tormentas)	B – Remota	3 – Regular	Baja
4	Socavación en las márgenes de la Qda. La Magdalena	C – Ocasional	1 – Muy Leve	Baja
5	Incendios naturales	B – Remota	3 – Regular	Baja
6	Erupciones volcánicas	B – Remota	3 – Regular	Baja
7	Fallo en los componentes mecánicos de la planta	D – Probable	2 – Leve	Media
8	Fallo en los sistemas y redes de conducción del agua residual	C – Ocasional	2 – Leve	Media
9	Producción excesiva de lodos residuales	D – Probable	1 – Muy Leve	Baja
10	Sobrepaso del caudal de diseño del sistema de tratamiento	B – Remota	2 – Leve	Baja
11	Ingreso al sistema de sustancias tóxicas para el tratamiento biológico (FAFA)	C – Ocasional	3 – Regular	Media
12	Contacto con agentes externos biológicamente peligrosos	C – Ocasional	1 – Muy Leve	Baja
13	Robo y/o daño de equipos y sabotaje de la operación del sistema de tratamiento	B – Remota	3 – Regular	Baja

Fuente: El Consultor, 2017

4.4 CONSOLIDACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO

La valoración del riesgo se realizó mediante una matriz RAM, de acuerdo a la metodología expuesta anteriormente. En el Cuadro 4.13 se presenta la calificación dada a cada una de las amenazas identificadas con una explicación de las consecuencias relacionadas.

Cuadro 4.13 Evaluación de riesgos del SGV – Metodología RAM

TIPO DE AMENAZA	IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS - RAM																				
				PERSONAS	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	ECONÓMICA	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	AMBIENTAL	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	CLIENTES	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	IMAGEN	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO
Amenazas Externas	Movimientos sísmicos	Natural	Durante la operación del SGV	Lesiones que afectan el desempeño laboral por largo tiempo y pueden generar daños irreversibles sin pérdida de vida	4	D	H	Grave (daños mayores) – Pérdida parcial en la operación del sistema	4	D	H	Contaminaciones localizadas – Afectaciones en el predio y recuperación en el mediano plazo	3	D	M	Circunstancias planeadas o no planeadas, que afectan la operación normal del sistema	1	D	L	Ningún impacto – No es de interés debido a que es una amenaza de origen natural	0	D	N	H
	Remoción en masa	Natural	Durante la operación del SGV	Lesiones menores sin incapacidad, pueden requerir primeros auxilios y tratamiento médico	2	C	L	Marginal (daños leves) – No hay interrupción de la actividad	2	C	L	Efectos leves – Acciones de remediación en el inmediato plazo y afectaciones temporales	1	C	N	Ningún impacto al cliente	0	C	N	Ningún impacto – No es de interés debido a que es una amenaza de origen natural	0	C	N	L
	Inundaciones / avenidas torrenciales (tormentas)	Natural	Durante la operación del SGV	Lesiones leves con atención en el sitio de trabajo, no causan incapacidad	1	B	N	Severo (daños locales) – Pérdidas económicas por parada temporal, lucro cesante o responsabilidad civil	3	B	L	Contaminaciones localizadas – Afectaciones en el predio y recuperación en el mediano plazo	3	B	L	Implica quejas y/o reclamos menores	2	B	N	Ningún impacto – No es de interés debido a que es una amenaza de origen natural	0	B	N	L

TIPO DE AMENAZA	IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS - RAM																				
				PERSONAS	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	ECONÓMICA	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	AMBIENTAL	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	CLIENTES	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	IMAGEN	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO
	Socavación en las márgenes de la Qda. La Magdalena	Natural	Durante la operación del SGV	Ninguna lesión	0	C	N	Marginal (daños leves) – No hay interrupción de la actividad	1	C	N	Efectos leves – Acciones de remediación en el inmediato plazo y afectaciones temporales	1	C	N	Circunstancias planeadas o no planeadas, que afectan la operación normal del sistema	1	C	N	Ningún impacto – No es de interés debido a que es una amenaza de origen natural	0	C	N	N
	Incendios naturales	Natural	Durante la operación del SGV	Lesiones que producen tiempo perdido y afectan el rendimiento laboral	3	B	L	Importante (daños menores) – Interrupción breve de la actividad	2	B	N	Contaminaciones localizadas – Afectaciones en el predio y recuperación en el mediano plazo	3	B	L	Implica quejas y/o reclamos mayores	3	B	L	Ningún impacto – No es de interés debido a que es una amenaza de origen natural	0	B	N	L
	Erupciones volcánicas	Natural	Durante la operación del SGV	Lesiones que producen tiempo perdido y afectan el rendimiento laboral	3	B	L	Importante (daños menores) – Interrupción breve de la actividad	2	B	N	Efectos menores – Sin efectos duraderos y recuperación en el corto plazo	2	B	N	Circunstancias planeadas o no planeadas, que afectan la operación normal del sistema	1	B	N	Ningún impacto – No es de interés debido a que es una amenaza de origen natural	0	B	N	L

TIPO DE AMENAZA	IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS - RAM																				
				PERSONAS	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	ECONÓMICA	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	AMBIENTAL	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	CLIENTES	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	IMAGEN	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO
Amenazas Internas	Robo y/o daño de equipos y sabotaje de la operación del sistema de tratamiento	Socioculturales y de orden público	Durante la operación del SGV	Ninguna lesión	0	B	N	Grave (daños mayores) – Pérdida parcial en la operación del sistema	4	B	M	Efectos menores – Sin efectos duraderos y recuperación en el corto plazo	2	B	N	Implica quejas y/o reclamos mayores	3	B	L	Afectación interna – Situación de conocimiento interno de la empresa	1	B	N	M
	Fallo en los componentes mecánicos de la planta	Operativa	Durante la operación del SGV	Ninguna lesión	0	D	N	Importante (daños menores) – Interrupción breve de la actividad	2	D	L	Contaminaciones localizadas – Afectaciones en el predio y recuperación en el mediano plazo	3	D	M	Implica quejas y/o reclamos menores	2	D	L	Afectación interna – Situación de conocimiento interno de la empresa	1	D	L	M
	Fallo en los sistemas y redes de conducción del agua residual	Operativa	Durante la operación del SGV	Ninguna lesión	0	C	N	Grave (daños mayores) – Pérdida parcial en la operación del sistema	4	C	M	Contaminaciones mayores – Afectaciones graves o dispersas con molestia a la comunidad	4	C	M	Implica quejas y/o reclamos menores	2	C	L	Afectación local a pequeña escala	2	C	L	M
	Producción excesiva de lodos residuales	Operativa	Durante la operación del SGV	Ninguna lesión	0	D	N	Importante (daños menores) – Interrupción breve de la actividad	2	D	L	Efectos menores – Sin efectos duraderos y recuperación en el corto plazo	2	D	L	Circunstancias planeadas o no planeadas, que afectan la operación normal del sistema	1	D	L	Afectación interna – Situación de conocimiento interno de la empresa	1	D	L	L
	Sobrepaso del caudal de diseño del sistema de tratamiento	Operativa	Durante la operación del SGV	Ninguna lesión	0	B	N	Importante (daños menores) – Interrupción breve de la actividad	2	B	N	Efectos leves – Acciones de remediación en el inmediato plazo y afectaciones temporales	1	B	N	Circunstancias planeadas o no planeadas, que afectan la operación normal del sistema	1	B	N	Afectación interna – Situación de conocimiento interno de la empresa	1	B	N	N

TIPO DE AMENAZA	IDENTIFICACIÓN	CLASIFICACIÓN	TIEMPO DE EXPOSICIÓN	MATRIZ DE EVALUACIÓN DE RIESGOS - RAM																				
				PERSONAS	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	ECONÓMICA	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	AMBIENTAL	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	CLIENTES	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	IMAGEN	CONSECUENCIA	PROBABILIDAD	RIESGO	VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO
	Ingreso al sistema de sustancias tóxicas para el tratamiento biológico (FAFA)	Operativa	Durante la operación del SGV	Ninguna lesión	0	C	N	Importante (daños menores) – Interrupción breve de la actividad	2	C	L	Sin efectos o modificaciones al ambiente	0	C	N	Circunstancias planeadas o no planeadas, que afectan la operación normal del sistema	1	C	N	Afectación interna – Situación de conocimiento interno de la empresa	1	C	N	L
	Contacto con agentes externos biológicamente peligrosos	Operativa	Durante la operación del SGV	Lesiones que producen tiempo perdido y afectan el rendimiento laboral	3	C	M	Severo (daños locales) – Pérdidas económicas por parada temporal, lucro cesante o responsabilidad civil	3	C	M	Efectos leves – Acciones de remediación en el inmediato plazo y afectaciones temporales	1	C	N	Implica quejas y/o reclamos mayores	3	C	M	Afectación interna – Situación de conocimiento interno de la empresa	1	C	N	M

Fuente: El Consultor, 2017

Luego de aplicar la metodología RAM para la evaluación de los riesgos derivados de las amenazas identificadas fue posible obtener una valoración global para cada una de ellas, las cuales se presentan de forma resumida en el Cuadro 4.14. Adicionalmente, se realizó la priorización de los riesgos teniendo como criterio de selección aquellas amenazas con los niveles “Medio (M)” – “Alto (H)” – “Muy alto (VH)”, las cuales serán objeto de la formulación y descripción de medidas de control en la siguiente sección.

Cuadro 4.14 Síntesis de las valoraciones globales del riesgo

No.	AMENAZA	EVALUACIÓN DEL RIESGO		
		VALORACIÓN GLOBAL	NIVEL DEL RIESGO	PRIORIZACIÓN DEL RIESGO
1	**Movimientos sísmicos**	H	Alto	✓
2	Remoción en masa	L	Bajo	X
3	Inundaciones y/o avenidas torrenciales (tormentas)	L	Bajo	X
4	Socavación en las márgenes de la Qda. La Magdalena	N	Ninguno	X
5	Incendios naturales	L	Bajo	X
6	Erupciones volcánicas	L	Bajo	X
7	**Fallo en los componentes mecánicos de la planta**	M	Medio	✓
8	**Fallo en los sistemas y redes de conducción del agua residual**	M	Medio	✓
9	Producción excesiva de lodos residuales	L	Bajo	X
10	Sobrepaso del caudal de diseño del sistema de tratamiento	N	Ninguno	X
11	Ingreso al sistema de sustancias tóxicas para el tratamiento biológico (FAFA)	L	Bajo	X
12	**Contacto con agentes externos biológicamente peligrosos**	M	Medio	✓
13	**Robo y/o daño de equipos y sabotaje de la operación del sistema de tratamiento**	M	Medio	✓

Fuente: El Consultor, 2017

5. PROCESO DE REDUCCIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL SISTEMA DE GESTIÓN DEL VERTIMIENTO

A partir del análisis y la priorización de riesgos llevada a cabo en la sección anterior se determinó que de las trece (13) amenazas identificadas, son cinco (5) las que debido a sus características y niveles de riesgo requieren de la formulación de medidas para prevenir, controlar y mitigar los impactos negativos ocasionados al ambiente. Para la descripción de dichas medidas de gestión fue necesario diligenciar la Ficha No. 1 – Proceso de reducción del riesgo, la cual hace parte de los Términos de Referencia para la elaboración del PGRMV y contiene información sobre el usuario, las metas y objetivos de las medidas propuestas, sus responsables, plazos de ejecución, cronograma de actividades y mecanismos e indicadores de seguimiento.

Es importante mencionar que las medidas se dividen en dos (2) categorías principales, Medidas Estructurales: Intervenciones físicas para controlar la amenaza (obras de ingeniería, barreras de contención, dragados, etc.) y Medidas No Estructurales: Correspondientes a la formación de los equipos de respuesta, capacitaciones, acciones informativas y/o políticas encaminadas al manejo de situaciones y eventos desastrosos. Finalmente, a continuación se exponen las medidas formuladas para los riesgos priorizados:

5.1 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS SÍSMICOS

Cuadro 5.1 Proceso de reducción del riesgo – Movimientos sísmicos

IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO					
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: Consorcio SH					
DIRECCIÓN: Calle 17 # 13 – 13	VEREDA: Barrio Fátima		MUNICIPIO: Pasto		
DEPARTAMENTO: Nariño	REPRESENTANTE LEGAL: José Ignacio Sanz Delgado				
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO					
FECHA DE ELABORACIÓN: 20/06/2017	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL	☐	NO ESTRUCTURAL	X
OBJETIVO: Minimizar la probabilidad de afectación del personal y del SGV ante la ocurrencia de eventos sísmicos.					
META: Proteger al personal ante la ocurrencia de un sismo y garantizar el tratamiento y la descarga de las aguas residuales sin afectación por la ocurrencia de sismos.					
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA: • Realizar revisiones continuas a todos los elementos del sistema de gestión del vertimiento, para identificar y reparar fisuras o daños en el sistema, manteniéndolo lo más resistente posible. • Identificar y definir las zonas seguras (puntos de encuentro) y rutas de evacuación de personal, de acuerdo con el plan de emergencias establecido en el proyecto. • Capacitar al personal sobre las acciones a tomar en caso de presentarse un sismo.					

RESPONSABLE: Director de Obra Residente ambiental	PLAZO PARA LA EJECUCIÓN: De forma permanente durante la operación del sistema.

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN:

Con el fin de implementar las acciones propuestas, los operarios encargados de la operación del sistema, deben estar presentes durante todo el proceso de operación con el fin de revisar constantemente las condiciones del sistema. De la misma manera, este será capacitado periódicamente sobre las medidas a tomar en caso de presentarse un sismo.

Siempre que ocurra un sismo, deberá efectuarse una inspección de las estructuras de la PTAR con el fin de identificar fisuras o daños. En caso que se halle un daño, se debe reportar con el Director de Obra y Residente Ambiental, el cual se encargará de gestionar su reparación. Se deben efectuar simulacros de evacuación para que todo el personal se familiarice con los puntos de encuentro y las rutas principales de salida.

NOMBRE DE LA MEDIDA:	COSTO:	CRONOGRAMA					
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Simulacros	El costo de las medidas se encuentra inmerso en el pago mensual de los operarios de la PTAR						
Prevención de afectación por sismos		Las acciones mencionadas deberán llevarse a cabo permanentemente durante la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales (ARD y ARnD).					

MECANISMOS DE SEGUIMIENTO:	INDICADORES DE SEGUIMIENTO:
• Se llevará a cabo el diligenciamiento de reportes de las revisiones efectuadas en una bitácora con los hallazgos de daños y reparaciones, por parte del personal operativo. • Así mismo, se llevará registro de las capacitaciones efectuadas.	• Número de anomalías identificadas / Número de anomalías reparadas • Trabajadores capacitados / mes • Simulacros efectuados / año

Fuente: El Consultor, 2017

5.2 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL FALLO DE COMPONENTES MECÁNICOS DE LA PLANTA

Cuadro 5.2 Proceso de reducción del riesgo – Fallo de componentes mecánicos

IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO		
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: Consorcio SH		
DIRECCIÓN: Calle 17 # 13 – 13	VEREDA: Barrio Fátima	MUNICIPIO: Pasto
DEPARTAMENTO: Nariño	REPRESENTANTE LEGAL: José Ignacio Sanz Delgado	

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO					
FECHA DE ELABORACIÓN: 20/06/2017	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL	☐	NO ESTRUCTURAL	X

OBJETIVO:

Reducir la probabilidad de daño de los componentes mecánicos del SGV para mantener su buen estado de operación y evitar la descarga del vertimiento sin el adecuado tratamiento.

<table>
<tr><td colspan="8">META:
Mantener en óptimo estado de operación el SGV</td></tr>
<tr><td colspan="8">DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA:
• Realizar la verificación semanal de los elementos mecánicos que conforman el SGV: inspección del estado de las bombas y válvulas de control
• Disponer permanentemente de equipos mecánicos de repuesto para el reemplazo de los elementos que puedan fallar.
• Efectuar mantenimiento preventivo a todos los elementos mecánicos del sistema, conforme a las recomendaciones del fabricante y el plan de mantenimiento.
• Realizar un proceso de limpieza mensual (o antes en caso de que sea programado por una revisión semanal) de los componentes que conforman el sistema con el fin de prevenir su deterioro y posterior fallo. Para ello se recomienda adoptar las medidas propuestas en el manual de mantenimiento de la PTAR.
• Informar regularmente al Director de Obra sobre el estado de los componentes del sistema.
• Capacitar a todos los operarios involucrados en el control del SGV, sobre el adecuado manejo de los componentes mecánicos y estructurales.</td></tr>
<tr><td colspan="4">RESPONSABLE:
Residente ambiental</td><td colspan="4">PLAZO PARA LA EJECUCIÓN:
De forma permanente durante la operación del sistema.</td></tr>
<tr><td colspan="8">ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN:
Con el fin de implementar las acciones propuestas, los operarios encargados de la operación de la PTAR, deberán estar presentes durante todo el proceso de operación con el fin de monitorear constantemente su funcionamiento. De la misma manera, se realizarán capacitaciones periódicamente sobre el buen manejo de los componentes del SGV y sobre la función que cumple cada uno de los equipos y unidades que lo conforman.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">NOMBRE DE LA MEDIDA:</td><td rowspan="2">COSTO:</td><td colspan="6">CRONOGRAMA</td></tr>
<tr><td>MES 1</td><td>MES 2</td><td>MES 3</td><td>MES 4</td><td>MES 5</td><td>MES 6</td></tr>
<tr><td>Mantenimiento equipos</td><td rowspan="2">El costo de las medidas se encuentra inmerso en el pago mensual de los operarios de la PTAR</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Prevención de fallos en los elementos mecánicos del SGV</td><td colspan="6">Las acciones mencionadas deberán llevarse a cabo permanentemente durante la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales (ARD y ARnD).</td></tr>
<tr><td colspan="5">MECANISMOS DE SEGUIMIENTO:
• Se llevará a cabo el diligenciamiento de una bitácora en la que quede como constancia las observaciones realizadas por el operario encargado de la verificación de los componentes mecánicos del sistema, las anomalías presentadas y la solicitud de repuestos en caso de que haya necesidad de realizar el reemplazo de alguna parte del sistema.</td><td colspan="3">INDICADORES DE SEGUIMIENTO:
• Número de anomalías identificadas / Número de anomalías reparadas en el mes</td></tr>
</table>

Fuente: El Consultor, 2017

5.3 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL FALLO EN LOS SISTEMAS Y REDES DE CONDUCCIÓN DEL AGUA RESIDUAL

Cuadro 5.3 Proceso de reducción del riesgo – Fallo en los sistemas de conducción

IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO		
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: Consorcio SH		
DIRECCIÓN: Calle 17 # 13 – 13	VEREDA: Barrio Fátima	MUNICIPIO: Pasto
DEPARTAMENTO: Nariño	REPRESENTANTE LEGAL: José Ignacio Sanz Delgado	

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO					
FECHA DE ELABORACIÓN: 20/06/2017	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL	☐	NO ESTRUCTURAL	X

OBJETIVO:

Reducir la probabilidad de daño de las tuberías de conducción del agua residual y evitar fugas al suelo y/o al subsuelo.

META:

Mantener en óptimo estado de operación el sistema de conducción del SGV

DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA:

- Realizar inspección semanal del estado de las tuberías y reportar al Residente ambiental la presencia de goteos y/ o fugas para gestionar su reparación.
- Disponer de mangueras (para uso provisional) y tuberías de repuesto (para reemplazo), en caso de que alguna parte de la tubería presente una avería significativa.
- Para el caso de transporte de aguas residuales por carro tanque, se deberá efectuar una revisión periódica del vehículo para evitar fallas mecánicas. Asi mismo, se verificará que el carro tanque no presente fugas.
- Efectuar mantenimiento preventivo a toda la red de conducción del SGV, conforme a las recomendaciones del fabricante.
- Aplicar anticorrosivo y anti-incrustantes a las tuberías para prevenir su desgaste.
- Informar regularmente al Director de obra sobre el estado de los equipos de control.
- Capacitar a todos los operarios involucrados en el control del SGV, sobre el adecuado manejo de los componentes mecánicos y estructurales.

RESPONSABLE:	PLAZO PARA LA EJECUCIÓN:
Residente ambiental Operarios y técnicos del SGV	De forma permanente durante la operación del sistema.

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN:

Con el fin de implementar las acciones propuestas, los operarios encargados de la operación de la planta, deben estar presentes durante todo el proceso de operación con el fin de monitorear constantemente su funcionamiento. De la misma manera, este será capacitado periódicamente respecto al buen manejo de la PTAR.

NOMBRE DE LA MEDIDA:	COSTO:	CRONOGRAMA					
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6

Prevención de fallo en los sistemas de conducción de agua residual.	El costo de las medidas se encuentra inmerso en el pago mensual de los operarios de la PTAR	Las acciones mencionadas deberán llevarse a cabo permanentemente durante la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales (ARD y ARnD).
MECANISMOS DE SEGUIMIENTO: • Se llevará a cabo el diligenciamiento de una bitácora en la que quede como constancia las observaciones realizadas por el operario encargado de la verificación de las tuberías del sistema, las anomalías presentadas y la requisición de repuestos en caso de que haya necesidad de realizar el reemplazo de alguna parte del sistema.		INDICADORES DE SEGUIMIENTO: • Número de anomalías identificadas / Número de anomalías reparadas en el mes

Fuente: El Consultor, 2017

5.4 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL CONTACTO CON AGENTES EXTERNOS BIOLÓGICAMENTE PELIGROSOS

Cuadro 5.4 Proceso de reducción del riesgo – Contacto con agentes peligrosos

IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO					
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: Consorcio SH					
DIRECCIÓN: Calle 17 # 13 – 13	VEREDA: Barrio Fátima		MUNICIPIO: Pasto		
DEPARTAMENTO: Nariño	REPRESENTANTE LEGAL: José Ignacio Sanz Delgado				
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO					
FECHA DE ELABORACIÓN: 20/06/2017	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL	☐	NO ESTRUCTURAL	X
OBJETIVO: Disminuir la probabilidad de afectación de la salud de los trabajadores por agentes biológicos.					
META: Mantener al personal del sistema protegido ante el riesgo biológico propio de las actividades de tratamiento de aguas residuales evitando incapacidades laborales.					

DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA:

- Dotar a los empleados encargados de la inspección y el mantenimiento del SGV de los Elementos de Protección Personal (EPP) necesarios para la realización de sus labores y capacitarlos sobre su uso:
  - Guantes
  - Gafas de protección
  - Botas
  - Tapabocas industrial o mascarilla con filtro de carbón activado, según la actividad.
  - Ropa de trabajo (overol, delantales, entre otros.)
- Capacitar al operario que desarrolle actividades de mantenimiento-limpieza y operaciones, en los aspectos propios de cada tarea, así como sobre las precauciones que deben tener en cuenta antes, durante y después de realizar la operación, y cómo proceder en caso de un accidente.
- Prohibir el consumo de alimentos y/o bebidas en las zonas de trabajo.
- Capacitar al personal en buenos hábitos de higiene.
- Realizar un seguimiento periódico al cumplimiento del esquema de vacunación de los trabajadores:
  - Tétanos
  - Fiebre tifoidea
  - Influenza
  - Hepatitis A y B
- Efectuar un seguimiento periódico del estado de salud de los trabajadores mediante chequeos médicos (exámenes periódicos de salud ocupacional).

RESPONSABLE:	PLAZO PARA LA EJECUCIÓN:
Residente ambiental Residente SISO Operarios y técnicos de la PTAR	De forma permanente durante la operación del sistema.

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN:

El personal será sometido a procesos de capacitación, los cuales se mantendrán periódicamente. En la capacitación inicial se hará entrega de los elementos de protección personal y se divulgará la obligatoriedad del esquema de vacunación. Finalmente, se efectuará un examen médico anual con el fin de determinar el estado de salud de los empleados.

NOMBRE DE LA MEDIDA:	COSTO:	CRONOGRAMA					
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Prevención de afectación en la salud por elementos biológicamente peligrosos.	El costo de las medidas se encuentra inmerso dentro de los gastos administrativos de salud ocupacional.	• La entrega de EPP se efectuará previamente al inicio de la capacitación del operario del sistema. • Los chequeos médicos se realizarán anualmente. • Las capacitaciones se realizarán conforme al cronograma de capacitaciones incluido en el plan estratégico del presente PGRMV.					

MECANISMOS DE SEGUIMIENTO:	INDICADORES DE SEGUIMIENTO:
• Se llevará un listado de las capacitaciones realizadas al operario. Además, se contará con registro de entrega de EPP así como de vacunación. También se verificará la asistencia a los chequeos médicos por medio del registro de los resultados entregados por el médico. Finalmente, se efectuarán inspecciones periódicas de higiene industrial..	• Número de capacitaciones realizadas / año • Registro de entrega de EPP • Registro capacitaciones ARL

Fuente: El Consultor, 2017

5.5 MEDIDAS DE REDUCCIÓN DEL RIESGO POR EL ROBO Y/O DAÑO DE EQUIPOS Y SABOTAJE DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Cuadro 5.5 Proceso de reducción del riesgo – Robo, daño y sabotaje de la operación

IDENTIFICACIÓN DEL USUARIO		
NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: Consorcio SH		
DIRECCIÓN: Calle 17 # 13 – 13	VEREDA: Barrio Fátima	MUNICIPIO: Pasto
DEPARTAMENTO: Nariño	REPRESENTANTE LEGAL: José Ignacio Sanz Delgado	

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE REDUCCIÓN DEL RIESGO					
FECHA DE ELABORACIÓN: 20/06/2017	TIPO DE MEDIDA:	ESTRUCTURAL	☐	NO ESTRUCTURAL	X
OBJETIVO: Prevenir el robo de equipos y partes del sistema de tratamiento de agua residual que impidan su operación.					
META: Evitar que se presenten robos de equipos que deterioren la operación de la PTAR.					
DESCRIPCIÓN DE LA ACCIÓN PROPUESTA: • Restringir el acceso de personas al área donde se localiza el sistema de tratamiento. • Efectuar inspecciones semanales, por lo menos dos veces, para corroborar que el sistema se encuentre operando de manera regular, y revisar que cuente con todos sus equipos. • Se deberá efectuar un inventario de los equipos con que cuenta el SGV. Este inventario será revisado periódicamente para constatar que todos los equipos se encuentren instalados y funcionando. • En caso de robo de algún equipo, se deberá notificar al residente ambiental para que se efectúe la compra e instalación del nuevo equipo por parte de personal capacitado. • El operario del SGV o persona encargada de verificar su operación y efectuar su mantenimiento, deberá estar capacitado en el uso de este sistema.					
RESPONSABLE: Residente ambiental Operarios y técnicos del SGV	PLAZO PARA LA EJECUCIÓN: De forma permanente durante la operación del sistema.				

ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN: Con el fin de implementar las acciones propuestas, el operario encargado del SGV debe inspeccionar semanalmente el sistema de tratamiento. De la misma manera, este será capacitado periódicamente respecto al buen manejo de la planta y la función que cumple cada uno de los equipos. Así mismo, deberá contar con un equipo de comunicación para informar cualquier evento al residente ambiental.							
NOMBRE DE LA MEDIDA:	COSTO:	CRONOGRAMA					
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Inspección periódica de inventarios	El costo de las medidas se encuentra inmerso en el pago mensual de los operarios del SGV						
MECANISMOS DE SEGUIMIENTO: • Se llevará a cabo el diligenciamiento del inventario. • En la minuta se deberá reportar el resultado de las inspecciones o el robo de equipos, anotando la fecha del evento e identificando el equipo que fue robado.				INDICADORES DE SEGUIMIENTO: • Número de robos presentados / mes o año • Inventario de equipos objeto de robo y costos asociados incurridos.			

Fuente: El Consultor, 2017

6. PROCESO DE MANEJO DEL DESASTRE

6.1 PREPARACIÓN PARA LA RESPUESTA

Dentro de los programas de preparación para situaciones de emergencia y respuesta a desastres se deben realizar diferentes acciones. A continuación se mencionan algunas consideradas como prioritarias:

- Garantizar que la reducción del riesgo de desastres sea una prioridad para la operación del sistema de gestión de vertimiento.
- Divulgar y socializar la información sobre los riesgos presentes en la actividad y el conocimiento de medidas de reducción.
- Fortalecer la preparación para la respuesta.

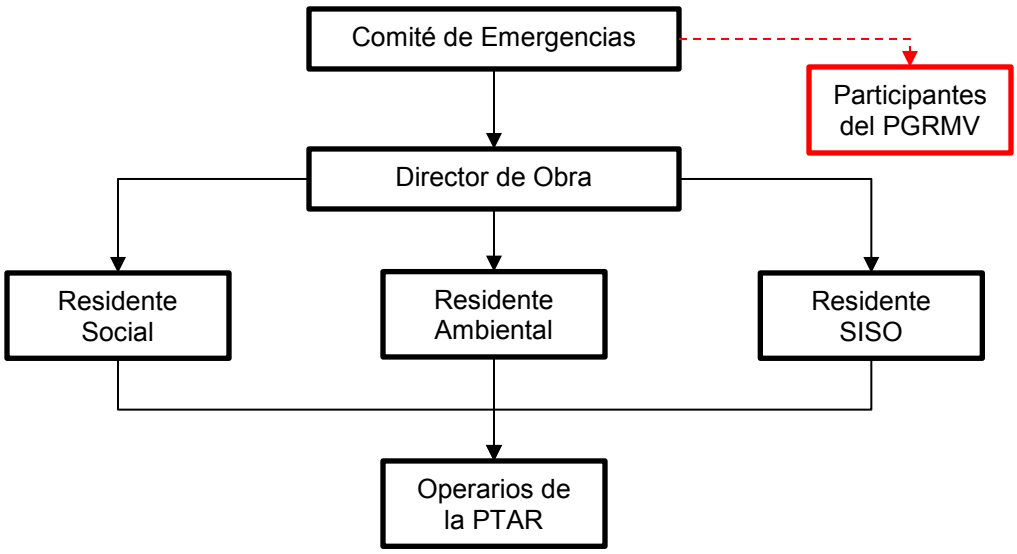
A continuación se presenta la preparación prevista para responder ante las emergencias y contingencias, de acuerdo con el análisis de riesgos.

6.1.1 PLAN ESTRATÉGICO

6.1.1.1 Estructura organizacional

La estructura organizacional para el PGRMV se diseñó con base en la distribución del núcleo socioambiental, administrativo y operativo de la empresa, definiendo de forma jerárquica el organigrama con los principales actores involucrados, tal como se muestra en la Figura 6.1:

Figura 6.1 Estructura organizacional del Comité de Emergencias del PGRMV



Fuente: Adaptado de CONCESIONARIA VIAL DEL SUR. Organigramas. 2017

6.1.1.2 Funciones de los participantes del PGRMV

Las funciones y responsabilidades de cada integrante del Comité de Emergencias del PGRMV, se presenta en el Cuadro 6.1:

Cuadro 6.1 Funciones del personal asociado al PGRMV

PERSONAL	FUNCIONES
Director de Obra	Establecer y mantener disponibles los recursos necesarios (económico, personal y equipos) para mantener el sistema en buen estado de operación y dar cumplimiento al PGRMV.
Residente Social	Contribuir en la elaboración de informes sobre el sistema.
	Apoyar el plan de capacitaciones
	Brindar apoyo al Director de Obra para el cumplimiento de sus funciones.
Residente Ambiental	Informar al Director de Obra sobre las eventualidades que presente el SGV
	Programar los mantenimientos del sistema de gestión de vertimientos y reparaciones necesarias
	Programar los monitoreos de calidad del agua del vertimiento para verificar cumplimiento normativo.
Residente SISO	Garantizar que el personal operativo cuente con los Elementos de Protección Personal (EPP), de acuerdo con las labores que desempeñe dentro del SGV.
	Verificar que las labores y actividades se efectúen en conformidad con los manuales y procedimientos establecidos.
	Supervisar el trabajo y los informes presentados por los operarios del SGV en relación con aspectos ocupacionales.
	Efectuar capacitación a los empleados sobre medidas de ahorro del agua, higiene industrial, seguridad y salud en el trabajo, entre otras.
Operarios del SGV	Revisar continuamente la operación del SGV
	Realizar las labores de mantenimiento y limpieza semanal
	Informar al Residente Ambiental en caso que el vertimiento presente cargas

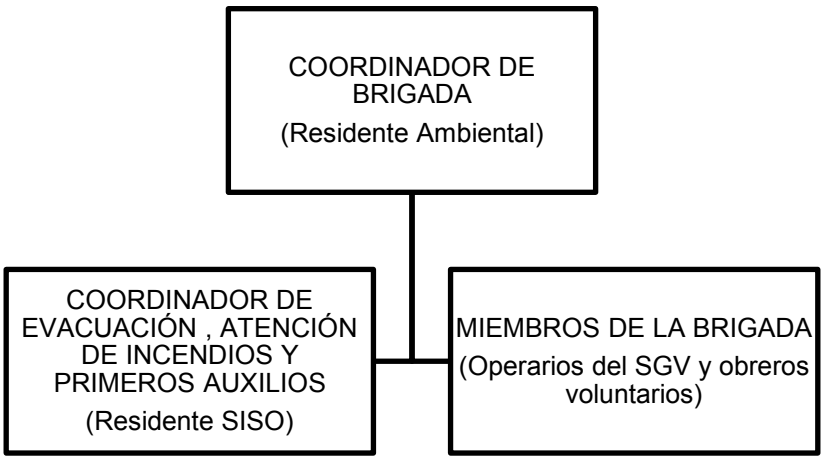
PERSONAL	FUNCIONES
	contaminantes altas que incumplan la normatividad, notificando la presencia de alguna contingencia que impida el tratamiento de las aguas, mantenimientos al sistema de tratamiento y demás actividades.

Fuente: El Consultor, 2017

6.1.1.3 Conformación de la brigada de respuesta

Teniendo en cuenta que la brigada de respuesta está conformada por individuos en capacidad de atender cualquier tipo de contingencia ambiental derivada de la gestión de los vertimientos de ARD y ARnD, en la Figura 6.2 se relacionó su estructura organizacional:

Figura 6.2 Estructura organizacional de la Brigada de Respuesta a Emergencias



Fuente: Adaptado de CONCESIONARIA VIAL DEL SUR. Organigramas. 2017

Las principales funciones de la Brigada de Respuesta se clasifican en las siguientes categorías:

<u>Preventivas:</u>

- Inspeccionar periódicamente el sistema de gestión del vertimiento e informar al administrador acerca de la existencia de factores de riesgo y sugerir medidas de prevención y control al riesgo.
- Difundir cultura de prevención
- Realizar inventarios de recursos para atender emergencias

<u>De respuesta:</u>

- Controlar las emergencias presentadas
- Dar la voz de alarma
- Cooperar con grupos de apoyo externo
- Entregar el lesionado a los cuerpos de ayuda
- Llamar a las entidades de emergencia pertinentes

6.1.1.4 Comunicaciones

Todos los miembros de la brigada de respuesta contarán con un teléfono móvil, el cual deberá permanecer en continuo funcionamiento. De esta manera, ante la ocurrencia de uno de los eventos considerados, se entablará una pronta comunicación entre sus miembros.

También, será vía telefónica la comunicación con el apoyo externo cuando se requiera acudir a él. El apoyo externo provendría principalmente de las siguientes entidades:

- Cuerpo de bomberos del municipio de Pasto.
- Fuerzas Armadas, defensa civil y / o de seguridad física en la zona.
- Centros de salud más cercanos.
- Alcaldía municipal de Tangua.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño - CORPONARIÑO

Además, posterior a la emergencia, se elaborará un informe final de los eventos de emergencia suscitados para la evaluación y toma de decisiones respectivas.

6.1.1.5 Cronograma de capacitaciones

Las capacitaciones a los operarios y personal relacionado con el SGV se realizarán periódicamente y abordarán de forma integral los elementos principales el PGRMV, como se presenta en el Cuadro 6.2:

Cuadro 6.2 Cronograma anual de capacitaciones

CAPACITACIÓN	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Labores de operación y mantenimiento del SGV												
Uso de EPP e higiene en el área de trabajo												
Respuesta ante un movimiento sísmico/incendio												
Sensibilización sobre el tratamiento biológico												

Fuente: El Consultor, 2017

6.1.1.6 Cronograma de simulacros

De igual manera, se llevarán a cabo simulacros de forma periódica para evaluar el nivel de preparación del personal administrativo y operativo para afrontar la ocurrencia de una emergencia, como se presenta en el Cuadro 6.3:

Cuadro 6.3 Cronograma anual de simulacros

SIMULACRO	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Respuesta ante una emergencia (evacuación, primeros auxilios, alarmas, uso de punto de encuentro, actuación en caso de un sismo, incendio)												

Fuente: El Consultor, 2017

6.1.2 PLAN OPERATIVO

El plan operativo establece los procedimientos básicos de la atención o acciones de respuesta a una emergencia, en este plan se definen los mecanismos de notificación, organización y funcionamiento en caso de aplicar el plan de contingencia.

6.1.2.1 Acciones de activación y notificación

Si algún trabajador presencia una situación de emergencia, este deberá comunicarse inmediatamente con el Director de Obra, el cual estará encargado de evaluar el nivel de la emergencia y consecuentemente activar el respectivo plan de contingencia. Posteriormente deberá comunicarse la situación con la Gerencia General de la empresa.

Específicamente, ante la emergencia de vertimiento de aguas residuales sin tratamiento adecuado, los Operarios de la PTAR deberán liderar la pronta reparación del sistema y el máximo almacenamiento posible de las aguas residuales mientras se efectúa tal reparación o ajuste. Además, deberán notificar inmediatamente al Residente Ambiental para que este a su vez reporte lo sucedido a la autoridad ambiental competente.

6.1.2.2 Definición de los niveles de emergencia

Se han definido tres (3) posibles niveles de emergencia de acuerdo con el requerimiento de recursos a emplear para atenderla. En el

Cuadro 6.4 se presenta la clasificación de la emergencia con base en la capacidad de respuesta interna y la necesidad de apoyo externo:

Cuadro 6.4 Niveles de emergencia según la capacidad de atención

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Emergencia que puede ser controlada por el operador de la PTAR sin requerir ningún tipo de apoyo.	Emergencia que puede ser controlada por el operario de la PTAR con apoyo de un proveedor. Las entidades externas de respuesta podrán ser alertadas y convocadas por precaución, pudiendo no ser necesaria su intervención.	Emergencia que requiere la participación del operador y administrador, proveedor de servicios y de entidades de apoyo externo.

Fuente: El Consultor, 2017

6.1.2.3 Procedimientos operativos de respuesta

Los procedimientos generales para la atención de una emergencia son:

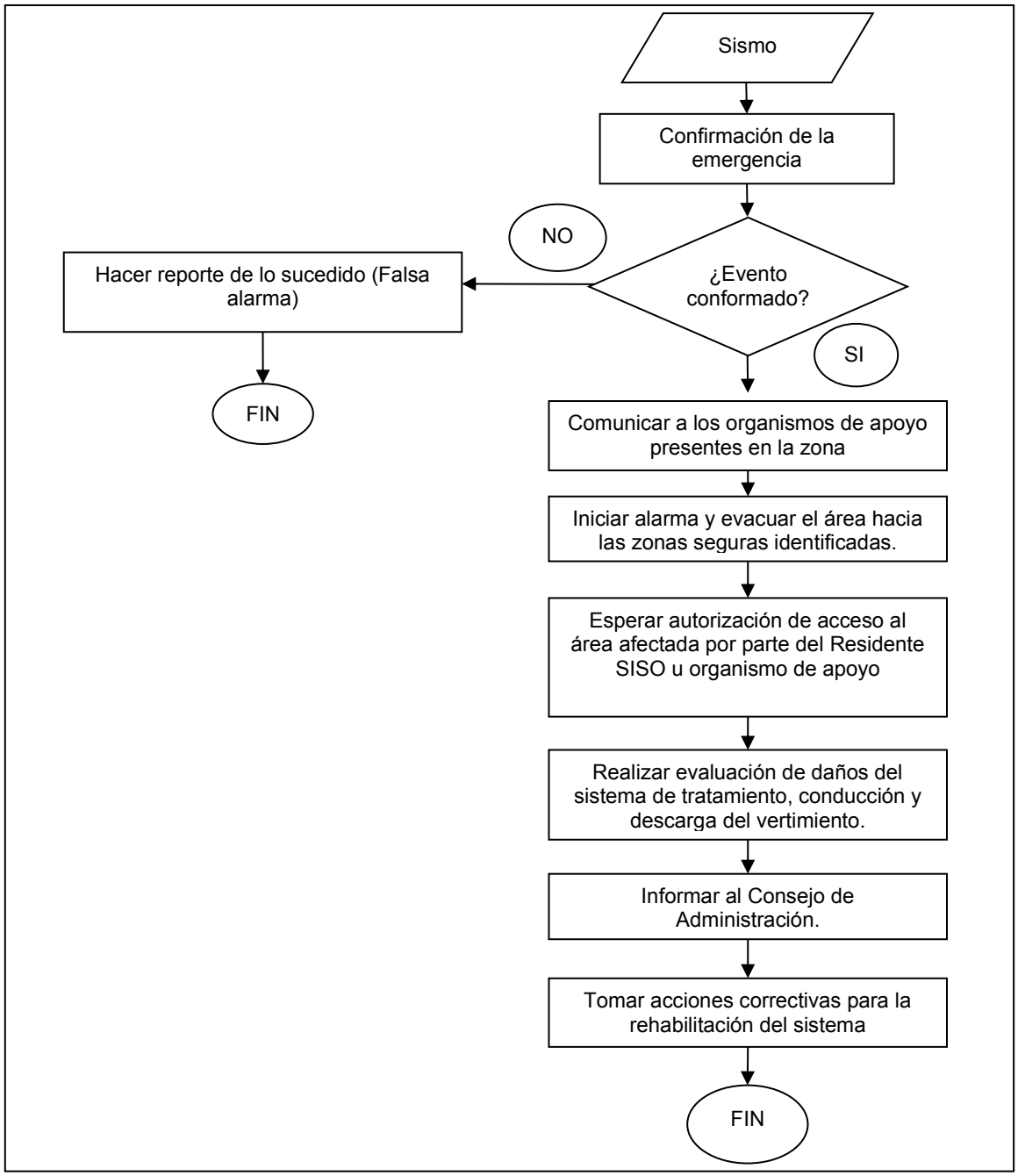
- Identificar el lugar y tipo de emergencia.
- Avisar al Administrador de la emergencia.
- Si hay lesionados trasladarlos para prestación de primeros auxilios al centro de salud más cercano.
- Si la contingencia reviste gravedad solicitar ayuda a los organismos de atención de emergencias.

No obstante, en esta sección se presentan los diferentes procedimientos operativos de respuesta a manera de diagramas de flujo para cada uno de los riesgos analizados y priorizados más atrás en el numeral 4.4 (ver página 48).

- <u>Procedimiento de respuesta para movimientos sísmicos</u>

En caso que se presente un movimiento sísmico, se deberán implementar las acciones establecidas en el diagrama que se presenta en la Figura 6.3:

Figura 6.3 Diagrama de respuesta ante sismos

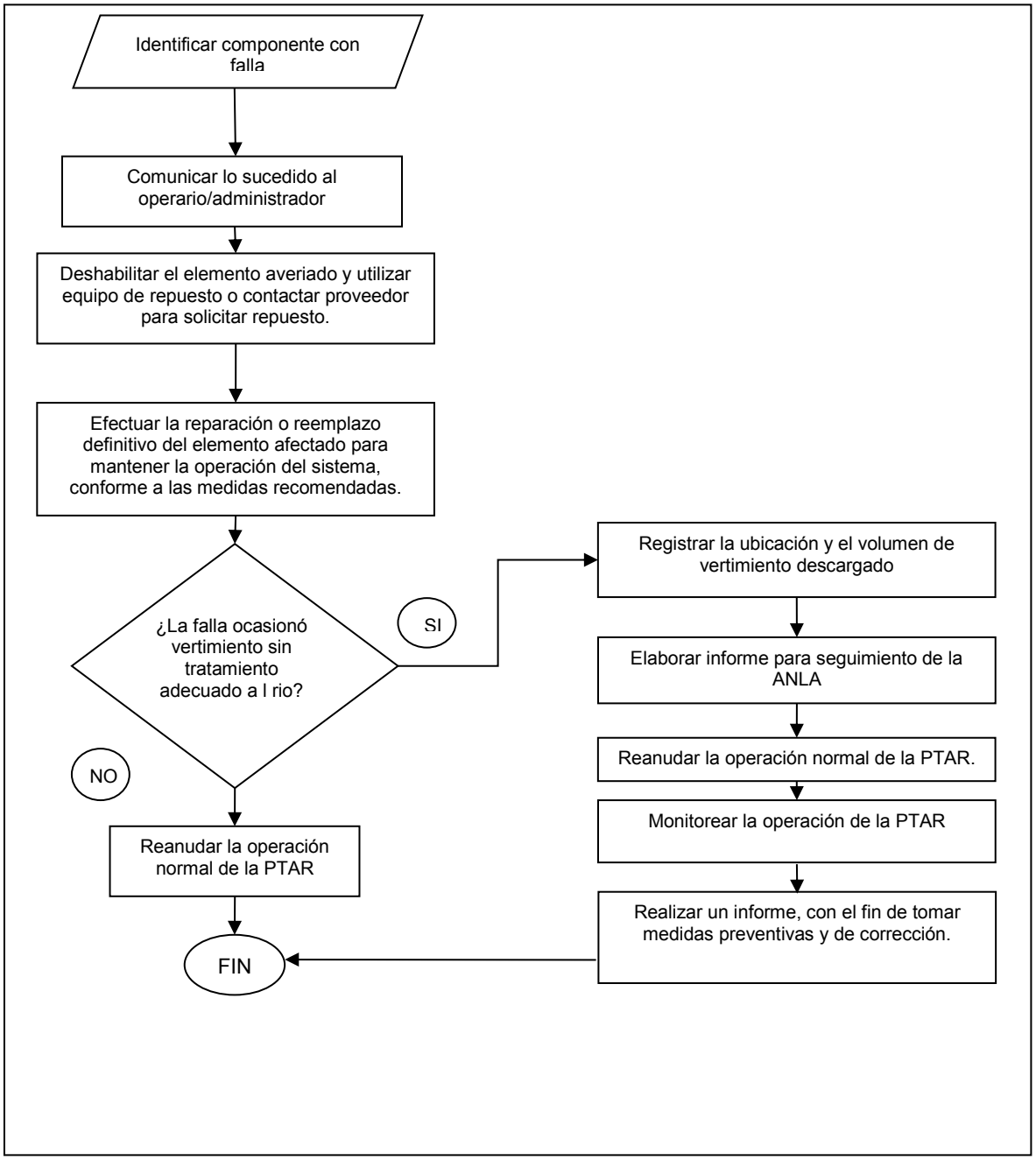


Fuente: El Consultor, 2017

- Procedimiento de respuesta para el fallo de componentes mecánicos de la planta

En caso que se presente un fallo en los componentes mecánicos de la planta (esto es principalmente en bombas y reguladores de caudal), se deberán implementar las acciones establecidas en el diagrama que se ilustrado en la Figura 6.4:

Figura 6.4 Diagrama de respuesta ante el fallo de los componentes mecánicos de la planta

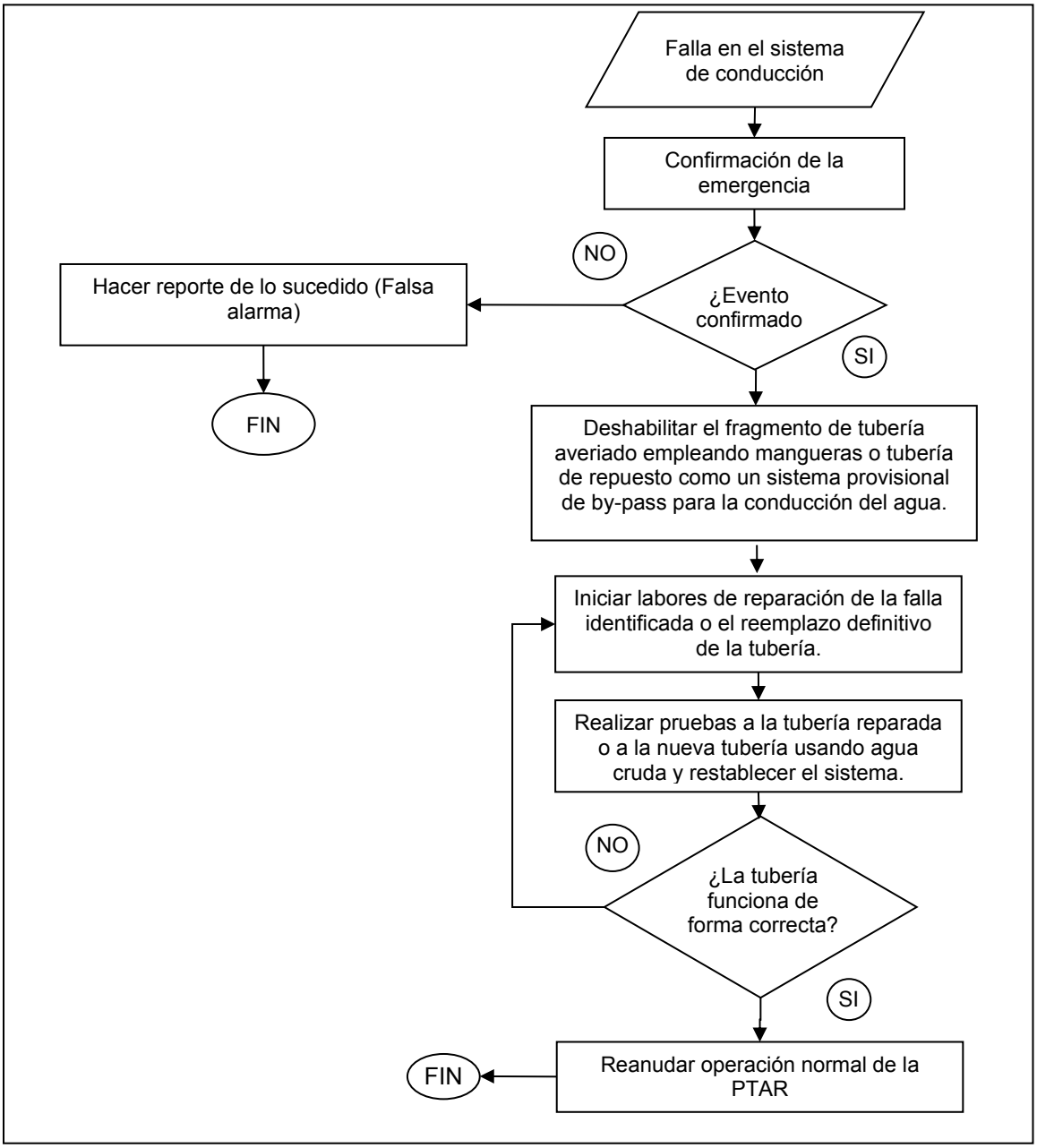


Fuente: El Consultor, 2017

- Procedimiento de respuesta para el fallo de los sistemas de conducción de aguas residuales

En caso que se presente un fallo en los sistemas de conducción de agua residual, se deberán implementar las acciones establecidas en el diagrama que se presenta en la Figura 6.5:

Figura 6.5 Diagrama de respuesta en caso de fallo en los sistemas de conducción de agua residual

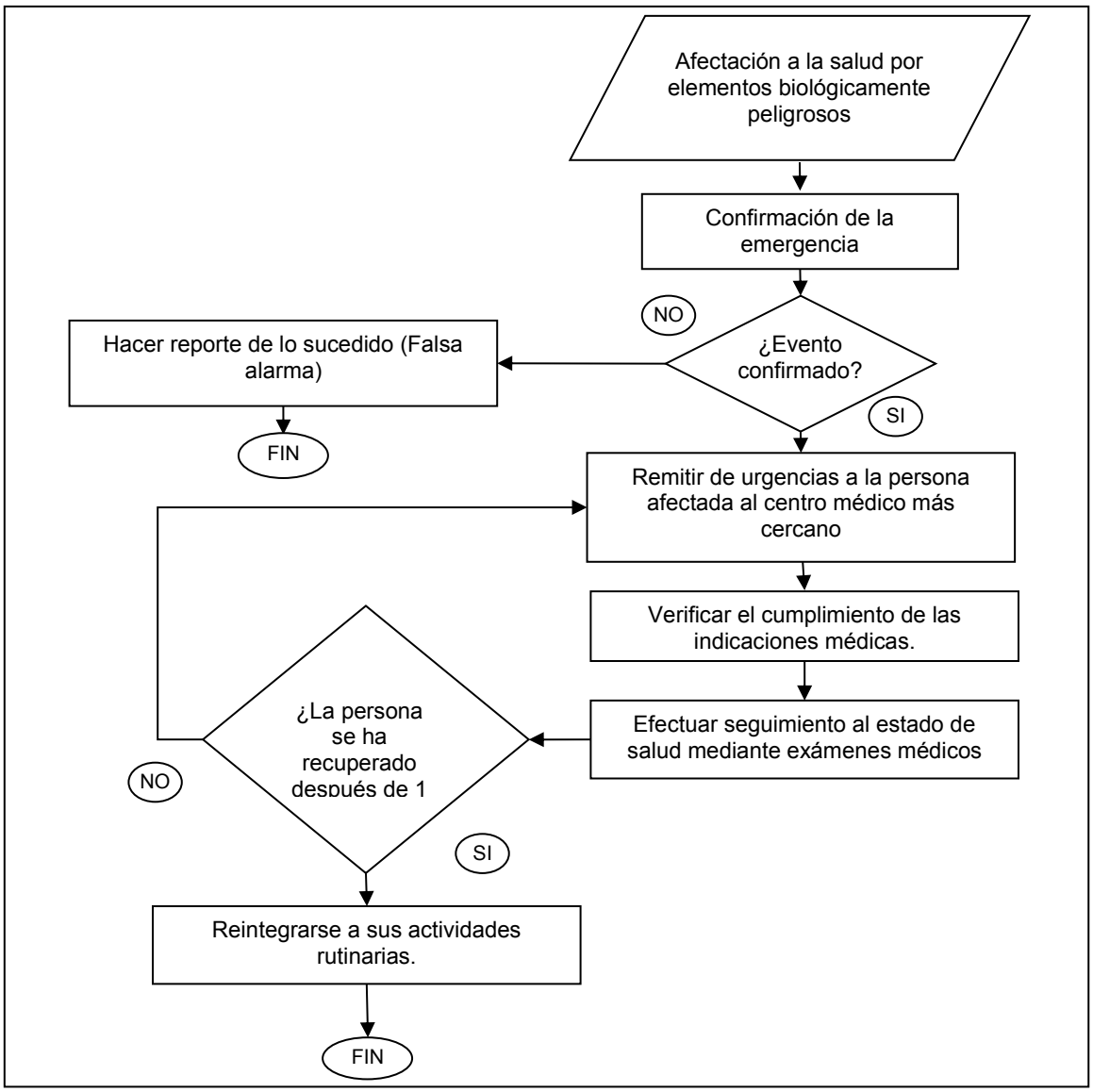


Fuente: El Consultor, 2017

- <u>Procedimiento de respuesta para el contacto con agentes externos biológicamente peligrosos</u>

En caso de que se presente afectación a la salud por elementos biológicamente peligrosos, se deberán implementar las acciones establecidas en el diagrama que se presenta en la Figura 6.6:

Figura 6.6 Diagrama de respuesta en caso de afectación a la salud por contacto con elementos biológicamente peligrosos

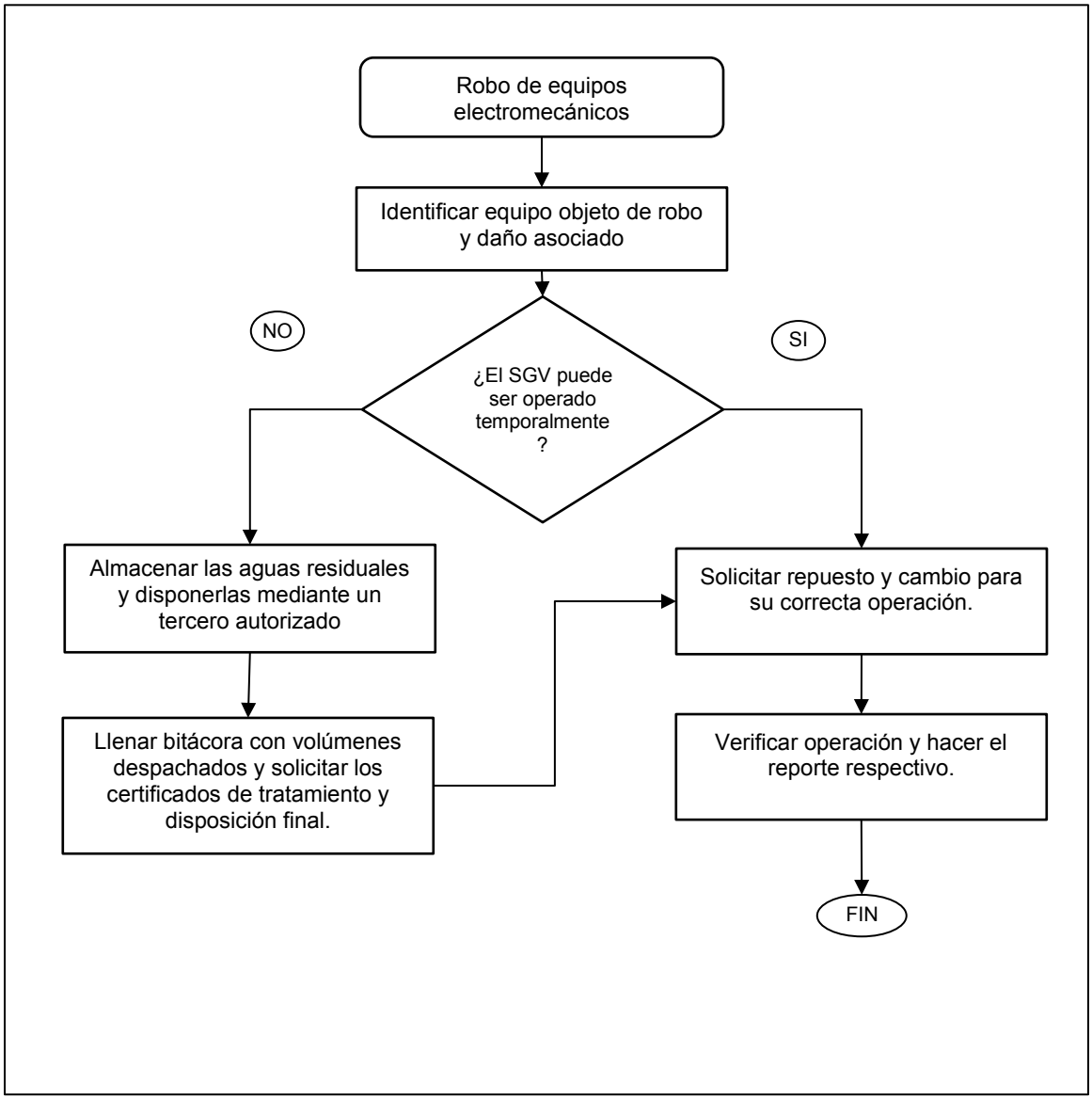


Fuente: El Consultor, 2017

- Procedimiento de respuesta para el robo y/o daño de equipos y el sabotaje de la operación

En caso que se presente el hurto de equipos electromecánicos (bombas), se deberán implementar las acciones establecidas en el diagrama que se presenta en la Figura 6.7

Figura 6.7 Diagrama de respuesta en caso de robo de equipos electromecánicos

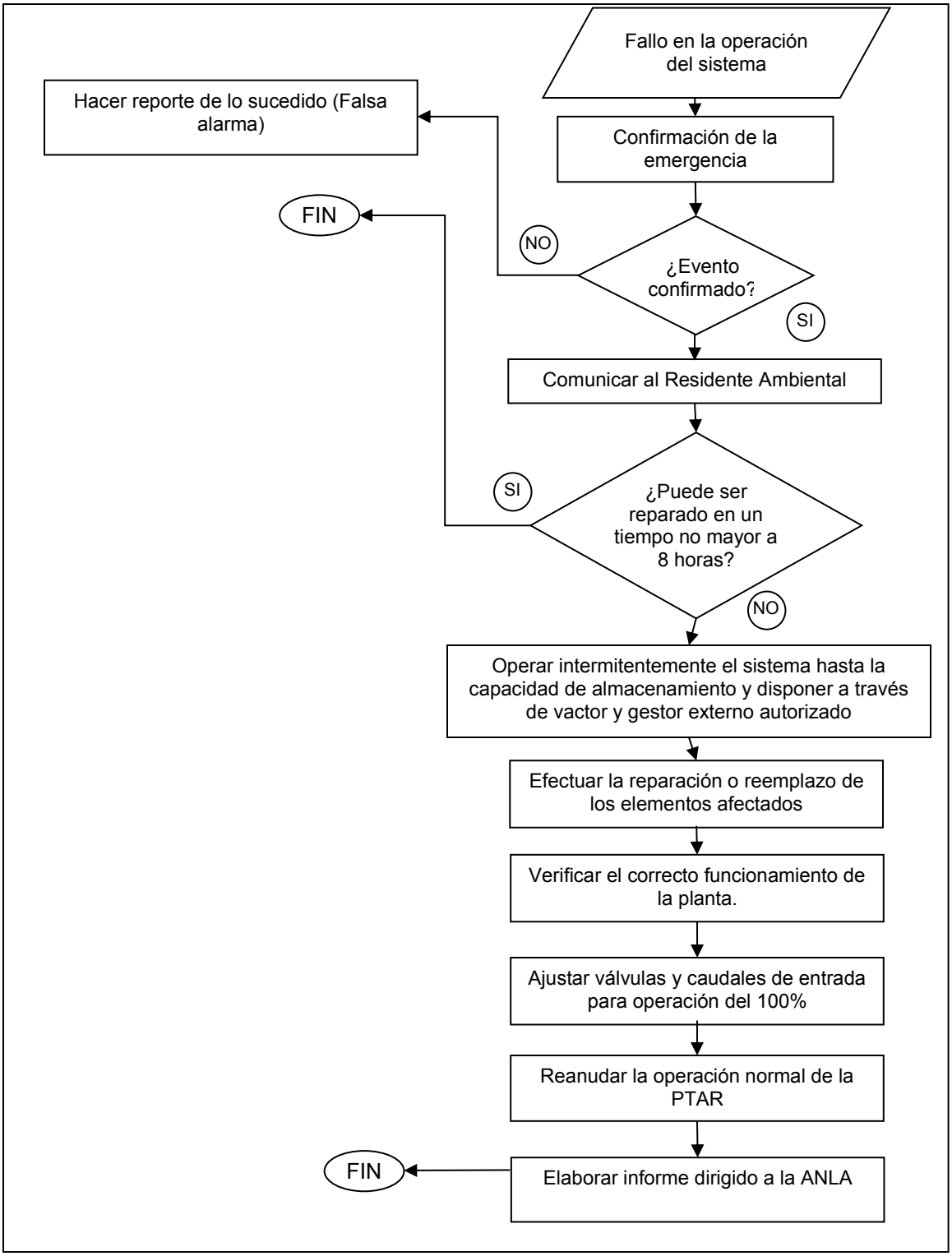


Fuente: El Consultor, 2017

6.1.2.4 Definición de SGV temporales

En caso de presentarse algún tipo de anomalía que impida el tratamiento de los vertimientos de aguas residuales y que conlleve a realizar una gestión temporal de los mismos, se deberá tener en cuenta el proceso formulado en la Figura 6.8:

Figura 6.8 Diagrama para la Gestión temporal del vertimiento



Fuente: El Consultor, 2017

6.1.2.5 Informe a la autoridad ambiental

Las acciones implementadas se plantearán con base a la estimación de daños de acuerdo a lo expuesto, con el fin de mitigar los efectos y recuperar las condiciones normales de las zonas afectadas dentro del área de influencia del PGRMV.

Una vez finalizada la emergencia, se debe realizar un informe final dirigido a la ANLA dentro de las 48 horas siguientes al evento, el cual deberá incluir la siguiente información:

- Descripción del evento
- La Causa
- Los efectos directos e indirectos generados en los medios
- Acciones de control adelantadas
- Resultados de monitoreos realizados en el cuerpo receptor inmediatamente después de ocurrido el evento
- Medidas implementadas para recuperar zonas afectadas
- Acciones a implementar para prevenir la ocurrencia de situaciones similares

Adicionalmente, cuando se efectúen labores de mantenimiento, arranques del sistema, construcción de obras anexas, reparación de estructuras y pausas en el sistema de tratamiento, se enviará una notificación a dicha autoridad ambiental con mínimo 10 días de anticipación a la ejecución del evento, con toda la información técnica necesaria.

6.1.3 PLAN INFORMÁTICO

6.1.3.1 Información sobre elementos de respuesta

En el Cuadro 6.5 se exponen los elementos que se requieren para responder efectivamente ante una emergencia que se pueda presentar en el SGV:

Cuadro 6.5 Elementos requeridos para la respuesta a emergencias

TIPO	ELEMENTO	CANTIDAD MÍNIMA
Humano	Director de Obra	1
	Operarios de la PTAR	2
De asistencia	Camillas	1
	Listado de proveedores de equipos para la PTAR	1
	Botiquín de primeros auxilios	1
De comunicaciones	Teléfono celular	1

Fuente: El Consultor, 2017

6.1.3.2 Información sobre empresas de apoyo

Las entidades que podrían brindar su ayuda para responder a alguna de las emergencias estudiadas en el presente plan de gestión, con sus respectivos números de contacto se exponen a continuación en el Cuadro 6.6.

Cuadro 6.6 Organismos externos de apoyo

ORGANIZACIÓN	NÚMERO TELEFÓNICO
Comando Local de Policía de Tangua	123
Cuerpo de bomberos de Pasto	(572) 7292000
Cruz Roja Nariño	7237448
Defensa civil Nariño	144
Hospital de Tangua	(572) 8185647
CORPONARIÑO	(572) 7309282

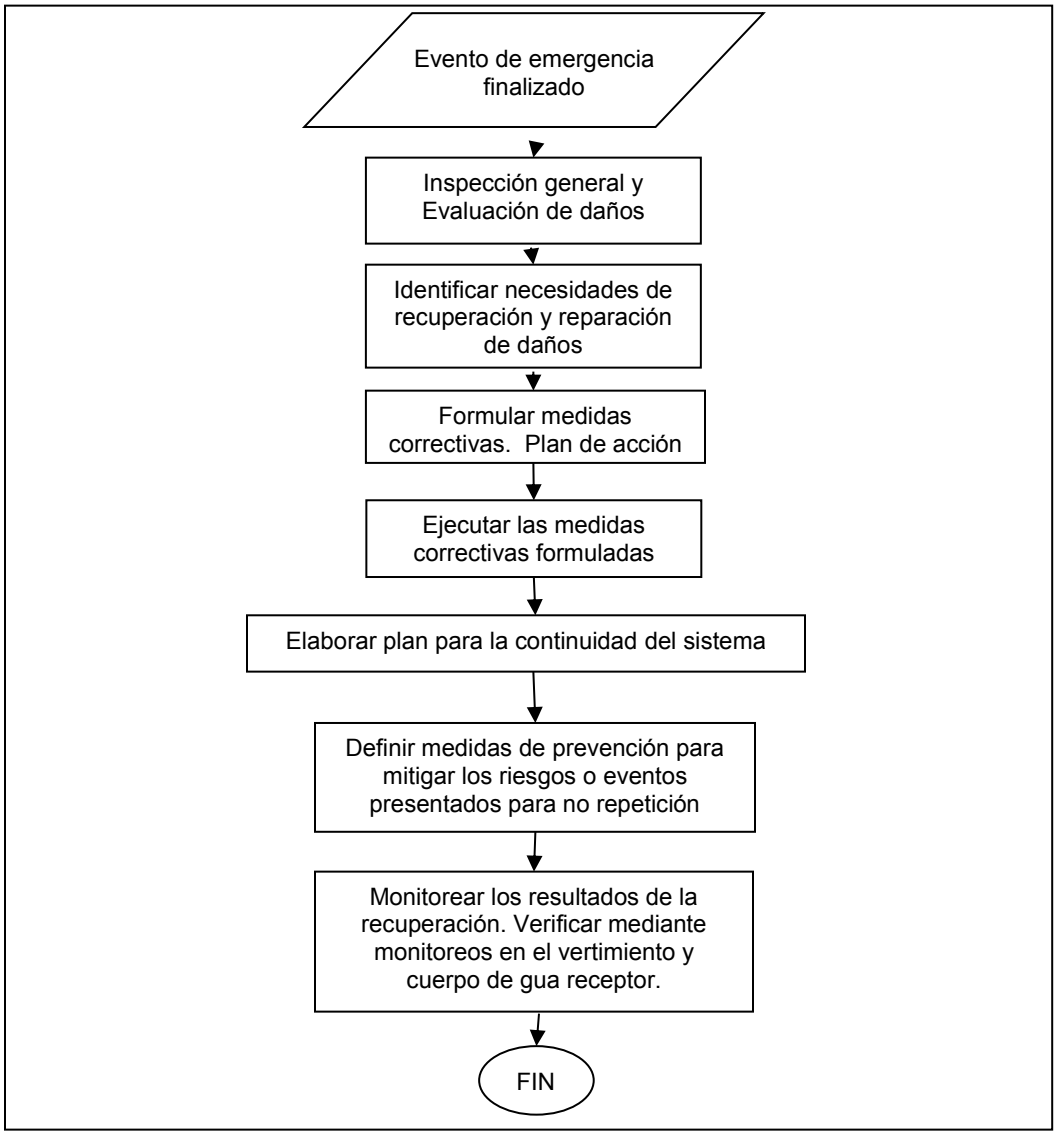
Fuente: El Consultor, 2017

6.2 PREPARACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN POST-DESASTRE

En caso de presentarse alguno de los eventos analizados anteriormente, se desarrollarán las actividades básicas para rehabilitar y recuperar el sistema de gestión del vertimiento o las áreas afectadas, presentadas en la

Figura 6.9. Estas actividades dependerán del grado de deterioro sufrido.

Figura 6.9 Diagrama de recuperación post-desastre



Fuente: El Consultor, 2017

6.3 EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA Y LA RESPECTIVA RECUPERACIÓN

En caso de presentarse una emergencia, se activarán los procedimientos concebidos en la etapa de preparación para la respuesta que se presentan en el numeral 6.1, ejecutando los planes de emergencia descritos en los diagramas para cada uno de los eventos presentados. Por lo anterior, es necesario que el personal que hace parte de las brigadas de respuesta sea entrenado y capacitado sobre el presente plan de manera periódica. Así mismo, deberá conocer la composición y funcionamiento de los sistemas de tratamiento de agua residual del proyecto vial. Estas actividades quedarán en cabeza del residente ambiental de obra.

Una vez pasada la emergencia se entrará a desarrollar el plan de recuperación, el cual debe expresar las acciones específicas a realizarse para la recuperación (Figura 6.9). En él se deben incluir los programas y proyectos a desarrollar en el mediano y largo plazo para llevar a cabo la recuperación de las áreas impactadas y del sistema de gestión de vertimientos, lo cual dependerá de los resultados de la evaluación de los daños.

Una vez finalizada la emergencia, se debe realizar un informe final para CORPONARIÑO, el cual debe incluir:

- Descripción del evento
- La Causa
- Los efectos directos e indirectos generados en los medios
- Acciones de control adelantadas
- Resultados de monitoreos realizados en el cuerpo receptor inmediatamente después de ocurrido el evento
- Plan de monitoreo en corto (semanas y hasta dos meses después) y mediano plazo (seis meses) que permitan garantizar la correcta evaluación y verificación de la afectación
- Medidas implementadas para recuperar zonas afectadas
- Los costos
- Acciones a implementar para evitar la ocurrencia de situaciones similares

Los monitoreos al medio afectado se harán en el menor tiempo posible para evaluar daños reales.

7. SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN DEL PLAN

Con el fin de verificar su eficiencia y mantener actualizado el PGRMV, se deberán ejecutar las siguientes actividades:

- Revisión anual del plan de gestión del riesgo.

- Se realizará una comparación del plan propuesto contra lo observado en todos los procedimientos de emergencia, y realizarán los ajustes necesarios cuando así se considere. Esta revisión se efectuará como una autoevaluación de la brigada ante la atención de una emergencia.

- El seguimiento se realizará mediante la inspección de todos los elementos que deben hacer parte del plan de gestión del riesgo, y mediante los registros de capacitaciones, mantenimientos preventivos, mantenimientos correctivos y bitácora de operación de los sistemas de tratamiento de agua residual.

- Se deberá llevar a cabo la evaluación de personal en cuanto a las medidas que deben ejecutar en el caso que se presente alguno de los eventos descritos. Esta evaluación se realizará periódicamente y en caso de que sea necesario, se deberá reforzar el conocimiento del personal mediante jornadas de capacitación.

8. DIVULGACIÓN DEL PLAN

El PGRMV será divulgado al interior de la empresa una vez se conforme todo el equipo de gestión socioambiental que residirá durante la construcción del proyecto vial y una vez se hayan montado los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Los soportes de dicha divulgación serán enviados a la ANLA dentro de los informes de cumplimiento ambiental.

9. ACTUALIZACIÓN Y VIGENCIA DEL PLAN

El presente plan debe actualizarse en la medida que evolucionen los escenarios. Las situaciones que implican dicha actualización son básicamente las siguientes:

- Emisión de estudios a nivel municipal o información adicional que aporten mayores detalles sobre un escenario de riesgo específico.
- Ejecución de medidas de intervención del riesgo, bien sean estructurales o no estructurales, que modifiquen uno o varios escenarios.
- Ocurrencia de emergencias significativas o desastres asociados durante todas las etapas, que puedan variar las condiciones de los escenarios propuestos inicialmente.
- Construcción de nueva infraestructura relacionada con el sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y no domésticas.

Por lo anterior, es necesario efectuar un seguimiento periódico al plan de gestión con el fin de identificar oportunamente aquellas situaciones que requieran actualizarlo. Por otra parte, la vigencia del presente plan de gestión del riesgo será la misma del permiso de vertimientos asociado.

10. PROFESIONALES RESPONSABLES DE LA FORMULACIÓN DEL PLAN

El ingeniero ambiental Gustavo Burbano ha sido el líder y responsable del equipo de profesionales que formularon el presente Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos. Cuenta con especialización en Gestión Integrada QHSE y experiencia certificada en análisis de riesgos, formulación de Planes de Gestión del Riesgo y Planes de Emergencia o Contingencia, y en el desarrollo de estudios ambientales especialmente en lo referente a vertimientos. Su hoja de vida se detalla en el Anexo 2.

El perfil de cada uno de los integrantes del equipo de profesionales que participaron en la elaboración del presente plan de gestión del riesgo para el manejo de vertimientos, fue expuesto previamente en el Cuadro 1.1.

11. BIBLIOGRAFÍA

CMGRD. (2012). Descripción del municipio y su territorio. En C. M. Desastres, *Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres* (págs. 11, 12). Nariño.

Romero, J. (2002). Cap. 25. Tratamiento en el mismo sitio. En J. Romero, *Tratamiento de aguas residuales: Teoría y principios de diseño* (Segunda ed., págs. 726-732). Bogotá D.C., Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

SGC. (16 de Junio de 2017). *Observatorio vulcanológico y sismológico - Pasto*. Obtenido de Actividad histórica: http://www2.sgc.gov.co/Pasto/Volcanes/Volcan-Galeras/Actividad-historica.aspx

12. ANEXOS Y PLANOS

Anexo 1 Glosario de Términos

Anexo 2 Hojas de vida de los profesionales que formularon el PGRMV

PLAN DE CONTIGENCIA DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO **2**

ÍNDICE DE CUADROS **3**

1. INTRODUCCIÓN **4**

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES GENERADORAS DE EMISIONES **4**

2.1 PLANTA DE ASFALTO 4

2.2 CALDERA – INTERCAMBIADOR DE CALOR 5

2.3 OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA 5

2.4 TRANSPORTE DE MATERIAL 5

2.5 MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS 5

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE CUENTAN CON SISTEMA DE CONTROL **6**

3.1 PLANTA DE TRITURACIÓN 6

3.2 PLANTA DE ASFALTO 6

4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL **6**

4.1 FILTRO DE MANGAS 6

5. UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES **7**

6. POSIBLES FALLAS EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES **8**

6.1 ASPERSORES EN ZONAS DE TRITURADO 8

6.2 FILTRO DE MANGAS 8

7. PROCEDIMIENTOS Y ACCIONES DE RESPUESTA ANTE FALLAS **11**

8. RECURSOS TÉCNICOS Y HUMANOS **13**

8.1 RECURSOS TÉCNICOS Y HUMANOS PARA LA EJECUCCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO. 13

8.2 RECURSOS TÉCNICOS Y HUMANOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA ANTE SITUACIONES DE FALLA DE LOS EQUIPOS DE CONTROL ... 13

9. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ASOCIADOS A EMISIONES ... **13**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1 Características del filtro de mangas..... 7
Cuadro 6.2 Identificación de fallas y soluciones – Filtro de Mangas..... 9
Cuadro 9.1 Plan de mantenimiento de los equipos 14

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1 Fuentes de emisión en las etapas de operación de la planta de asfalto..... 4
Figura 5.1 Planta asfáltica modelo UM160..... 8
Figura 7.1 Diagrama de respuesta ante fallas del sistema de control de emisiones..... 12

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1 Planta de asfalto UM160..... 15
Anexo 2 Localización plantas de asfalto 16

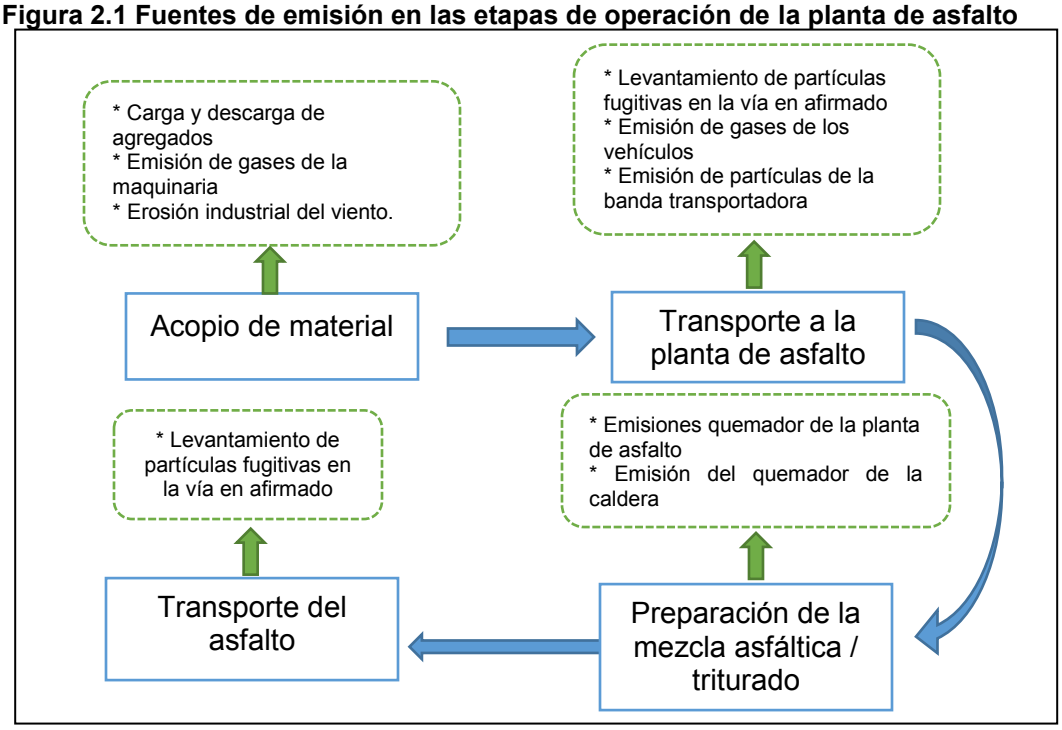
1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido en el artículo 79 de la Resolución 909 del 5 de junio de 2008 toda fuente de emisión que cuente con un sistema de control de emisiones, debe elaborar y enviar a la autoridad ambiental competente para su aprobación el Plan de Contingencia del Sistema de Control, que ejecutará durante la suspensión del funcionamiento de sistemas de control. Por otra parte, en el artículo 80 de la misma resolución se establece que cuando para efectos de mantenimiento rutinario periódico sea necesario suspender el funcionamiento del sistema de control, se debe ejecutar el Plan de Contingencia aprobado previamente por la autoridad ambiental competente.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES GENERADORAS DE EMISIONES

En la Figura 2.1 se presenta el esquema del proceso productivo general de la operación de la planta de asfalto, detallando las fuentes de emisión asociadas a cada una de las etapas.

Figura 2.1 Fuentes de emisión en las etapas de operación de la planta de asfalto



Fuente: El Consultor, 2017.

A continuación se realiza una descripción de cada una de las emisiones.

2.1 PLANTA DE ASFALTO

La principal actividad relacionada con las emisiones de gases en la atmósfera corresponde al proceso de fabricación de mezcla asfáltica, por medio de una planta de asfalto de contraflujo, en la cual se efectúa el proceso de homogenización y fundición del material triturado. Las emisiones más importantes que se generan en las plantas de asfalto de

contraflujo, provienen del tambor rotatorio, entre las que se destaca la generación de material particulado, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, vapor de agua, productos de combustión, monóxido de carbono y pequeñas cantidades de compuestos orgánicos (VOC, CH4, HAP, entre otros).

Las plantas de asfalto cuentan con un sistema de control de emisiones de material particulado, que corresponde a un filtro de mangas, el cual remueve el 99% del material particulado, que se genera durante el proceso de producción del asfalto.

La ficha técnica de la planta de asfalto se presenta en el Anexo 1.

2.2 CALDERA – INTERCAMBIADOR DE CALOR

Uno de los componentes principales de la planta de asfalto, corresponde a la caldera de la planta de asfalto, la cual se encarga de mantener elevadas temperaturas al interior de la cámara de mezclado del asfalto. La planta funciona a base de diésel, el cual calienta aceite al interior de la caldera por medio de un motor de combustión externa. El aceite caliente se transfiere a la cámara de mezclado, manteniendo una temperatura constante en su interior.

Las emisiones de las calderas dependen principalmente de del grado y de la composición del combustible usado, el tamaño y la configuración de la caldera, y el grado de mantenimiento de la misma. Las emisiones varían principalmente en función del combustible usado. Para el presente caso, la caldera se alimenta de diésel, el cual genera emisiones de Óxidos de Azufre, Óxidos de Nitrógeno, Monóxido de Carbono y Material Particulado (PM10), entre otros.

2.3 OPERACIONES DE CARGA Y DESCARGA

Las operaciones de carga y descarga de agregados tienen en cuenta las emisiones de material particulado por la transferencia de los materiales del proyecto de un sitio a otro. Esta actividad es realizada por los cargadores o retroexcavadoras cuando transfieren el material del área de acopio a la planta de asfalto por medio de volquetas.

Adicional a lo anterior, la planta de asfalto cuenta con una banda transportadora de material, la cual también es objeto de generación de emisiones, principalmente para el material particulado. Las emisiones se generan gracias a la incidencia del viento y a la descarga de material desde y hacia la banda.

2.4 TRANSPORTE DE MATERIAL

El material extraído es objeto de transporte del sitio de acopio temporal hasta la planta de asfalto por medio de volquetas con una capacidad nominal de 12 m^3. Durante el transporte del material extraído, la fricción que ejercen las llantas del vehículo de transporte da lugar a la resuspensión o levantamiento de partículas de polvo presentes en el suelo.

2.5 MAQUINARIA PESADA Y VEHÍCULOS

Teniendo en cuenta que la toda maquinaria pesada que se pretende usar en el proyecto, utiliza diésel como su combustible principal, el motor de combustión interno de cada uno de

los equipos generan emisiones de gases y material particulado, de acuerdo con la potencia de su motor.

Los contaminantes primarios procedentes de los motores de combustión interna, son los óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos totales (COT), monóxido de carbono (CO) y partículas. La formación de óxidos de nitrógeno, están directamente relacionados con altas presiones y temperaturas durante el proceso de combustión; y con el contenido de nitrógeno en su combustible. Por otra parte, los óxidos de azufre (SOx), también aparecen en los gases de escape de los motores de combustión interna, los compuestos de azufre principalmente de dióxido de azufre (SO_2), están directamente relacionados con el contenido de azufre en el combustible. Los otros contaminantes como los hidrocarburos, (CO) y partículas son principalmente el resultado de una combustión incompleta.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE CUENTAN CON SISTEMA DE CONTROL

3.1 PLANTA DE TRITURACIÓN

El control de misiones por trituración se efectuará a través de la aspersión de agua en los puntos de triturado para mitigar la emisión de material particulado.

3.2 PLANTA DE ASFALTO

Como se mencionó anteriormente, la planta de asfalto cuenta con un sistema para el control de emisiones compuesto por un filtro de mangas. El sistema tiene la función de remover el material particulado generado en durante el proceso de producción del asfalto. Sobre estas emisiones en particular es que se desarrolla el presente Plan de Contingencia.

4. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

4.1 FILTRO DE MANGAS

El objetivo principal del filtro de mangas es prevenir la contaminación atmosférica provocada por partículas de polvo en suspensión en los gases de la combustión de las plantas de asfalto. Otro de los objetivos es la recuperación del polvo que podría ser arrastrado por el flujo de los gases, y devolverlo al proceso de producción de la planta, ya que este material recuperado, de granulometría muy fina es de gran importancia en la composición de la mezcla bituminosa.

Los gases que provienen de la combustión de la planta de asfalto, son aspirados por el extractor a través de un sistema de tuberías, cargando consigo una cantidad importante de partículas. El material particulado ingresa al sistema de control y es retenido por una serie de mangas perforadas, especialmente diseñadas para esta finalidad. Las mangas impiden el paso de las partículas en su interior, permitiendo únicamente el flujo del gas. Los gases ahora libres de polvo, son evacuados por medio de la chimenea del extractor.

El polvo retenido por la manga, se acumula a su alrededor, para luego ser removido por un sistema automático de limpieza, comandado por un programador electrónico y un conjunto de válvulas que emiten aire comprimido en una secuencia precalibrada, logrando que el

polvo se desprenda de las mangas y se precipite en la parte inferior del filtro. Las partículas retenidas por el filtro, son conducidas nuevamente hacia la planta, por medio de un sistema de roscas transportadoras (tornillo sin fin) herméticamente cerrados. De acuerdo con el manual de operación del fabricante, el Filtro de mangas cuenta con una eficiencia de remoción del 99,9% para partículas con diámetro inferior a 37 μm.

El sistema de limpieza es por entrada de aire atmosférico inverso a través de una válvula rotativa, que comunica las mangas con el exterior. El ciclo de limpieza es automático, controlado por un sensor de presión diferencial entre las cámaras de aire sucio y limpio.

En el Cuadro 4.1 se presentan las características del filtro de mangas de la planta asfáltica modelo UM160.

Cuadro 4.1 Características del filtro de mangas

Marca:	INTRAME
Modelo:	RVM-330
Número de mangas:	330
Superficie filtrante:	530 m2
Temperatura máxima:	220ºC
Tejido de las mangas:	Tipo Nomex
Gramaje de las mismas:	425 g/m2

Fuente: INTRAME. Planta de asfáltica MODELO UM-160

El filtro de mangas cuenta además con puerta de acceso para inspección, con cerradura de seguridad. Ventilador extractor accionado por motor eléctrico de 92 kW (125 CV), provisto de puerta de acceso que incorpora cerradura de seguridad. Compuerta radial de alabes inclinables para una regulación perfecta del caudal de aire, con control remoto desde cabina. Este tipo de compuerta facilita el arranque del ventilador.

5. UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES

Los sistemas de control de emisiones hacen parte del equipo que se encuentra incluido dentro de la planta de asfalto (ver Figura 5.1). Por lo tanto, su localización quedará supeditada a la localización de la planta de asfalto, la cual se puede observar en los planos del Anexo 2.

Figura 5.1 Planta asfáltica modelo UM160

Fuente: Registro fotográfico del fabricante INTRAME.
http://www.intrame.com/productos/plantas-asfalticas/

En el Anexo 1 se presenta la ficha técnica de la planta de asfalto con su respectivo registro fotográfico de la configuración a la hora de ser instalada en obra.

6. POSIBLES FALLAS EN LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL DE EMISIONES.

6.1 ASPERSORES EN ZONAS DE TRITURADO

Los aspersores pueden presentar taponamiento y deficiencia en operación por baja presión de alimentación de agua. Para solucionar estos problemas se deben cambiar los aspersores defectuosos y se debe asegurar que la presión de agua este acorde con la presión de trabajo del aspersor.

6.2 FILTRO DE MANGAS

En el Cuadro 6.1 se presentan las posibles fallas, causas y soluciones relacionadas con la operación del filtro de mangas

Cuadro 6.1 Identificación de fallas y soluciones – Filtro de Mangas

FALLA	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN	RESPONSABLE
Presión baja del manómetro	– Exceso de limpieza en la mangas	Apagar el programador y esperar que la presión vuelva a ascender. Si al encender nuevamente, la presión permanece baja, regular el programador. El tiempo de pulso debe estar entre 20 y 60 milésimas de segundo, y la frecuencia entre 10 y 15 segundos. En esos intervalos la presión debe estar entre 100 y 150 mmca.	Operador planta asfáltica
Presión del manómetro muy alta	– El intervalo entre los pulsos es muy largo	Disminuir el intervalo entre los pulsos. Regular la frecuencia del programador para un tiempo menor.	Operador planta asfáltica
	– Las válvulas del diafragma no funcionan	Reparar o sustituir las válvulas defectuosas.	Operador planta asfáltica Operador de mantenimiento
	– Las mangas presentan obstrucción o están contaminadas con aceite /combustible.	Apagar la planta y comenzar con un proceso de limpieza de 10 horas. Si el problema persiste, sustituir las mangas.	Operador planta asfáltica Operador de mantenimiento
La presión del aire cae constantemente, dificultando la limpieza de las mangas.	– La tubería presenta perforaciones.	Reparar o sustituir las tuberías defectuosas.	Operador planta asfáltica Operador de mantenimiento
	– Deficiente intervalo entre pulsos de aire	Verificar el tiempo de pulso del programador. Disminuir el tiempo a 20 milésimas de segundo.	Operador planta asfáltica
	– Deficiente frecuencia del programador	Verificar que la frecuencia del programador se encuentre entre 40 y 60 segundos.	Operador planta asfáltica
	– El compresor no cuenta con la	Reparar o sustituir el compresor.	Operador planta asfáltica

FALLA	POSIBLE CAUSA	SOLUCIÓN	RESPONSABLE
	capacidad suficiente.		Operador de mantenimiento
Presencia de polvo en el flujo de aire de la chimenea	– Las mangas no están bien asentadas en el piso del filtro.	Verificar y reparar	Operador planta asfáltica Operador de mantenimiento
	– Los venturis no están bien asentados sobre las mangas y no están perfectamente fijados.	Verificar y reparar	Operador planta asfáltica Operador de mantenimiento
	– Hay mangas dañadas.	Verificar y sustituir las mangas dañadas.	Operador planta asfáltica Operador de mantenimiento
Sale vapor denso, con pequeñas gotas de agua por la chimenea.	– La temperatura de los gases de combustión está por debajo de 100 °C.	Aumentar la temperatura de los gases, regulando el flujo del extractor. Aumentar la intensidad y altura de la llama.	Operador planta asfáltica
	– Saturación de gases por exceso de humedad en la materia prima.	Reducir la producción de la planta, hasta eliminar la saturación.	Operador planta asfáltica
Ocurren roturas en las mangas	– Los gases que ingresan al filtro superan la temperatura de operación.	Regular el quemador para mantener la temperatura de los gases de salida a la temperatura de diseño. Efectuar una limpieza prolongada de las mangas.	Operador planta asfáltica
Presencia de hollín en las mangas	– Quemador mal regulado	Regular el quemador. Efectuar una limpieza prolongada de las mangas.	Operador planta asfáltica

Fuente: El Consultor, 2017.

El operador de la planta asfáltica y el operador de mantenimiento deberán consultar el manual de operación y mantenimiento de la planta con el fin de conocer los equipos que la conforman y las posibles situaciones de fallo y soluciones recomendadas por el fabricante.

En caso que no se logre hallar una solución por parte del operador de la planta asfáltica y el operador de mantenimiento, se deberá suspender la producción de asfalto con el fin de

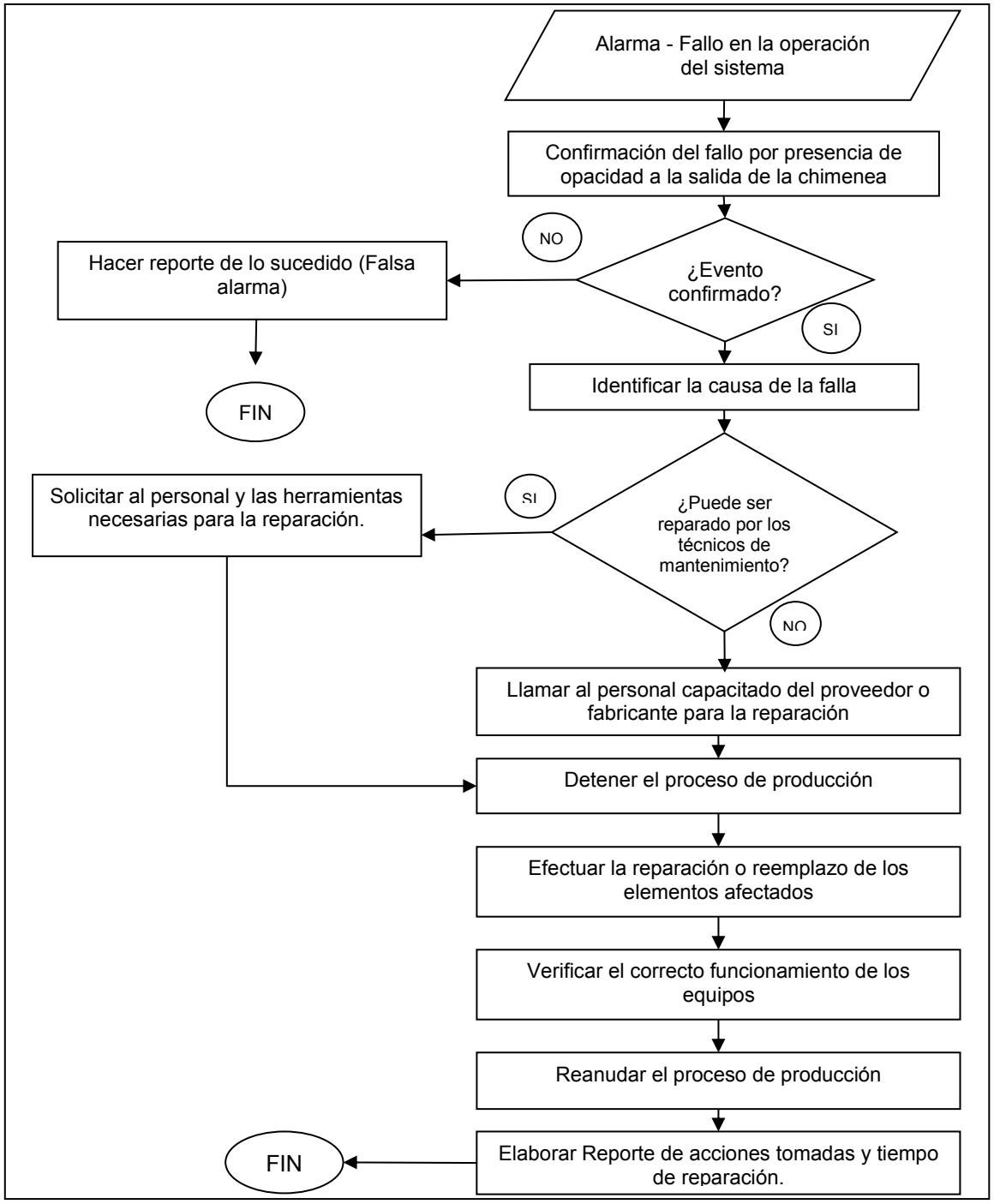
prevenir la contaminación atmosférica. En ese caso, el jefe de mantenimiento deberá establecer comunicación con el fabricante con el fin de resolver el problema y conseguir los repuestos necesarios para que la reparación se haga bajo la supervisión o directamente por el fabricante.

7. PROCEDIMIENTOS Y ACCIONES DE RESPUESTA ANTE FALLAS

El presente plan de contingencia para los sistemas de control de emisiones tiene como principal objetivo establecer las acciones de respuesta ante las posibles fallas e incidentes que se puedan generar en los equipos de control, es decir, para el presente caso el filtro de mangas.

En el numeral 5, se identificaron las posibles fallas que se pueden presentar en los equipos, en caso de presentarse cualquiera de estas fallas se realizará el procedimiento descrito en la Figura 7.1.

Figura 7.1 Diagrama de respuesta ante fallas del sistema de control de emisiones



Fuente: El consultor, 2017.

En el reporte de acciones deberá indicarse la falla y el procedimiento efectuado para su reparación, así como las medidas a implementar para evitar que la falla se presente

nuevamente. Estos reportes estarán en custodia del jefe de mantenimiento y del residente ambiental de la obra.

8. RECURSOS TÉCNICOS Y HUMANOS

Para ejecutar los planes de mantenimiento y de acción de respuesta ante fallas, el proyecto cuenta con personal capacitado para la reparación y mantenimiento de los equipos de control de emisiones, a continuación se describe el personal requerido para cada uno de los planes.

8.1 RECURSOS TÉCNICOS Y HUMANOS PARA LA EJECUCCIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.

El plan de mantenimiento de los equipos controladores de emisiones atmosféricas debe ser llevado a cabo por personal interno debidamente capacitado, el cual asegurará el cumplimiento del plan de mantenimiento descrito en el numeral 9.

Así mismo, la planta cuenta con un Jefe de Mantenimiento, el cual está encargado de realizar y controlar la inspección de los equipos y la maquinaria en general, igualmente, se hace responsable de coordinar y controlar el mantenimiento de acuerdo con los planes realizados en el presente documento y con los procedimientos internos de la empresa. Así mismo será el encargado de contactar al proveedor en caso que necesite repuestos especializados.

8.2 RECURSOS TÉCNICOS Y HUMANOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA RESPUESTA ANTE SITUACIONES DE FALLA DE LOS EQUIPOS DE CONTROL

La planta asfáltica contará con un operador que se encargada de mantener en buen estado de operación cada uno de los equipos que la conforman, incluido los sistemas de control de emisiones, manteniendo el control de la temperatura de operación, presión de operación y frecuencia de limpieza bajo las indicaciones dadas por el fabricante en los manuales de operación y mantenimiento.

En caso de presentarse alguna falla en los sistemas de control de emisiones, el Jefe de mantenimiento será el encargado de coordinar la reparación de los equipos afectados y de solicitar los repuestos necesarios o la asesoría de los fabricantes o proveedores de los equipos para efectuar su reparación.

De no ser posible una solución al problema por parte del personal interno, ya sea por factores conceptuales, técnicos o de equipos, se contratará personal externo de la empresa, el cual esté capacitado para realizar las reparaciones necesarias y asegure el óptimo funcionamiento de los equipo luego de su intervención.

9. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS ASOCIADOS A EMISIONES

Con el fin de asegurar la operación óptima de la maquinaria y equipos que dan lugar a la generación de emisiones atmosféricas, así como de los sistemas de control, y de esta manera prevenir las emisiones atmosféricas por encima de los niveles máximos permitidos

por norma, se realizará un mantenimiento preventivo periódico a cada uno de los equipos, de acuerdo con lo establecido en el Cuadro 9.1.

A continuación, se relaciona la periodicidad del mantenimiento de cada uno de los componentes de los principales equipos que dan lugar a la generación de emisiones, los cuales deben ser efectuados por el personal del proyecto o por personal especializado, de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

Cuadro 9.1 Plan de mantenimiento de los equipos

EQUIPO	MANTENIMIENTO REQUERIDO	PERIODICIDAD	INSPECCIÓN
PLANTA DE ASFALTO	Cintas dosificadoras	Semestral	Diaria
	Cintas transportadoras	Semestral	Diaria
	Tambor secador	Semestral	Mensual
	Extractor	Semestral	Mensual
	Mezclador	Semestral	Mensual
	Elevador de arrastre	Semestral	Mensual
	Silo de descarga	Semestral	Mensual
	Reductores	Mensual	Diaria
	Cintas de transmisión	Mensual	Semanal
	Cojinetes de rodamiento	Mensual	Semanal
	Compresor de aire	Semestral	Mensual
	Sistema de frenos	Semestral	Semanal
	Motores eléctricos	Semestral	Mensual
FILTRO DE MANGAS	Mantenimiento general	Trimestral	Mensual
CALDERA	Mantenimiento general	Semestral	Mensual
MAQUINARIA Y VEHICULOS	Mantenimiento general	Semestral	Diaria

Anexo 1 Planta de asfalto UM160

Anexo 2 Localización plantas de asfalto