

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

**RESOLUCIÓN No. 1335  
(22 DE MAYO DE 2026)**

**POR LA CUAL SE OTORGA UN PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE, PLAYAS Y/O LECHOS Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES DE OBLIGATORIO CUMPLIMIENTO**

La Dirección Territorial Centro de la Corporación Autónoma del Alto Magdalena – CAM, en uso de sus atribuciones legales y estatutarias, en especial las conferidas en la Ley 99 de 1993 y la Resolución No. 4041 de diciembre 21 del 2017, modificada por las Resoluciones No. 104 del 21 de enero de 2019, 466 del 28 de febrero de 2020, 2747 del 05 de octubre de 2022 y 864 del 16 de abril de 2024, proferidas por el Director General de la CAM y, considerando los siguientes,

**ANTECEDENTES**

Que, mediante escrito bajo el oficio con radicado CAM No. 2025-E 19074 de 28 de julio de 2025, Vital 7600086006387525019, la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, realizó solicitud de liquidación de costos del trámite de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, para la ejecución del proyecto denominado “Instalación de obras de protección mediante mega bolsas para controlar la erosión del talud localizado en la zona de confluencia entre el río Suaza y el río Magdalena, en la vereda La Cañada del municipio de El Agrado – Huila”, correspondiente al expediente de liquidación LIQ-00715-25.

A través del oficio con radicado CAM No. 2025-S 21844 de 30 de julio de 2025, esta Corporación dio respuesta a la solicitud de liquidación de costos, informando que el valor a cancelar corresponde a la suma de UN MILLÓN TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL SETENTA Y TRES PESOS (\$1.354.073,00) por concepto de evaluación del trámite de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, indicando además la documentación e información requerida para el adelantamiento del trámite administrativo.

Mediante escrito bajo el radicado CAM No. 2025-E 21251 de 21 de agosto de 2025, la señora CAROLINA BONILLA CASTAÑO, identificada con cédula de ciudadanía No. 34.325.267 expedida en Popayán – Cauca, actuando en calidad de representante legal para asuntos judiciales y administrativos de la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 860.063.875-8, con dirección para notificaciones en la calle 93 No. 13-45 de Bogotá D.C., teléfono 6015147000 y correo electrónico [carolina.bonilla@enel.com](mailto:carolina.bonilla@enel.com), presentó formalmente solicitud de permiso de ocupación de cauce, playas y lechos para el proyecto denominado “*Trabajos de instalación de obras de protección mediante mega bolsas a la erosión del talud localizado en la zona de confluencia*

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

entre el río Suaza y el río Magdalena, en la vereda La Cañada del municipio de El Agrado, departamento del Huila”.

Como soporte a su petición, el solicitante allegó la siguiente documentación: *Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauce, Playas y Lechos debidamente diligenciado; acuse VITAL No. 4900086006387525002; lista de chequeo para revisión de requisitos mínimos; fotocopia de la cédula de ciudadanía del representante legal; certificado de existencia y representación legal; constancia de pago por valor de \$1.354.073,00 correspondiente a la evaluación del trámite; certificados de libertad y tradición de los predios objeto de intervención; documento técnico descriptivo del proyecto; estudio hidrológico e hidráulico; planos de localización de las fuentes a intervenir; memoria técnica en medio digital; y certificados de uso del suelo expedidos por la Secretaría de Planeación e Infraestructura del municipio de El Agrado.*

Mediante radicado CAM No. 2025-S 26509 de 09 de septiembre de 2025, esta Corporación efectuó requerimiento de información, debido a que no fue allegada documentación digital necesaria para continuar con el trámite administrativo. Posteriormente, mediante radicado CAM No. 2025-E 24036 de 18 de septiembre de 2025, la parte interesada allegó respuesta al requerimiento efectuado por esta Autoridad Ambiental.

Mediante memorando No. 2301 de 02 de octubre de 2025, fueron remitidos a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental – SRCA los estudios hidrológicos e hidráulicos correspondientes al Expediente POC-00081-25, con el fin de adelantar la respectiva evaluación técnica.

Posteriormente, mediante memorando de 06 de noviembre de 2025, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental – SRCA remitió concepto técnico derivado de la revisión de los estudios hidrológicos e hidráulicos correspondientes al expediente POC-00081-25.

Con ocasión de lo anterior, mediante radicado CAM No. 2025-S 35118 de 21 de noviembre de 2025, esta Corporación efectuó requerimiento de información y ajustes relacionados con los estudios hidrológicos e hidráulicos evaluados dentro del expediente POC-00081-25, el cual fue notificado electrónicamente y leído el 26 de noviembre de 2025, conforme consta en el acta de envío y entrega de correo electrónico.

A través de escrito bajo radicado CAM No. 2025-E 32197 de 16 de diciembre de 2025, el señor JUAN PABLO CALDERÓN PACABAQUE, actuando en representación de **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, allegó respuesta al requerimiento formulado mediante radicado CAM No. 2025-S 35118, aportando autorización para notificación electrónica F-CAM-239, planos de modelación hidráulica en medio físico y digital (memoria USB).

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Mediante memorando No. 3135 de 31 de diciembre de 2025, se solicitó nuevamente apoyo técnico a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental – SRCA, con el fin de evaluar la información allegada mediante radicado CAM No. 2025-E 32197, correspondiente al expediente POC-00081-25.

Posteriormente, mediante memorando No. 388 de 18 de febrero de 2026, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental – SRCA remitió concepto técnico derivado de la evaluación de la información complementaria presentada por la solicitante dentro del expediente POC-00081-25.

Mediante radicado CAM No. 2026-S 4816 de 21 de febrero de 2026, esta Autoridad Ambiental efectuó un nuevo requerimiento de información dentro del expediente POC-00081-25, el cual fue notificado electrónicamente y leído el 26 de febrero de 2026, conforme al acta de envío y entrega correspondiente.

A través de escrito con radicado CAM No. 2026-E 7494 de 26 de marzo de 2026, el señor JUAN PABLO CALDERÓN PACABAQUE, actuando en representación de la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, allegó respuesta al requerimiento efectuado mediante radicado 2026-S 4816, dentro del expediente POC-00081-25.

Mediante memorando No. 743 de 06 de abril de 2026, se solicitó apoyo técnico para la evaluación de la información complementaria allegada mediante radicado 2026-E 7494, correspondiente al expediente POC-00081-25.

El día 04 de abril de 2026, esta Corporación profirió el Auto de Inicio de Trámite No. 072, el cual fue notificado electrónicamente el 15 de abril de 2026, según radicado CAM No. 2026-S 10542. Así mismo, mediante radicado 2026-S 11583 de 23 de abril de 2026, se solicitó la publicación del referido auto en la cartelera de la Alcaldía Municipal de El Agrado. El Auto de Inicio fue publicado en la página web institucional (Gaceta Ambiental), con certificación generada el 09 de mayo de 2026, y fijado en la cartelera de la Alcaldía Municipal de El Agrado desde el 24 de abril de 2026 hasta el 08 de mayo de 2026, conforme consta en el radicado CAM No. 11652-2026-E, sin que se presentaran oposiciones por escrito ni durante la visita de evaluación del permiso.

Mediante memorando No. 743 de 16 de abril de 2026, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental – SRCA remitió concepto técnico sobre la revisión de viabilidad de los estudios hidrológicos correspondientes al expediente POC-00081-25.

Finalmente, se practicó visita técnica de evaluación del permiso de ocupación de cauce, playas y lechos, por parte del profesional universitario de la Dirección Territorial Centro – DTC, señor Hernando Calderón Calderón, con el propósito de verificar las condiciones del área objeto de intervención y emitir el respectivo concepto técnico de evaluación.

## CONSIDERACIONES TÉCNICAS

Que a fin de adoptar la determinación procedente frente a la petición elevada y una vez verificada la información allegada por el interesado, el día 07 de mayo de 2026, se realizó visita de inspección ocular, de la que emitió el Informe de Visita y Concepto Técnico No. 656 de fecha 14 de mayo de 2026, en el que describe entre otras cosas, lo siguiente:

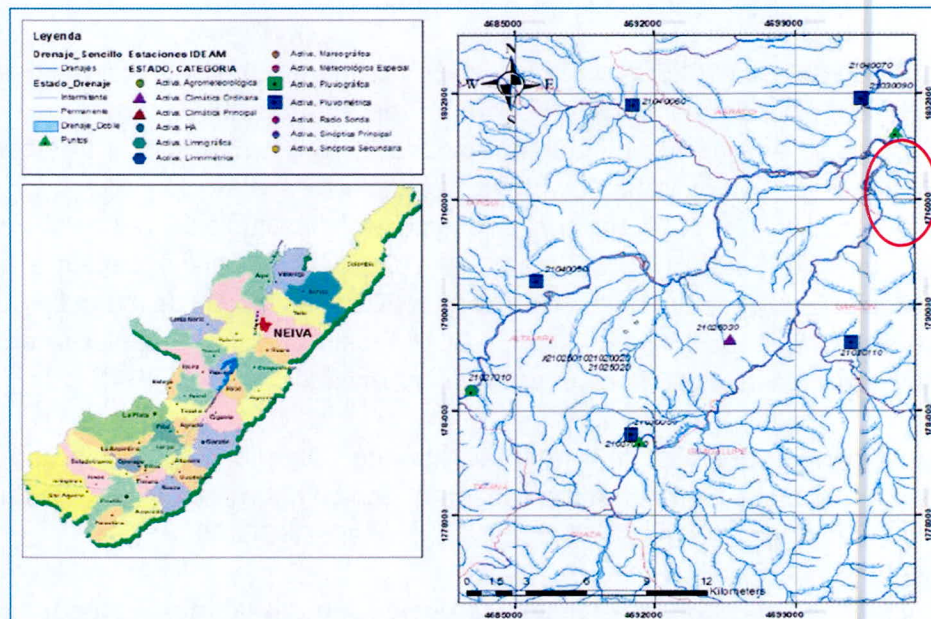
“(…)

### 2. ACTIVIDADES REALIZADAS Y ASPECTOS TÉCNICOS EVALUADOS.


*Para efectos de la visita de campo y el seguimiento adelantado por parte de la Corporación se realiza inspección al sitio, tomando registro fotográfico e información de georreferenciación en coordenadas planas al sistema de referencia MAGNA - SIRGAS Colombia Bogotá, en tanto que este es el sistema oficial que se tiene adoptado por la CAM.*

*El día El 07 de mayo de 2026, se practicó visita de inspección ocular con el objeto de analizar la solicitud presentada por el señor **JUAN PABLO CALDERON PACABAQUE**, identificado con cedula de ciudadanía número 79.791.509, expedida en Bogotá D.C, en calidad de representante legal de la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8**, a fin evaluar las condiciones de campo para negar, otorgar o condicionar el permiso de ocupación de cauces solicitado.*

*Durante la visita se inspecciono el sitio para la construcción para la obra, "Instalación obras de protección con mebabolsas a la erosión del talud localizado en zona de confluencia entre el río suaza y Magdalena, vereda la Cañada, Municipio del Agrado Huila", (Ver figura No. 1).*



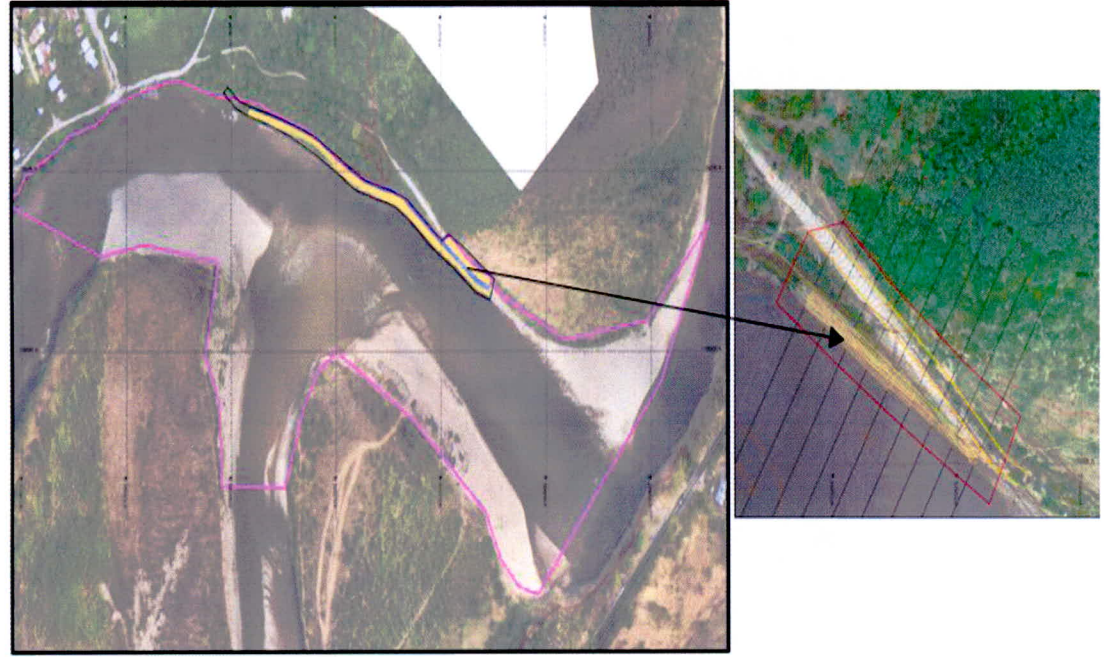
**Figura No. 1.** Localización Instalación obras de protección con mebabolsas a la erosión del talud localizado en zona de confluencia entre el río suaza y Magdalena, vereda la Cañada, Municipio del Agrado - Huila

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

*La empresa ENEL COLOMBIA S.A E.S.P , con el fin de dar cumplimiento al requerimiento generado en la audiencia de oralidad del 29 de octubre del año 2024 en el acta 0861 del ANLA, donde nos solicitan “presentar soportes de la reparación de los gaviones o la implementación de medidas que garanticen la estabilidad del sector del embarcadero” que da acceso por el rio Magdalena a la vereda la Cañada aguas arriba de la confluencia del rio Suaza y donde se presenta una ladera que forma un talud junto al acceso que hasta el momento se ha utilizado para el embarque y desembarque de la comunidad que utiliza este sector para el transporte de personal hacia la margen derecha del rio Magdalena y donde el talud ha sido afectado por el desgaste progresivo que ocasiona la fricción del caudal sobre el macizo rocoso en la pata de este talud y que por lo tanto, es necesaria la instalación de una protección que nos garantice una defensa contra la socavación de orilla que se está generando a través del tiempo.*

*para poder definir la mejor forma de mitigar estos impactos, de los cuales se generaron unos planos para realizar una protección en la base, la cual está conformada por depósitos aluviales que están expuestos directamente con el caudal y la escorrentía de los dos ríos que fluctúan aguas arriba, dichos depósitos se deben proteger, ya que la fricción constante del caudal con el macizo se genera socavación ocasionando desgaste y por ende una pérdida de material socavando así el acceso mencionado.*

*A continuación, se expone en línea morada (izquierda) el polígono a solicitar y el sector donde se concentran los trabajos (derecha) en el sector:*



**Figura No. 2.** Izquierda: polígono a solicitar y derecha: área de la obra, vereda la Cañada, Municipio del Agrado - Huila



**Figura No. 3.** Localización de la obra a construir vereda la Cañada, Municipio del Agrado – Huila

### **DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

*La obra consiste en la protección y estabilización de talud en la margen del Río Magdalena mediante la instalación de geoesteras y geocontenedores, conformados con material aluvial del propio cauce, lo que garantiza compatibilidad granulométrica, continuidad sedimentológica y adecuado comportamiento hidráulico dentro del sistema fluvial.*

*La intervención se concibe como una obra temporal de tipo fusible, entendida como una estructura diseñada para cumplir su función bajo condiciones hidráulicas ordinarias, pero que, ante eventos de mayor magnitud, está prevista para ceder de manera progresiva y controlada, ya sea mediante deformación, desplazamiento o falla parcial. Este comportamiento no representa una deficiencia estructural, sino un criterio de diseño intencional que permite disipar energía hidráulica, evitar la concentración de esfuerzos y reducir riesgos de socavación localizada o desestabilización del cauce.*

*A diferencia de soluciones rígidas, las obras fusibles no buscan oponerse de manera permanente a la dinámica del río, sino integrarse y adaptarse a ella, permitiendo que el sistema fluvial continúe sus procesos naturales de erosión, transporte y deposición. En caso de deterioro o colapso parcial, los materiales que conforman la estructura, al ser propios del río, se reincorporan al cauce sin generar alteraciones en la morfología ni en la hidrodinámica, manteniendo la estabilidad del sistema.*

*Este enfoque responde a principios de ingeniería fluvial sostenible, en los cuales se priorizan soluciones flexibles y reversibles que gestionan el riesgo sin rigidizar el canal. En este sentido, la obra no constituye una intervención permanente, sino una medida de manejo temporal que acompaña la evolución natural del Río Magdalena, garantizando protección funcional del talud sin inducir impactos negativos a largo plazo.*

*La obra consiste en la protección del talud mediante geoesteras y geocontenedores en la margen del río Magdalena en la confluencia con el río Suaza, utilizando material del propio*

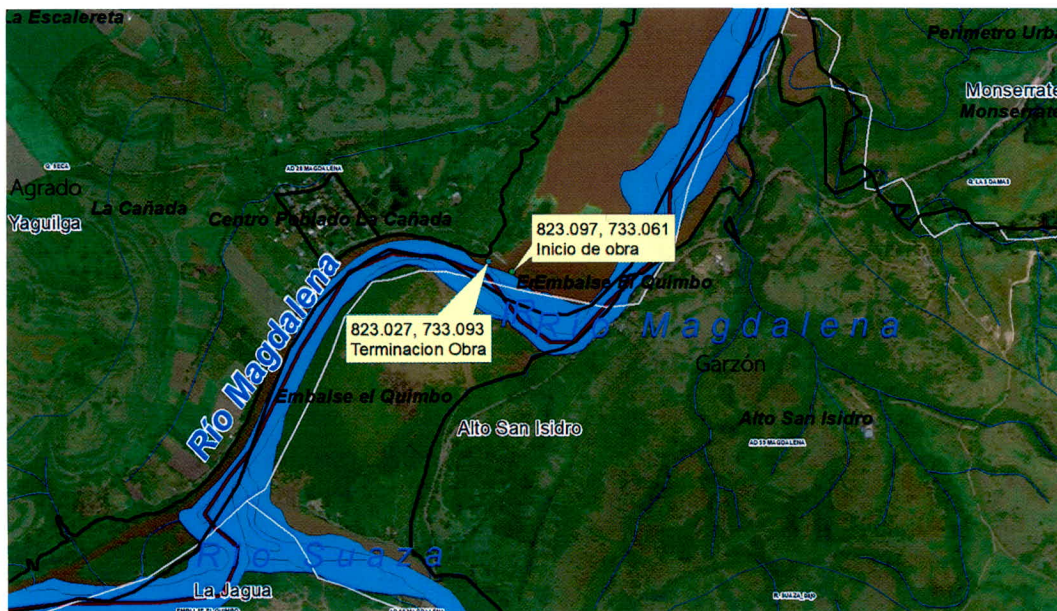
	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

cauce. Corresponde a una intervención temporal tipo fusible, diseñada para adaptarse y eventualmente incorporarse al río en eventos extremos sin generar impactos, no produce modificaciones permanentes en la morfología ni en la hidrodinámica del cauce.

La obra de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores tendrá las siguientes dimensiones: longitud de 80 metros (Abscisa 0+240 hasta 0+320), ancho de 16,43 metros y una altura aproximada de 8,4 metros.

La revisión del componente general incluyó la verificación y análisis detallado del procedimiento constructivo y de los documentos técnicos que describen la intervención propuesta sobre el área de confluencia entre el río suaza y Magdalena, con megabolsas en la Central Hidroeléctrica El Quimbo. En dichos documentos se presentan las fases de preparación, ejecución y finalización, incluyendo el cronograma de actividades, la descripción de la intervención, las labores de mantenimiento, así como la maquinaria, equipos y personal requerido, junto con el análisis de socavación del Muro y sus dimensiones. En el análisis se tuvo en cuenta la información presentada en el radicado 2025-E 21251 y 2026-E 7494 en el documento INCCO-OP-F-04 Informe Geotecnia.pdf, Informe\_Gerencial\_POC\_Canada.pdf.

La obra de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores se construirá en la margen izquierda del río Magdalena, vereda la Cañada, Municipio del Agrado – Huila, en el predio Lote Los lagos B, matrícula inmobiliaria 202-28407, propiedad de persona jurídica ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8, cuya área es de 53,2561 Has: La obra consistente en construcción La obra de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores tendrá las siguientes dimensiones: longitud de 80 metros, ancho 16,43 metros y una altura aproximada de de 8,4 metros, en el sitio de coordenadas planas con origen Bogotá Magna Sirgas inicio de obra X: 823097 y Y: 733061, sitio de fin de obras X: 823027 y Y: 733093 a una altitud promedio de 724 m.s.n.m, Vereda La Cañada, Municipio del Agrado intercepta el río Magdalena margen izquierda aguas abajo. (ver figura No. 4).



**Figura No. 4.** Localización de la obra a construir vereda la Cañada, Municipio del Agrado - Huila

Tal como se describió en el procedimiento constructivo del muro de contención, las geoesteras y geocontenedores serán llenados con material proveniente directamente del cauce del Río Magdalena, garantizando su compatibilidad granulométrica, densidad y comportamiento hidráulico con los sedimentos naturales del lecho. Este criterio constructivo responde a un enfoque de ingeniería adaptativa, en el cual las estructuras no buscan rigidizar el cauce, sino integrarse a su dinámica natural.

En este sentido, las obras proyectadas se conciben como estructuras temporales de tipo fusible, es decir, elementos diseñados para cumplir una función de protección y estabilización bajo condiciones hidráulicas ordinarias y moderadas, pero que, ante eventos extremos (crecientes extraordinarios o avenidas torrenciales), pueden experimentar deformaciones controladas, desplazamientos o incluso fallas parciales sin generar impactos negativos sobre el sistema fluvial.

El concepto de obra fusible implica que, en caso de sobrepasarse las condiciones de diseño, la estructura no actúa como un elemento rígido que interfiera abruptamente con el flujo, sino que cede de manera progresiva, disipando energía y evitando efectos indeseados como socavaciones concentradas, cambios bruscos en la dirección del flujo o erosiones regresivas. Dado que los elementos están constituidos con material propio del río, cualquier eventual incorporación de estos al cauce mantiene la continuidad sedimentológica, sin introducir materiales extraños ni alterar la composición del lecho.

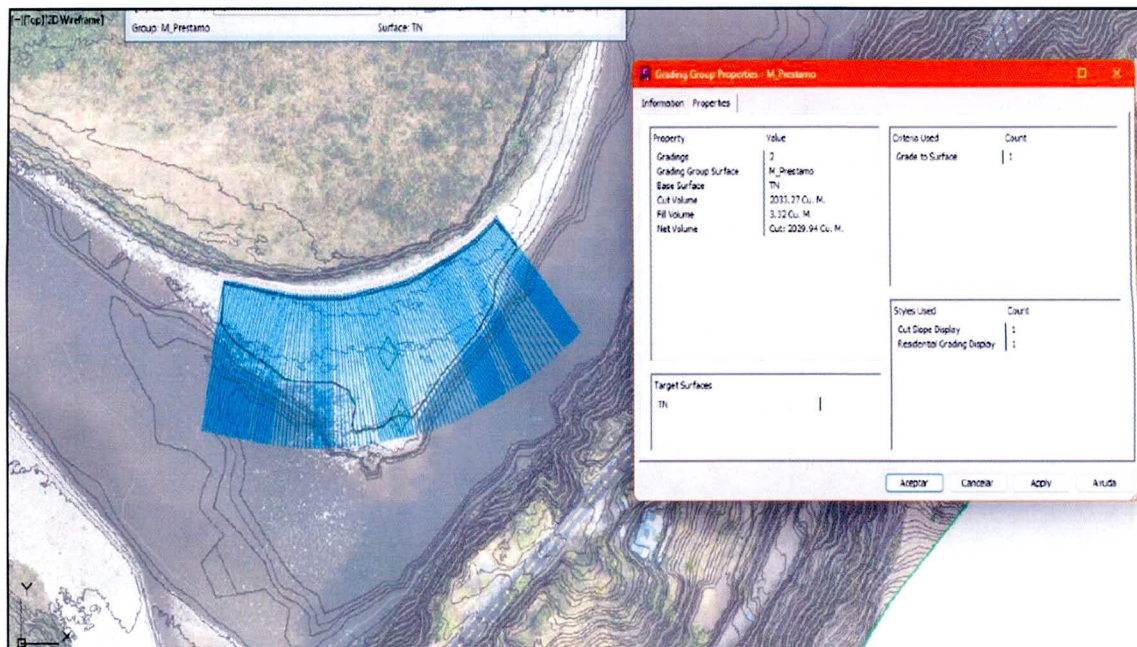
Bajo este enfoque, y en concordancia con la dinámica sedimentológica previamente analizada, en el meandro localizado aguas abajo del punto donde se proyecta la construcción del muro, se llevará a cabo el retiro controlado de material correspondiente a un depósito aluvial ubicado en la margen interna de la curva. El volumen estimado de extracción es de 2033,27 m<sup>3</sup>, el cual será aprovechado en la conformación de las estructuras mencionadas, garantizando un manejo integral del material dentro del mismo sistema fluvial y evitando la incorporación de insumos externos.

La distribución espacial del volumen a retirar se presenta en la figura No. 5 y 6.



**Figura No. 5.** Localización meandro – sitio de retiro de material de llenado meabolsas de la obra a construir vereda la Cañada, Municipio del Agrado - Huila

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18



**Figura No. 6.** Localización meandro – sitio de retiro de material de llenado mebabolsas de la obra a construir vereda la Cañada, Municipio del Agrado – Huila.

#### **Observaciones.**

Para la realización de la visita a las obras proyectada se conformó una comisión integrada por un (1) profesional del Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, tres (3) funcionarios de ENEL COLOMBIA. S.A E.S.P. Juan Carlo Peña Páez, CC: 79799124 De Bogotá, Celular 3175858736, Profesional Experto medio Ambiente, Jhon Arteaga Caviedes, CC: 1.019.016.881 De Bogotá, Celular 3185831334 Ingeniero Civil y Pablo Andrés Ramírez Mayorga, CC: 1.075.259.588 de Neiva, Celular: 3214699028, Ingeniero Civil.

En desarrollo de la visita se realizó una identificación del sitio para definir si la obra proyectada afecta o no algún cauce o drenaje natural que amerite revisión y análisis para el otorgamiento del permiso de ocupación de cauce correspondiente. Como consecuencia de la evaluación se registra y se hace una descripción detallada del sitio y obras que requieren permiso de ocupación de cauce para su construcción.

De esta manera se concluye que este punto georreferenciado, requiere permiso de ocupación de cauce, playas y lechos al considerarse que se impacta el cauce del río Magdalena en su margen izquierda aguas abajo.

Se presenta a continuación imágenes de los sitios y un registro fotográfico típico de la inspección técnica realizada, organizados de tal manera que se optimice la distribución del espacio de las páginas.



**Fotografía 1,** Panorámica **sitio inicio** construcción obra de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores Vereda la Cañada, Municipio del Agrado – Huila.



**Fotografía 2,** Panorámica **sitio terminación** construcción obra de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores Vereda la Cañada, Municipio del Agrado – Huila.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18



**Fotografía 3.** Panorámica sitio construcción obra de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores Vereda la Cañada, Municipio del Agrado – Huila.



**Fotografía 4.** Panorámica sitio meandro – de retiro de material de llenado de meabolsas de la obra a construir vereda la Cañada, Municipio del Agrado - Huila



## RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

A partir de la información radicada bajo los Radicados CAM cuenta la información presentada en el radicados 2025-E 21251 y 2026-E 7494, presentados por ENEL Colombia S.A. E.S.P. (NIT 860063875-8) para el proyecto "Instalación obras de protección con megabolsas a la erosión del talud localizado en zona de confluencia entre el río suaza y Magdalena, vereda la Cañada, Municipio del Agrado Huila", La revisión del componente general incluyó la verificación y análisis detallado del procedimiento constructivo y de los documentos técnicos que describen la intervención propuesta sobre el área de confluencia entre el río suaza y Magdalena, con megabolsas en la Central Hidroeléctrica El Quimbo. En dichos documentos se presentan las fases de preparación, ejecución y finalización, incluyendo el cronograma de actividades, la descripción de la intervención, las labores de mantenimiento, así como la maquinaria, equipos y personal requerido, junto con el análisis de socavación del Muro y sus dimensiones.

Como ya se enuncio en párrafos anteriores, la obra consiste en la protección del talud mediante geoesteras y geocontenedores en la margen del rio magdalena en la confluencia con el rio suaza, utilizando material del propio cauce. Corresponde a una intervención temporal tipo fusible, diseñada para adaptarse y eventualmente incorporarse al rio en eventos extremos sin generar impactos, no produce modificaciones permanentes en la morfología ni en la hidrodinámica del cauce.

La intervención se concibe como una obra temporal de tipo fusible, entendida como una estructura diseñada para cumplir su función bajo condiciones hidráulicas ordinarias, pero que, ante eventos de mayor magnitud, está prevista para ceder de manera progresiva y controlada, ya sea mediante deformación, desplazamiento o falla parcial. Este comportamiento no representa una deficiencia estructural, sino un criterio de diseño intencional que permite disipar energía hidráulica, evitar la concentración de esfuerzos y reducir riesgos de socavación localizada o desestabilización del cauce.

A diferencia de soluciones rígidas, las obras fusibles no buscan oponerse de manera permanente a la dinámica del río, sino integrarse y adaptarse a ella, permitiendo que el sistema fluvial continúe sus procesos naturales de erosión, transporte y deposición. En caso de deterioro o colapso parcial, los materiales que conforman la estructura, al ser propios del río, se reincorporan al cauce sin generar alteraciones en la morfología ni en la hidrodinámica, manteniendo la estabilidad del sistema.

Este enfoque responde a principios de ingeniería fluvial sostenible, en los cuales se priorizan soluciones flexibles y reversibles que gestionan el riesgo sin rigidizar el canal. En este sentido, la obra no constituye una intervención permanente, sino una medida de manejo temporal que acompaña la evolución natural del Río Magdalena, garantizando protección funcional del talud sin inducir impactos negativos a largo plazo.

### CAUDAL DE DISEÑO

Para la definición del caudal de diseño de las obras proyectadas, se adoptaron criterios hidrológicos e hidráulicos acordes con la naturaleza temporal y funcional de las estructuras planteadas, así como con las condiciones particulares de interacción entre el río Magdalena y el río Suaza en la zona de estudio.

En este sentido, el dimensionamiento hidráulico de las obras se realizó considerando un caudal asociado a un período de retorno ( $T_r$ ) de 25 años para el río Magdalena y de 2,33 años para el río Suaza. Esta selección obedece a que las estructuras corresponden a

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

*intervenciones de protección marginal de carácter no permanente (tipo fusible), cuyo objetivo principal es mitigar procesos erosivos y controlar dinámicas locales del flujo bajo condiciones hidrológicas de magnitud intermedia.*

*La adopción de estos períodos de retorno implica que las estructuras han sido diseñadas para operar de manera estable y funcional frente a eventos hidrológicos frecuentes a moderados, con una probabilidad de excedencia coherente con criterios técnicos comúnmente aceptados para este tipo de obras. En consecuencia, se reconoce que ante eventos extremos (altos períodos de retorno), las estructuras pueden experimentar procesos de sobrepaso o incluso falla controlada, sin comprometer la estabilidad global del sistema fluvial.*

*Adicionalmente, con el fin de garantizar la robustez del análisis, se desarrollaron múltiples escenarios de modelación hidrológica, considerando períodos de retorno de 2.33, 25, 50 y 100 años, lo cual permitió caracterizar la variabilidad del régimen de caudales y evaluar la respuesta del sistema ante diferentes condiciones de avenida.*

*Por su parte, las modelaciones hidráulicas se estructuraron principalmente con base en los caudales de diseño adoptados ( $Tr = 25$  años para el río Magdalena y  $Tr = 2,33$  años para el río Suaza), incorporando además análisis complementarios para otros períodos de retorno hasta 100 años, con el propósito de verificar el comportamiento hidráulico de las obras bajo escenarios más exigentes, tales como condiciones de sobre elevación de niveles, expansión lateral del flujo y posibles afectaciones en la zona de influencia.*

**VIDA ÚTIL DE LA OBRA**


*En el caso de las obras proyectadas sobre el talud del Río Magdalena, compuestas por geoesteras y geocontenedores, el dimensionamiento hidráulico se realizó con base en un caudal asociado a un período de retorno de 25 años, lo cual implica que las estructuras han sido diseñadas para operar de manera estable y funcional frente a eventos hidrológicos de magnitud intermedia, con una probabilidad de excedencia acorde a criterios técnicos comúnmente aceptados para obras de protección marginal no permanentes.*

*Dado su carácter de obra fusible, estas estructuras están concebidas para admitir procesos graduales de deterioro, deformación o incluso falla parcial cuando se presentan eventos que superan el caudal de diseño. Este comportamiento no constituye una deficiencia, sino una característica deseada del sistema, ya que evita que la obra actúe como un elemento rígido que pueda inducir efectos adversos como socavación localizada, concentración de esfuerzos o desestabilización del cauce.*

*En este contexto, la vida útil esperada puede situarse en un rango típico de mediano plazo aproximadamente entre 3 a máximo 10 años, dependiendo de factores como la frecuencia de crecientes, la carga sedimentaria, la variabilidad hidrológica y las condiciones locales del cauce. Sin embargo, este horizonte no está determinado exclusivamente por el paso del tiempo, sino por la ocurrencia de eventos hidráulicos significativos que puedan activar el comportamiento fusible de la estructura.*

**TRABAJOS POR REALIZAR**

**Localización, replanteo y control topográfico:**

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

Se deberá realizar la localización planimétrica y altimétrica, con equipo topográfico de precisión y con sus respectivas referencias y puntos de control, de toda la zona de la protección de erosión del río Suaza, lo anterior para llevar un control de las obras a ejecutar con base a los planos definidos por el diseño.

**Cerramiento:**

Se debe realizar un cerramiento con tela de polietileno, lo anterior para proteger el área a intervenir y evitar el paso de fauna y personal no autorizado.

**Demolición de gaviones:**

Se deberá realizar el retiro de algunos gaviones instalados en la pata del talud, el material granular de los gaviones puede ser reutilizado después de una clasificación. El proceso de desmonte o demolición de gaviones implica la remoción controlada de estructuras de gaviones existentes que, en su mayoría, están compuestas por mallas metálicas rellenas de piedras o materiales similares, utilizados comúnmente en obras de contención, estabilización de taludes o protección de márgenes de ríos. Hay que tener en cuenta que el desmonte de dichos gaviones se realizara antes de empezar cualquier labor de excavación y sus materiales serán reutilizados, todo sobrante será dispuesto mediante gestores autorizados.

**Retiro de material suelto y excavación:**

Luego de delimitar el área de trabajo con la tela verde, y realizar la demolición de los gaviones se procederá a realizar la excavación mecánica y/o corte del talud con base a los planos de construcción, se aclara que todos los cortes serán bajo la cota 715 msnm, esta actividad consiste en 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, indicados en las secciones transversales de los planos.

Tal como se describió en el procedimiento constructivo del muro de contención, las geoesteras y geocontenedores serán llenados con material proveniente directamente del cauce del Río Magdalena, garantizando su compatibilidad granulométrica, densidad y comportamiento hidráulico con los sedimentos naturales del lecho. Este criterio constructivo responde a un enfoque de ingeniería adaptativa, en el cual las estructuras no buscan rigidizar el cauce, sino integrarse a su dinámica natural.

En este sentido, las obras proyectadas se conciben como estructuras temporales de tipo fusible, es decir, elementos diseñados para cumplir una función de protección y estabilización bajo condiciones hidráulicas ordinarias y moderadas, pero que, ante eventos extremos (crecientes extraordinarios o avenidas torrenciales), pueden experimentar deformaciones controladas, desplazamientos o incluso fallas parciales sin generar impactos negativos sobre el sistema fluvial.

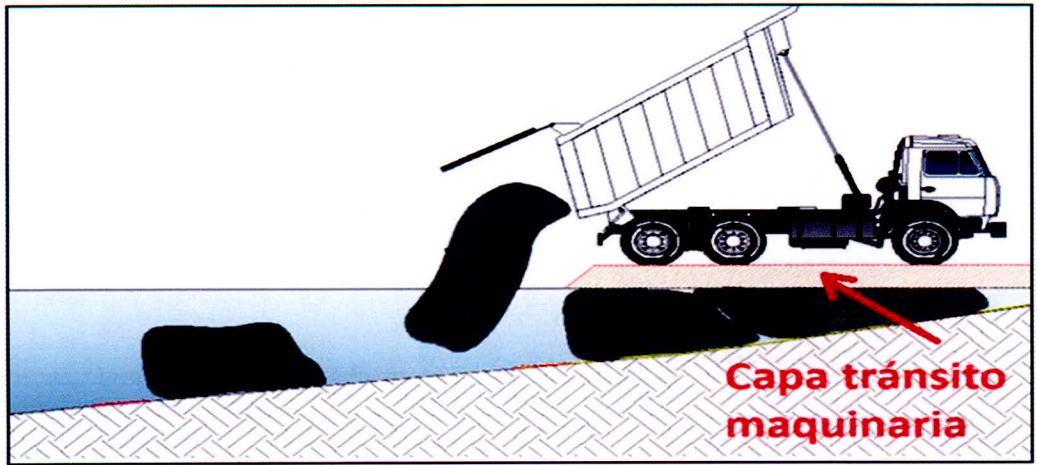
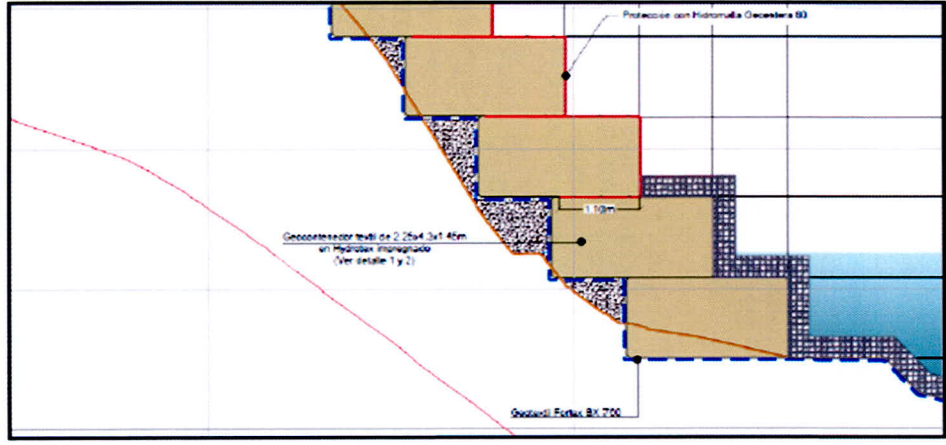
El concepto de obra fusible implica que, en caso de sobrepasarse las condiciones de diseño, la estructura no actúa como un elemento rígido que interfiera abruptamente con el flujo, sino que cede de manera progresiva, disipando energía y evitando efectos indeseados como socavaciones concentradas, cambios bruscos en la dirección del flujo o erosiones regresivas. Dado que los elementos están constituidos con material propio del río, cualquier eventual incorporación de estos al cauce mantiene la continuidad sedimentológica, sin introducir materiales extraños ni alterar la composición del lecho.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

Bajo este enfoque, y en concordancia con la dinámica sedimentológica previamente analizada, en el meandro localizado aguas abajo del punto donde se proyecta la construcción del muro, se llevará a cabo el retiro controlado de material correspondiente a un depósito aluvial ubicado en la margen interna de la curva. El volumen estimado de extracción es de 2033,27 m<sup>3</sup>, el cual será aprovechado en la conformación de las estructuras mencionadas, garantizando un manejo integral del material dentro del mismo sistema fluvial y evitando la incorporación de insumos externos.

Una vez que se haya completado la excavación y/o corte, se deben retirar todas las herramientas y equipos utilizados adicional a esto mantener la zona de trabajo limpia y libre de escombros.

La excavación necesaria en la base del talud intervenido será la que se encuentre debajo de la línea marrón (terreno natural) y encima de la línea punteada en azul de cada una de las secciones expuestas en los planos, tal como se muestra en la siguiente sección representativa:



Durante la excavación se deberá realizar selección de material fino en este caso debe estar compuesto principalmente por arena, aunque también puede tener poca presencia de rocas o fragmentos más grandes no superiores a 2" esto para que se obtenga una textura relativamente suave, dicho material se dispondrá sobre el geocortesador en una capa de

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

0.10m con el fin que sea utilizado para el tránsito de maquinaria sobre el geocontenedor como se evidencia en la ilustración.

**Relleno y compactación con material reacomodado:**

*Esta actividad garantiza la estabilidad y resistencia del terreno sobre el que se apoyara la estructura final. Para esta actividad se utilizará material extraído de la propia excavación el cual es seleccionado (sin materia orgánica, piedras angulares y escombros), preparado, colocado y compactado para obtener la densidad y resistencia.*

*El material de excavación se transporta al área de relleno utilizando volquetas, y asegurándose de que se realice de manera eficiente y sin pérdidas de material.*

*El material de excavación debe colocarse en capas horizontales de espesor controlado, de 10cm. La colocación de capas es fundamental para garantizar una correcta compactación y evitar asentamientos diferenciales. El material debe distribuirse de manera uniforme a lo largo de la base de la excavación, evitando que se presenten zonas de material excesivamente grueso o demasiado fino en la capa. La compactación es clave para asegurar que el material colocado tenga la densidad y la resistencia necesaria para soportar la carga que se le aplicara posteriormente. Se verifica que el relleno alcance la altura deseada y que las pendientes sean correctas según lo especificado en los planos de construcción.*

**Protección del talud:**

*Para la instalación de la protección del talud contra la socavación de orilla, se empleará el siguiente proceso:*

➤ *Instalación de geotextil*

*Una vez compactado el terreno se procederá con la instalación del geotextil el cual es un material geosintético, que se utiliza especialmente en la estabilización de suelos, control de erosión y refuerzo de taludes. Este tipo de geotextil ofrece una alta resistencia mecánica y durabilidad, lo que lo hace adecuado para proyectos donde se requiere una protección efectiva del suelo y estructuras subyacentes.*

*El terreno deberá estar acondicionado mediante cortes o rellenos para lograr las cotas y pendientes indicadas en los planos de construcción. Una vez hecho lo anterior, se deben corregir las irregularidades existentes.*

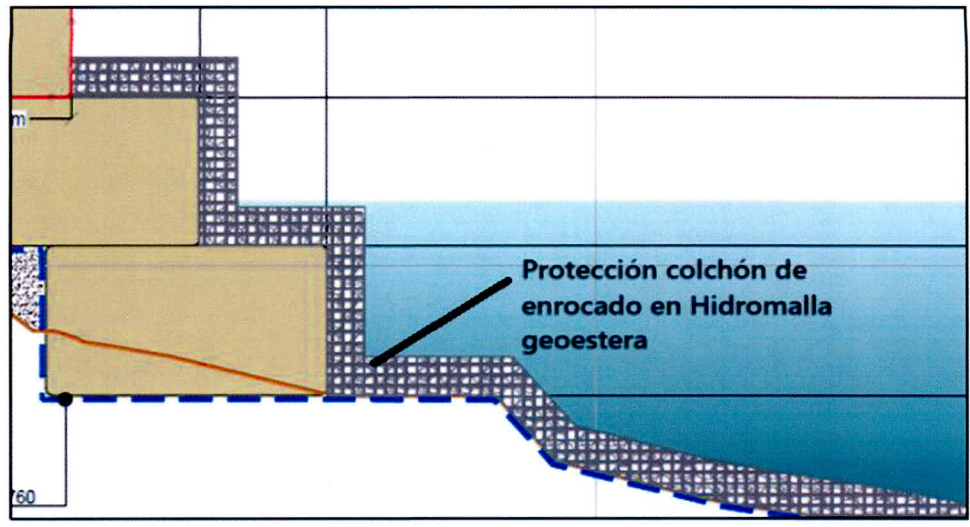
*Para su instalación se procederá a desempacar y desenrollar el geotextil sobre el terreno preparado de manera que se mantenga tenso y sin arrugas cubriendo completamente el área de trabajo, es realmente importante que la tela esté bien tensada para evitar que se desplace con el viento o que quede suelto.*

➤ *Instalación de colchón de enrocado*

*Este trabajo consiste en la instalación de colchones para protección de orillas, conformados a partir de hidromalla Geoestera, este colchón ira adosado en su base con un geotextil tejido de alto desempeño mecánico e hidráulico el cual evitara el lavado de materiales finos debido a las corrientes de agua.*

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

La hidromalla Geoestera adosada con el geotextil se dispondrá sobre la margen del río en las áreas indicadas en los planos de construcción, posteriormente se llenarán con enrocado. La alternativa corresponde a un colchón flexible adosado en su parte inferior con un geotextil tejido. Lo anterior con el objetivo de proteger la orilla contra el fenómeno de erosión lateral, donde estos elementos se dispondrán de acuerdo con los planos del proyecto como se indica en la imagen.



➤ *Instalación de Geocontenedores*

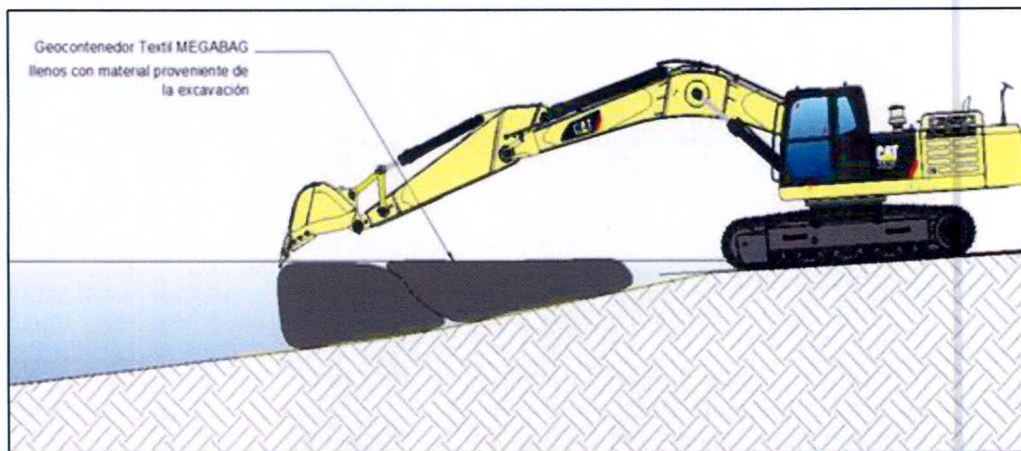
Consiste en la instalación de un contenedor rectangular de gran tamaño, dotado de estructura interna que se cierra mediante costura industrial con máquina cosedora portátil utilizando hilo de poliéster. Está fabricado con geotextil tejido de poliéster PET de alta resistencia, adecuado para tolerar los esfuerzos durante el llenado e instalación y garantizar su durabilidad a largo plazo. Se llena por medios mecánicos con suelo del sitio o agregados de construcción, obteniendo unidades de gran masa y volumen que se acomodan sobre terreno de manera versátil por su tamaño y forma.




*Una vez instalado el geotextil tejido biaxial en poliéster de alta tenacidad, se procederá a utilizar volquetas dobletroque con una capacidad de 14 m<sup>3</sup>, dichas volquetas deben poseer dimensiones consistentes y uniformes en la parte del volcó todo esto para garantizar la industrialización del proceso, la forma y el tamaño de los geocontenedores llenos. Tal como se indica en la fotografía.*

*Como se indicó anteriormente, para el lleno de los geocontenedores se utilizará material (sin materia orgánica, sin piedras angulares, sin escombros, sin piedras < 4"); proveniente de las zonas adyacentes (material de río) - playas contiguas, a su vez debe estar libre de materia orgánica, troncos de árboles, ramas con salientes agudas punzonantes y fracciones de material grueso conformadas por partículas filosas o angulosas que puedan afectar el geotextil por punzonamiento o rasgado.*

*Posterior al lanzado el primer geocontenedor, en caso de requerir acomodación, con gran cuidado se realizará con el brazo de la excavadora.*




	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

Teniendo en cuenta que para el proyecto se realizará tránsito de volquetas y maquinaria sobre el GEOCONTENEDOR se debe establecer una plataforma de rodaje con un relleno fino en este caso debe estar compuesto principalmente por arena, aunque también puede tener poca presencia de rocas o fragmentos más grandes no superiores a 2" esto para que se obtenga una textura relativamente suave, dicho material se dispondrá sobre el geocontenedor en una capa de 0.10m con el fin que sea utilizado para el tránsito de maquinaria sobre el geocontenedor como se evidencia en la siguiente fotografía.



Una vez instaladas las dos primeras filas de los geocontenedores y llegados a la cota indicada en los planos, se instalará la secuencia sucesiva de geocontenedores como se ilustra en la imagen.



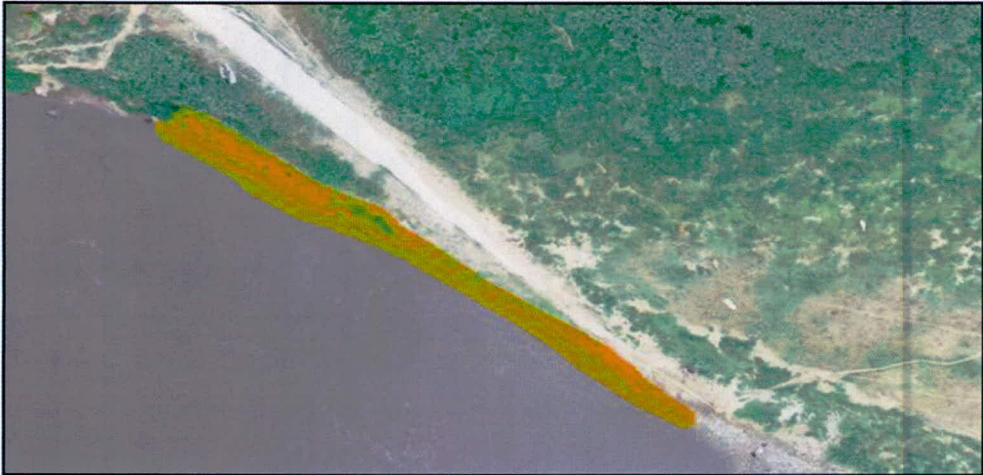
	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

*El Geocontenedor se debe acomodar manualmente en la formaleta, evitando al máximo pliegues o dobleces y extendiéndolo de manera que todas sus caras queden tensionadas para ocupar el volumen máximo, los bordes superiores se deben sostener de todo el perímetro de la formaleta, para lo cual se utilizará presillas de ajuste con tornillo para sostener dicho geocontenedor mientras es llenado.*

**CANTIDADES ESTIMADAS**

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>		
1,1	Localización, replanteo y control topográfico	m2	2904,79
1,2	Corramiento on tola verde (incluye estructura de soporte y elementos de fijación)	m	300,00
1,3	Demolición de Gaviones	m3	600,00
1,4	Excavación mecánica en material común	m3	351,67
1,5	Relleno y compactación con material seleccionado de excavación	m3	1512,41
<b>2</b>	<b>CONTROL DE EROSION</b>		
2,1	Suministro e instalación de geotextil tejido biaxial en poliéster de alta tenacidad	m2	520,00
2,2	Suministro e instalación de colchon de enrocado izada en hidromalla geoestera 80 de espesor 0.30m con geotextil tejido biaxial en poliéster de alta tenacidad	m2	480,00
2,3	Suministro e instalación de hidromalla geoestera 80 para revestimiento de estructuras	m2	84,70
2,4	Suministro e instalación de geocontenedor estructural textil de poliéster de alta tenacidad estabilizado a rayos U.V de 135Kn/m (instalados con geocontainer 4.4x2.2x1.45 y por volteo).	und	80,00

*Finalmente y como se indicó de manera resumida anteriormente, la fila de protección a lo largo de la ladera afectada quedara instalada como se indica en la franja café de la siguiente imagen, lo que nos permitirá obtener una efectiva protección contra socavación en la curva donde se intercepta el río Magdalena con el Río Suaza, permitiendo mitigar un desgaste progresivo al fenómeno de socavación de orilla a largo plazo en la base de la ladera, protegiendo así el acceso, aumentando de manera considerable la estabilidad del talud afectado por el fenómeno de socavación.*



	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

### **1.- INFORME ANALISIS HIDROLÓGICO.**

*El presente estudio hidrológico se desarrolla en el marco de la solicitud de Permiso de Ocupación de Cauce para la construcción de obras de protección sobre el río Magdalena, en el sector de confluencia con el río Suaza. Su objetivo principal es caracterizar el régimen hidrológico de la zona de estudio, mediante la estimación de caudales asociados a los periodos de retorno de 2.33, 25, 50 y 100 años para el río Magdalena en el punto antes mencionado, los cuales constituyen el insumo fundamental para los análisis hidráulicos, de socavación y de diseño de las obras proyectadas.*

*Dentro del desarrollo del informe se presenta la información hidrológica histórica disponible de las fuentes oficiales (IDEAM) y la cartografía base (IGAC). Es importante resaltar que en el área de estudio se identifican dos estaciones limnimétricas, la estación PERICONGO [21027010] sobre el río Magdalena y la estación PUENTE GARCES [21037010] sobre el río Suaza, sin embargo, estas estaciones se encuentran significativamente lejos al punto de estudio, a 31 km y 28 km respectivamente. Teniendo en cuenta que se tienen mediciones directas sobre el río Magdalena, el análisis hidrológico se desarrolla con base a un análisis estadístico y de probabilidad en función de la información disponible de las estaciones limnimétricas indicadas. A partir del análisis de frecuencias se obtienen los caudales picos e hidrogramas asociados al periodo de retorno de 2.33, 25, 50 y 100 años. Finalmente, dado que estas estaciones se encuentran apartadas al punto de estudio, se realiza el cálculo del caudal aportado por la cuenca entre las estaciones y el punto de estudio, empleando para tal fin un modelo de lluvia escorrentía basado en la metodología del Soil Conservation Services SCS en el software HEC-HMS, las estaciones relacionadas para este propósito corresponden a estaciones meteorológicas con su respectiva curva IDF.*

*El desarrollo del presente estudio se acoge a los lineamientos establecidos por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena (CAM), en particular lo definido en el documento FCAM-249 Lista de chequeo para la solicitud de permiso de ocupación de playas, cauces y lechos, el cual establece los requisitos mínimos que deben cumplir los estudios técnicos asociados a este tipo de trámite. En este sentido, se da cumplimiento a la elaboración del estudio hidrológico como componente esencial para la evaluación integral del proyecto. No obstante, es importante precisar que, conforme a lo establecido en el numeral 17 del citado documento, las obras proyectadas corresponden a estructuras temporales tipo fusible, tales como protecciones en material aluvial (geosteras, geocontenedores, gaviones o soluciones equivalentes), las cuales están diseñadas para integrarse a la dinámica natural del cauce y presentar un comportamiento controlado ante eventos hidrológicos extremos. Bajo este enfoque, dichas estructuras no generan una alteración rígida o permanente del sistema fluvial, sino que permiten su adaptación progresiva a las condiciones hidráulicas del río.*

*En consecuencia, y de acuerdo con lo indicado en el mismo numeral, este tipo de obras no se encuentra sujeto al cumplimiento de los criterios establecidos en el formato G-CAM-014*

### **1.2. DATOS HIDROMETEOROLÓGICOS**

*La información hidrometeorológica se encuentra disponible en línea por el sistema de información para la gestión de datos hidrológicos y meteorológicos de la red de monitoreo del IDEAM, disponible en: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>, desde donde se tiene acceso a las series temporales de los datos recopilados por la red de monitoreo instalada en todo el departamento. Para el presente estudio se seleccionaron dos estaciones limnimétricas administradas por el IDEAM. Los detalles de cada estación se muestran a continuación.*


*Tabla 1 Estación limnimétrica Pte Garces IDEAM*

<b>NOMBRE</b>	<b>PUENTE GARCES</b>	
<b>OPERADOR</b>	IDEAM	
<b>CODIGO</b>	21037010	
<b>CATEGORIA</b>	Limnimétrica	
<b>TECNOLOGIA</b>	Convencional	
<b>FECHA INSTALACIÓN</b>	4/15/1964	
<b>ESTADO</b>	Activa	
<b>UBICACIÓN</b>	<b>Latitud</b>	2.030000
	<b>Longitud</b>	-75.780000
	<b>Altura</b>	893
<b>DEPARTAMENTO</b>	Huila	
<b>MUNICIPIO</b>	Altamira	
<b>AREA OPERATIVA</b>	04 - Huila-Caquetá	
<b>CORRIENTE</b>	Magdalena Cauca	
<b>SUBZONA</b>	Alto Magdalena	

*Tabla 2 Estación limnimétrica Pericongo IDEAM*

<b>NOMBRE</b>	<b>PERICONGO</b>
<b>OPERADOR</b>	IDEAM
<b>CODIGO</b>	21027010

<b>CATEGORIA</b>	Limnimétrica	
<b>TECNOLOGIA</b>	Convencional	
<b>FECHA INSTALACIÓN</b>	6/15/1980	
<b>ESTADO</b>	Activa	
<b>UBICACIÓN</b>	<b>Latitud</b>	2.053167
	<b>Longitud</b>	-75.851889
	<b>Altura</b>	839
<b>DEPARTAMENTO</b>	Huila	
<b>MUNICIPIO</b>	Altamira	
<b>AREA OPERATIVA</b>	04 - Huila-Caquetá	
<b>CORRIENTE</b>	Magdalena Cauca	
<b>SUBZONA</b>	Alto Magdalena	

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

De la estación Limnimétrica Puente Garces, se obtuvo una serie histórica de 59 años comprendidos desde el año 1964 hasta el año 2023 para las variables que se muestran a continuación.

**- Caudales máximos anuales [m3/s]**

De la estación Limnimétrica Pericongo, se obtuvo una serie histórica de 45 años comprendidos desde el año 1980 hasta el año 2024 para las variables que se muestran a continuación.

**- Caudales máximos mensuales [m3/s]**

A partir de estas series de datos se pueden elaborar análisis de frecuencias hidrológicas para datos extremos y estimar los caudales para diferentes crecientes asociadas a distintos periodos de retorno.

En la Figura 2 se muestra la localización geográfica de las dos estaciones seleccionadas. La estación Puente Garces se localiza 31 km aguas arriba del sitio proyectado para la estructura. La estación Pericongo se localiza 28 km aguas arriba del sitio proyectado para la estructura.

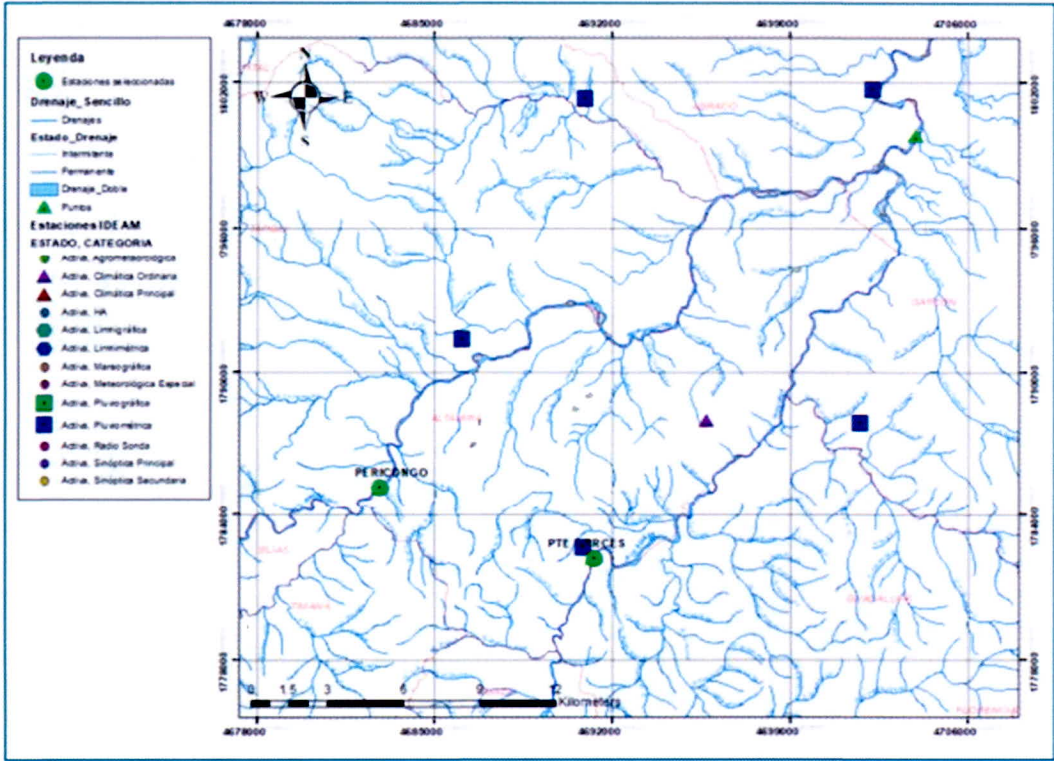


Figura 2 Estaciones de monitoreo en la zona de estudio

Para el modelo de lluvia escorrentía se requiere de los datos de precipitación o de curvas asociadas a IDF, de las cuales el IDEAM ya posee una basta colección de estas, las IDF que se encontraron para este componente.

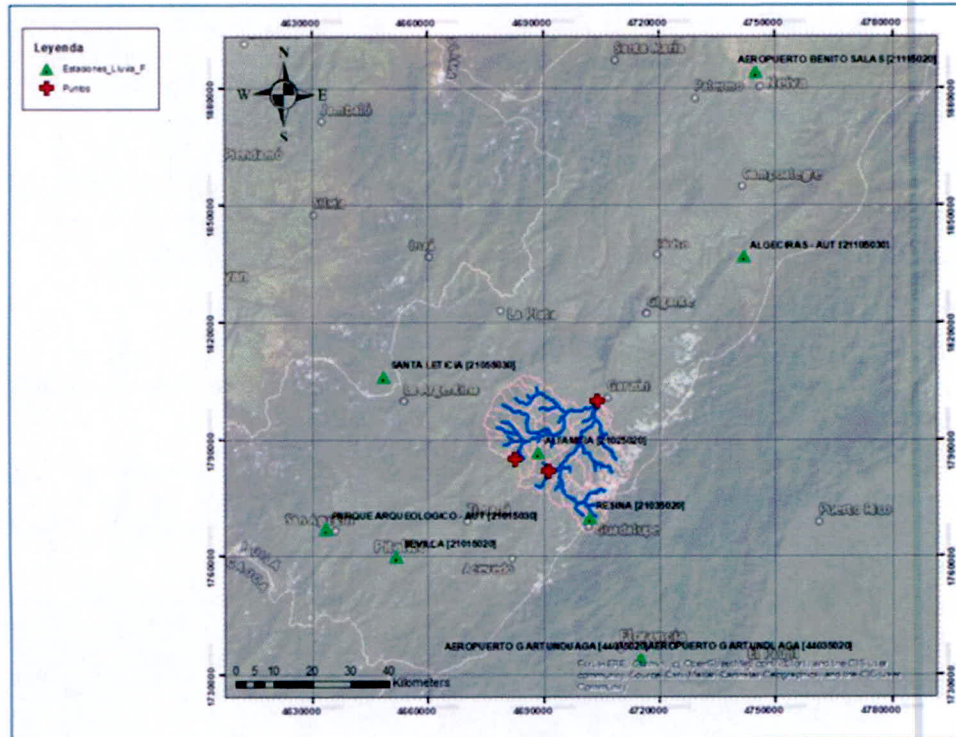


Figura 3 Estaciones asociadas a IDF

En el presente estudio se desarrollará un análisis hidrológico híbrido, combinando tanto la medición directa de caudales en estaciones hidrométricas como la modelación de lluvia-escorrentía a través del software HEC-HMS. Este enfoque permitirá obtener una representación integral del comportamiento hidrológico de la cuenca, integrando datos históricos observados y simulaciones hidrológicas para distintos escenarios de precipitación.

Por un lado, los caudales máximos observados en las estaciones Pericongo y Puente Garcés proporcionarán información confiable sobre la variabilidad y magnitud de los eventos extremos registrados en la cuenca, mientras que el modelo de lluvia-escorrentía, calibrado con estos datos, permitirá estimar los caudales pico asociados a distintos periodos de retorno.

Esta integración de metodologías reforzará la precisión de los resultados y facilitará la identificación de los caudales de diseño para las diferentes condiciones hidrometeorológicas. Finalmente, los caudales obtenidos por ambos métodos serán unificados mediante el tránsito de crecientes medidas directamente a través del método de Muskingum-Cunge, integrándolas con los caudales estimados mediante el modelo en HEC-HMS. Este procedimiento permitirá modelar el tránsito de crecientes a lo largo de los cauces principales de la cuenca, asegurando la coherencia en la propagación de la onda de creciete. Dicha unificación proporcionará los caudales como insumos fundamentales para el posterior desarrollo del modelo hidráulico, el cual permitirá evaluar las condiciones de inundación y el comportamiento del sistema fluvial bajo diferentes escenarios de creciete.

En este estudio, se utilizaron curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) proporcionadas por el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) como base para la generación de los hietogramas que alimentan el modelo de lluvia-

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

escorrentía. Las IDF se obtuvieron a partir de datos históricos de precipitación registrados por las estaciones mencionadas en el capítulo "3. INFORMACIÓN DISPONIBLE / Datos hidrometeorológicos", lo que permitió caracterizar la intensidad y frecuencia de los eventos de lluvia en la cuenca. Se calculó la distribución espacial de la precipitación mediante la técnica de los polígonos de Thiessen, aplicada a las estaciones meteorológicas utilizadas en el análisis. Esto permitió ponderar la influencia de cada estación sobre diferentes zonas de la cuenca, asegurando una representación más precisa de la distribución espacial de la lluvia.

Para el cálculo de los caudales finales, se empleará el cálculo de tránsito de crecientes empleando para tal fin el método Muskingum-Cunge es una variación mejorada del método clásico de Muskingum. Este método es ampliamente utilizado para modelar el tránsito de crecientes en ríos y canales, y es particularmente útil cuando se desea incluir tanto el retardo del caudal como la atenuación de la onda de crecient.

#### **Tránsito de crecientes Pericongo**

Realizado cálculo de crecient los caudales pico son:

*Tabla 17 Transito de crecientes Caudales pico estación Pericongo - Rio Magdalena*

TR	Q_estación	Q_transitado
<b>2.33</b>	<b>1154.2</b>	<b>1051.2</b>
<b>25</b>	<b>1492.9</b>	<b>1359.6</b>
<b>50</b>	<b>1558.1</b>	<b>1419.0</b>
<b>100</b>	<b>1616.8</b>	<b>1472.5</b>

*Tabla 18 Transito de crecientes Caudales pico estación Puente Garces - Rio Suaza*

TR	Q_Estacion	Q_Transitado
<b>2.33</b>	<b>338.9</b>	<b>330.1</b>
<b>25</b>	<b>648.1</b>	<b>631.3</b>
<b>50</b>	<b>734.4</b>	<b>715.3</b>
<b>100</b>	<b>821.7</b>	<b>800.4</b>

Para realizar el cálculo de los caudales que son el insumo para el modelo hidráulico, se realizó la extracción de los caudales e hidrogramas en los elementos Rio Magdalena 1 y rio Suaza 1 correspondientes a los tramos de rio antes de la confluencia.

En este estudio se desarrolló un análisis hidrológico híbrido, combinando tanto la medición directa de caudales en estaciones hidrométricas como la modelación de lluvia-escorrentía a través del software HEC-HMS. Este enfoque permitió obtener una representación integral del comportamiento hidrológico de la cuenca, integrando datos históricos observados y simulaciones hidrológicas para distintos escenarios de precipitación. Por un lado, los caudales máximos observados en las estaciones Pericongo Y Puente Garces proporcionaron información confiable sobre la variabilidad y magnitud de los eventos extremos registrados en la cuenca, mientras que el modelo de lluvia-escorrentía, calibrado con estos datos, permitió estimar los caudales pico asociados a distintos periodos de retorno. Esta integración de metodologías reforzó la precisión de los resultados y facilitó la identificación de los caudales de diseño para las diferentes condiciones hidrometeorológicas.


Finalmente, los caudales obtenidos por ambos métodos fueron unificados transitando las crecientes medidas directamente por el método de Muskingum-Cunge y aunándolas al caudal encontrado empleando el modelo en HEC-HMS, lo que permitió modelar el tránsito de crecientes a lo largo de los cauces principales de la cuenca, asegurando la coherencia en el tránsito integral de la creciente. Esta unificación proporcionó caudales insumos fundamentales para el posterior desarrollo del modelo hidráulico, que permitirá evaluar las condiciones de inundación y el comportamiento del sistema fluvial bajo escenarios de crecientes.

*Tabla 19 Caudales pico sobre el río Magdalena [m<sup>3</sup>/s]*

Río Magdalena			
TR	Caudal pico transitado	Caudal pico lluvia escorrentía	Caudal Total
2.33	1051.2	199.8	1251.0
25	1359.6	510.7	1870.3
50	1419.0	604.6	2023.6
100	1472.5	704.3	2176.8

*Tabla 20 Caudales pico sobre el río Suaza [m<sup>3</sup>/s]*

Río Suaza			
TR	Caudal pico transitado	Caudal pico lluvia escorrentía	Caudal Total
2.33	330.1	110	440.1
25	631.3	270.4	901.7
50	715.3	318.3	1033.6
100	800.4	367.8	1168.2

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

## 2.- INFORME ESTUDIO HIDRÁULICO

*El presente informe hidráulico tiene como objetivo analizar el comportamiento hidrodinámico del río Magdalena en el sector de confluencia con el río Suaza, con el fin de establecer las condiciones de flujo, distribución de velocidades, niveles de lámina de agua y dinámica de sedimentos en el tramo de estudio.*

*Este análisis constituye la base técnica para la evaluación, diseño y validación de las obras de protección proyectadas en la margen del río. El estudio se fundamenta en la implementación de herramientas de modelación hidráulica que permiten representar de manera adecuada tanto el comportamiento global del flujo como los procesos locales asociados a la interacción entre corrientes, la geometría del cauce y la dinámica sedimentológica. En este sentido, se integran enfoques de modelación unidimensional y bidimensional, con el propósito de capturar la complejidad hidráulica característica de zonas de confluencia fluvial y sistemas meándricos.*

*El tramo analizado presenta un comportamiento típico de ríos aluviales, en el cual coexisten procesos de erosión en márgenes externas y deposición en márgenes internas, configurando un equilibrio dinámico controlado por el régimen hidrológico y la disponibilidad de sedimentos. Bajo estas condiciones, cualquier intervención debe considerar no solo los parámetros hidráulicos convencionales, sino también la capacidad del sistema para ajustarse y evolucionar frente a perturbaciones naturales y antrópicas.*

*En este contexto, las obras proyectadas han sido concebidas bajo el enfoque de estructuras temporales tipo fusible, es decir, soluciones de ingeniería que buscan integrarse a la dinámica natural del río en lugar de oponerse a ella de manera rígida. Este tipo de obras están diseñadas para operar de forma estable bajo condiciones hidráulicas ordinarias y eventos de magnitud intermedia; sin embargo, ante crecientes extraordinarias, pueden experimentar deformaciones controladas, desplazamientos o incluso fallas parciales sin generar efectos adversos significativos sobre el sistema fluvial.*

*El concepto de obra fusible implica que la estructura no actúa como una barrera rígida que altere abruptamente el régimen del flujo, sino que permite disipar energía de manera progresiva, reduciendo riesgos asociados a fenómenos como socavación localizada, erosión regresiva o cambios bruscos en la dirección del flujo. Adicionalmente, el uso de materiales provenientes del propio cauce garantiza la compatibilidad granulométrica y la continuidad sedimentológica, favoreciendo que, en caso de incorporación del material al sistema, no se introduzcan elementos ajenos que modifiquen su equilibrio natural.*

*En este sentido, el análisis hidráulico desarrollado no solo evalúa las condiciones actuales del río, sino que también permite verificar la coherencia del diseño propuesto con la dinámica fluvial existente, asegurando que la intervención sea técnicamente viable, ambientalmente compatible y funcional bajo los escenarios hidrológicos considerados.*

### a. LOCALIZACIÓN ZONA DE ESTUDIO

*El punto objeto de estudio se encuentra ubicado en los límites del municipio del Agrado y Garzón, en el departamento Huila. La Proyección del muro se localiza en las coordenadas 1799822.48 N y 4703969.26 E (CTM12). A continuación, se muestra la ubicación general de la zona de interés.*

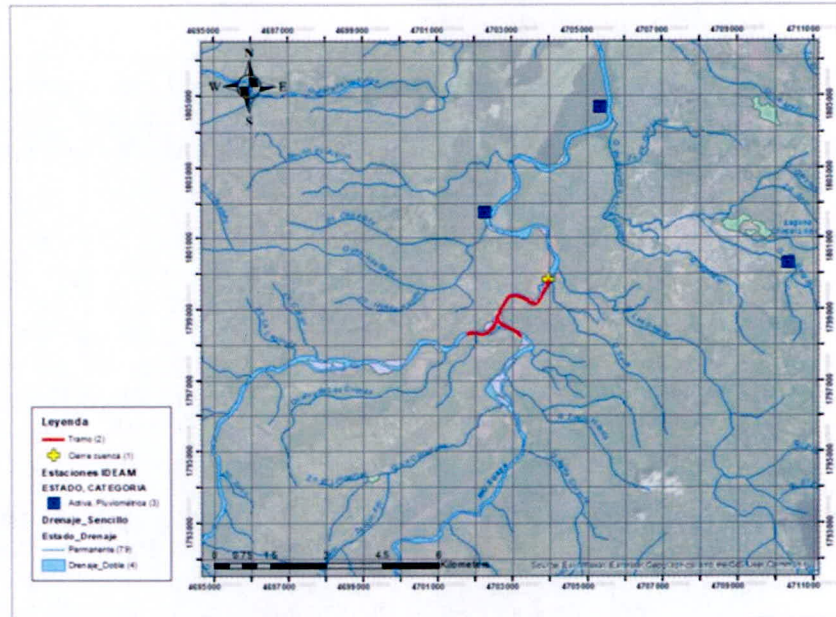


Figura 1 Localización de la zona de estudio

## 2.2. METODOLOGIAS

### 2.2.1. AGUAS CLARAS | HEC-RAS

El software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) es un modelo de dominio público desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (Hydrologic Engineering Center) del cuerpo de ingenieros de la armada de los EE. UU. El modelo numérico incluido en este programa permite realizar análisis del flujo permanente unidimensional gradualmente variado en lámina libre.



Figura 2 Interfaz del software

Fuente: (US Army Corps of Engineers, 2024)

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

### 2.2.2 AGUAS CLARAS | IBER 2D

El software Iber es un modelo numérico bidimensional para la simulación del flujo superficial libre en ríos y estuarios. Iber resuelve las ecuaciones de aguas poco profundas promediadas en profundidad para calcular la profundidad del agua y los dos componentes horizontales de la velocidad promediada en profundidad. Estas ecuaciones se resuelven con un solucionador de volumen finito no estructurado explícito en el tiempo. Los algoritmos implementados en el modelo han sido extensamente validados y aplicados en estudios previos relacionados con inundaciones de ríos y corrientes de marea en estuarios.

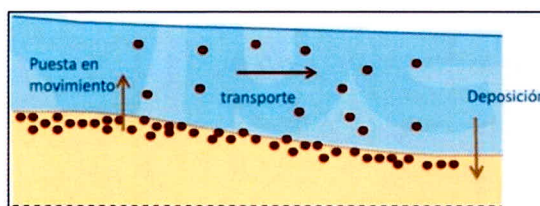


Figura 5. Procesos de transporte en fuentes loticas

Fuente (Chow, Maidment, & Mays, 1988)

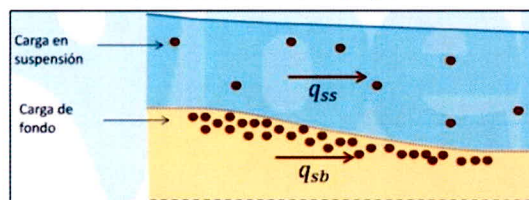


Figura 6. Tipos de transporte en fuentes loticas

Fuente (Chow, Maidment, & Mays, 1988)

### 2.3. HIDRAULICA TRAMO DE ESTUDIO

Los análisis hidráulicos detallados del tramo de estudio correspondiente al río Magdalena en su zona de confluencia con el río Suaza, con el propósito de caracterizar su comportamiento hidrodinámico en condiciones naturales, es decir, sin la intervención de la obra proyectada (muro de contención). Este enfoque permite establecer una línea base hidráulica que representa el funcionamiento real del sistema fluvial, fundamental para la posterior evaluación de impactos y validación del diseño de la estructura.

Para la comprensión integral del comportamiento del flujo, se implementa una modelación hidráulica mediante el uso de dos herramientas numéricas complementarias, cada una orientada al análisis de diferentes escalas y fenómenos hidráulicos:

**Modelo unidimensional – HEC-RAS 1D:** utilizado para la simulación del flujo gradualmente variado en régimen permanente a lo largo del cauce principal. Este modelo permite analizar el perfil longitudinal del flujo, niveles de lámina de agua, distribución de energía, condiciones de frontera y comportamiento hidráulico general del río en función de los diferentes caudales asociados a los periodos de retorno definidos.

**Modelo bidimensional – Iber 2D:** empleado para la simulación del flujo no permanente en dos dimensiones, permitiendo representar de manera más detallada la distribución espacial de variables hidráulicas como profundidades, velocidades y patrones de flujo en la planicie de inundación y zonas de interacción hidráulica compleja, como la confluencia de corrientes.

Adicionalmente, este modelo permite el análisis del transporte de sedimentos, particularmente el arrastre de fondo, evaluando procesos de erosión y socavación en el tramo de interés.

La integración de ambos modelos permite obtener una representación robusta del sistema hidráulico, combinando la eficiencia y alcance longitudinal del modelo unidimensional con el nivel de detalle espacial y capacidad de análisis morfodinámico del modelo bidimensional. De esta manera, se garantiza una adecuada caracterización del comportamiento natural del río Magdalena en la zona de estudio, sirviendo como base para los análisis de diseño y estabilidad de las obras proyectadas.

### 2.3.1. MODELO UNIDIMENSIONAL (HEC-RAS 1D)

#### 2.3.1.1. ESPACIALIZACIÓN DE CAUDALES

Los caudales corresponden a los caudales pico para los períodos de retorno de 2.33, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años obtenidos del estudio hidrológico del presente contrato; estos caudales son espacializados en el inicio del tramo de modelación, como se muestra en la siguiente figura.

#### GEOMETRÍA DEL MODELO

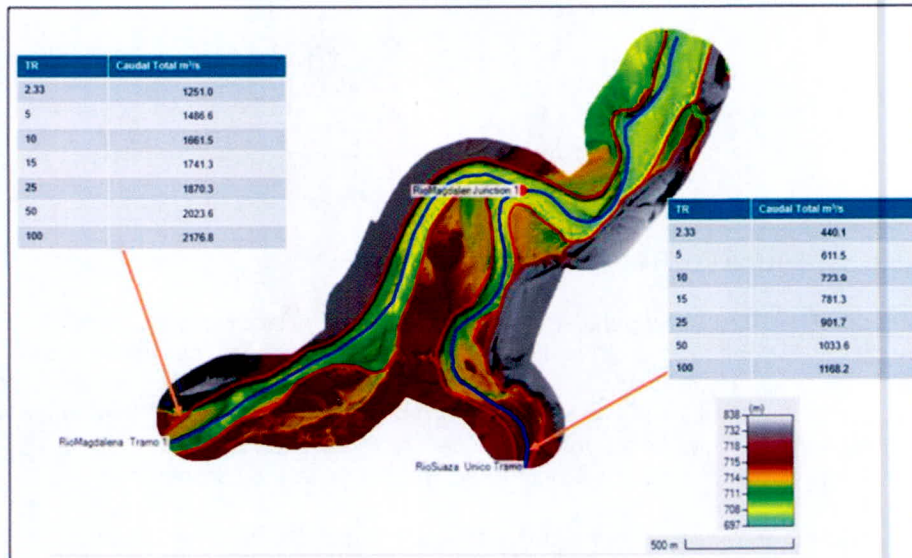


Figura 17 Espacialización de caudales

Fuente: Propia.

#### 2.3.1.2. GEOMETRÍA DEL MODELO

La geometría del modelo se estableció con base al DTM generado a partir del levantamiento topobatiométrico realizado por el presente contrato. Sobre el DTM se definió el eje del río y se trazaron sobre este, secciones transversales desde los 85 m de ancho cada 36 m en promedio (aumentando su número en curvas o zonas de meandro). En algunas zonas con el objetivo de obtener mayor detalle se amplió el ancho de las secciones transversales hasta los 565 m de ancho. A continuación, se muestra la esquematización del modelo en el software HEC-RAS.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

### 2.3.1.3. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

Los coeficientes de rugosidad fueron calculados mediante el uso de la metodología de Cowan y la observación en campo de la distribución, composición y espacialización de los elementos que componen las orillas y lecho del río, adicionalmente se apoyó esta observación en campo con el ortofotomosaico que se obtuvo mediante vistas satelitales.

Tabla 3 Rango de valores para los coeficientes de Cowan

Condiciones canal			Valores
Material	Tierra	n <sub>0</sub>	0.020
	Roca		0.025
	Grava Fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de Irregularidad	Ligero	n <sub>1</sub>	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
Variaciones en la sección transversal del canal	Severo	n <sub>2</sub>	0.020
	Gradual		0.000
	Ocasional		0.005
Efecto relativo de Obstáculos	Frecuente	n <sub>3</sub>	0.010 - 0.015
	Despreciable		0.000
	Menor		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
Vegetación	Severo	n <sub>4</sub>	0.040 - 0.060
	Baja		0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025
	Alta		0.025 - 0.050
Grado de sinuosidad	Muy alta	n <sub>5</sub>	0.050 - 0.100
	Menor		1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Fuente: Chow, Ven Te. Open - Channel Hydraulics. Tokyo: Mc Graw - Hill, 1959.

Se efectuó un análisis por tramos homogéneos y se asignó el valor para cada uno de los parámetros establecidos por Cowan. La sumatoria de estos parámetros definen el coeficiente de rugosidad de Manning para el tramo particular.

Tabla 4 Cálculo de rugosidad por el método de Cowan

Parámetro	Material	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Ajustado	Valor final
Material	Grava Gruesa	0.028			0.021
Grado de irregularidad	Menor	0.005			0.005
Variación de la sección transversal del canal	Gradual	0.05	0	0	0.0005
Efecto relativo de obstáculos	Despreciable	0.01	0	0.02	0.0005
Vegetación	Baja	0.01	0.005	0.005	0.005
Grado de sinuosidad	Menor	1			1
<b>Rugosidad</b>					<b>0.032</b>

Fuente: Propia

Según las observaciones realizadas mediante el ortofotomosaico obtenido en el producto de topografía, se identificaron las coberturas asociadas a esta zona, con lo que se obtiene el coeficiente de rugosidad para las planicies de inundación del modelo.

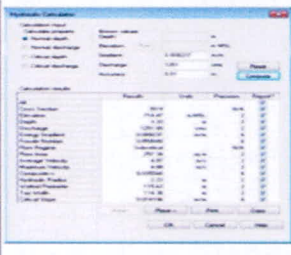
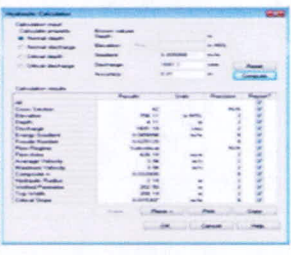
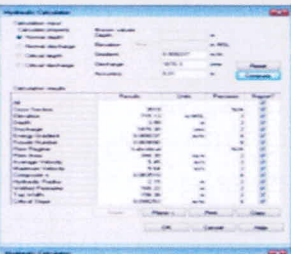
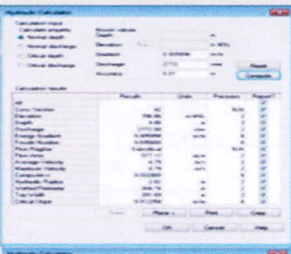
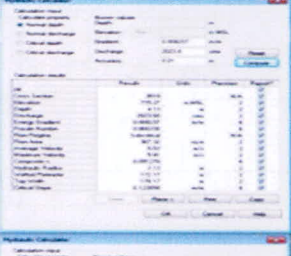
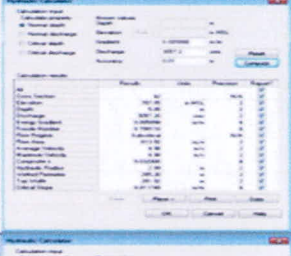

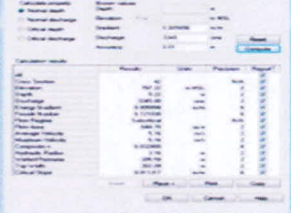
El coeficiente de rugosidad se establecerá constante en un valor de 0.032 para el lecho, mientras que para las planicies se adoptará la rugosidad de vegetación densa de 0.18.

2.3.1.4. CONDICIONES DE FRONTERA.

Una vez implementada la topología en el modelo y cargados los caudales, es necesario definir las condiciones hidráulicas de frontera del tramo evaluado. En el caso de no conocer la lámina asociada al caudal (curva de descarga), se debe determinar la profundidad normal de flujo para cada caudal evaluado en los extremos topológicos del modelo. Conocida la profundidad normal se calcula el número de Froude, a partir del cual se define si el flujo es subcrítico o supercrítico, definiendo de esta manera el tipo de perfil hidráulico en el modelo.

Este análisis se lleva a cabo empleando la herramienta Hydraulic Calculator del módulo de River Análisis de AutoCAD civil 3D, allí se importó el modelo HEC-RAS, y se procede al input de cada uno de los caudales que deseamos analizar, con esto se obtiene los siguiente.

Tabla 5. Condiciones de frontera River Análisis AutoCAD Civil 3D – Rio Magdalena

Caudal	Sección Aguas Arriba	Sección Aguas Abajo	Pendiente Aguas Arriba	Pendiente Aguas Abajo	Tipo de Flujo
TR 2 33 Años			0.008237	0.005898	Subcritico
TR 25 Años			0.008237	0.005898	Subcritico
TR 50 Años			0.008237	0.005898	Subcritico
TR 100 Años			0.008237	0.005898	Subcritico


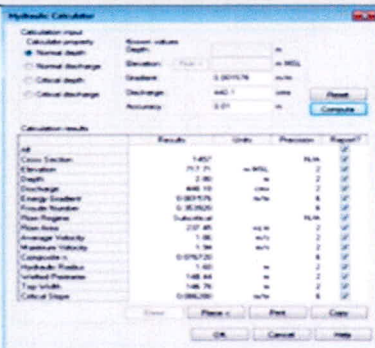
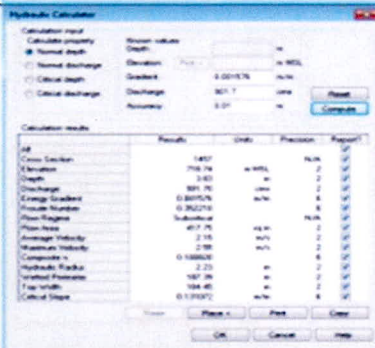
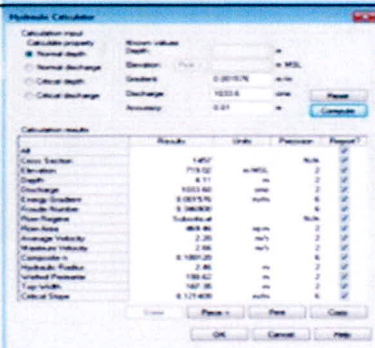
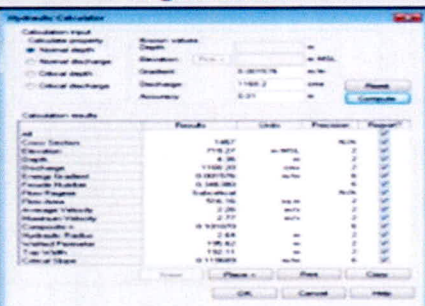
	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Tabla 6. Condiciones de frontera River Analisis AutoCAD Civil 3D - Rio Suaza

Caudal	Sección Aguas Arriba	Pendiente Aguas Arriba	Pendiente Aguas Abajo	Tipo de Flujo
TR 2 33 Años		0.008237	0.005898	Subcritico
TR 25 Años		0.008237	0.005898	Subcritico
TR 50 Años		0.008237	0.005898	Subcritico
TR 100 Años		0.008237	0.005898	Subcritico

Fuente: Propia

**2.3.2. MODELO BIDIMENSIONAL (IBER 2D)**

En este caso se implementará un modelo hidráulico de flujo no estacionario, este tipo de modelos requiere de los siguientes insumos:

**2.3.2.1 MODELO DIGITAL DE TERRENO**

El DTM se obtuvo del producto de Topobatemetría del presente contrato, a continuación, se muestra el modelo digital de elevación.

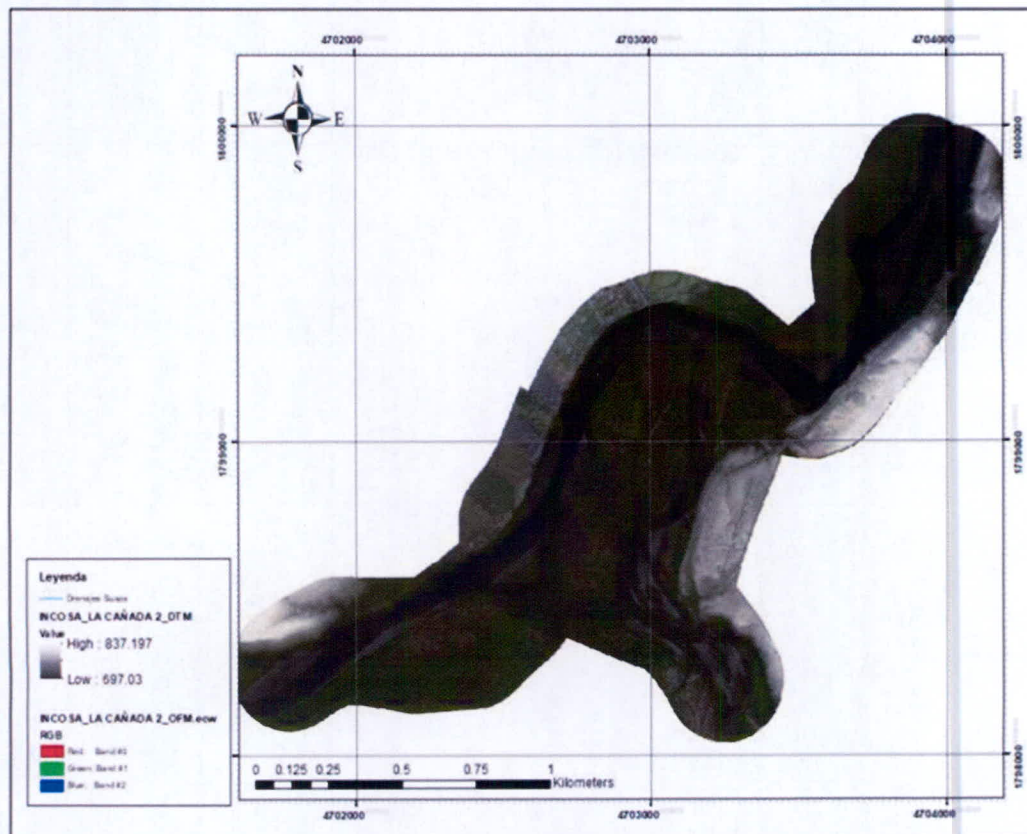



Figura 20. DTM.

Fuente: Propia.

**2.3.2.2 ESPACIALIZACIÓN DE CAUDALES**

Los caudales corresponden a los hidrogramas de entrada para los períodos de retorno de 2.33, 25, 50 y 100 años obtenidos del estudio hidrológico del presente contrato, estos caudales se espacializan en el inicio del tramo de modelación, como se muestra a continuación.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

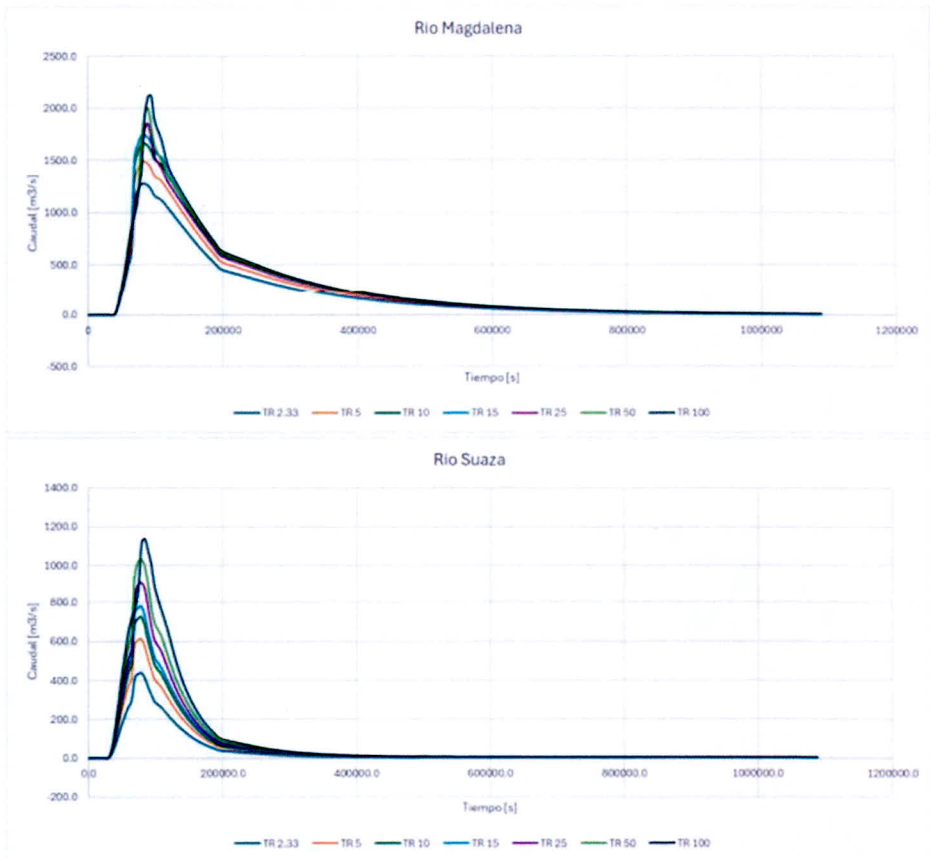


Figura 21. Hidrogramas Rio Magdalena y Rio Suaza - TR 2.33, 5, 10, 15, 25, 50 y 100 años

Fuente: Propia

A continuación, se muestra el lugar donde fueron cargados los caudales en el modelo 2D.

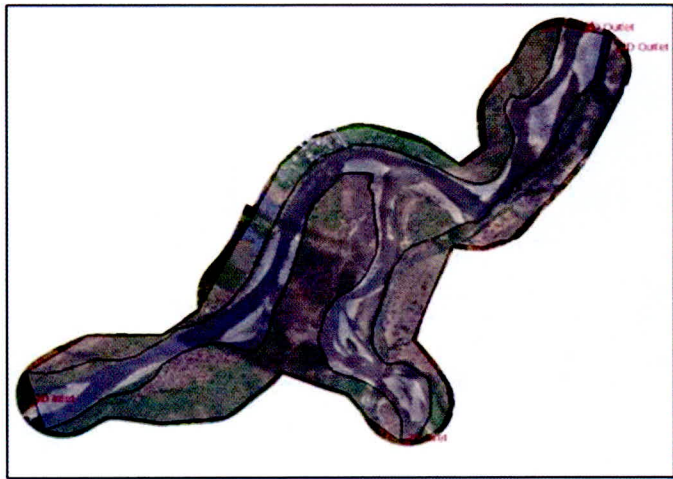


Figura 22. Input de Caudales

Fuente: Propia

### 2.3.2.3 ESQUEMATIZACIÓN

La esquematización del modelo 2D corresponde a la sectorización de las áreas a modelar, es decir, la diferenciación entre el lecho, planicie de inundación y paramentos, a continuación, se muestra la esquematización del modelo.

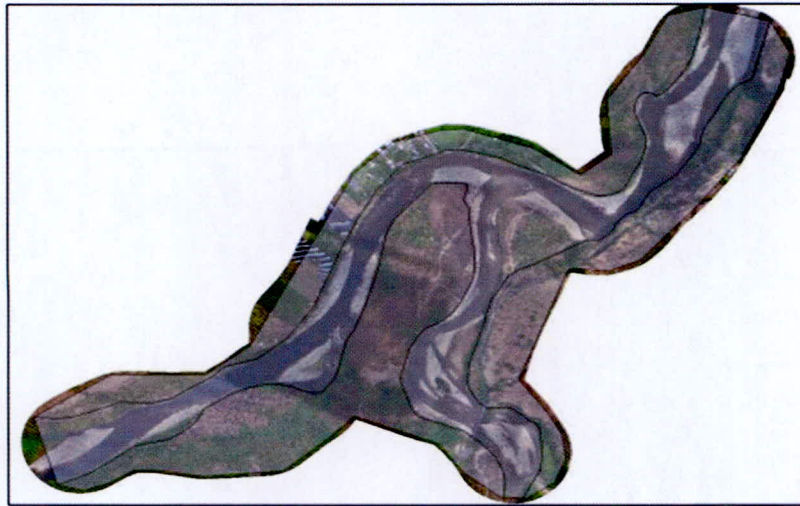


Figura 23. Esquematización del modelo hidráulico

Fuente: Propia.

### 2.3.2.4. DISCRETIZACIÓN DEL MODELO.

La discretización del modelo corresponde a la división de la malla computacional, en este caso la discretización del modelo se sectorizo en planicie (25 m), cauce (5m), a continuación, se muestra la asignación de los tamaños de celdas al modelo.

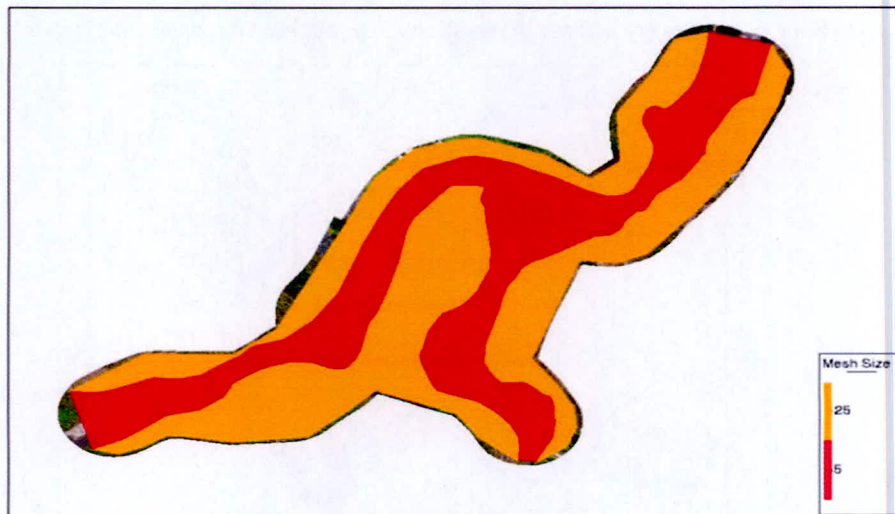


Figura 24. Discretización del modelo anchos de malla en metros

Fuente: Propia.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

### 2.3.2.5. CONDICIONES DE FRONTERA

Las condiciones de frontera de entrada para el modelo bidimensional corresponden a los hidrogramas de entrada. La condición de frontera de salida del modelo para el caso particular corresponde a una salida subcrítica tipo vertedero con cota definida. Esta altura de vertedero se calculó a partir una condición de vaso lleno, esta altura corresponde a 706.12 msnm.

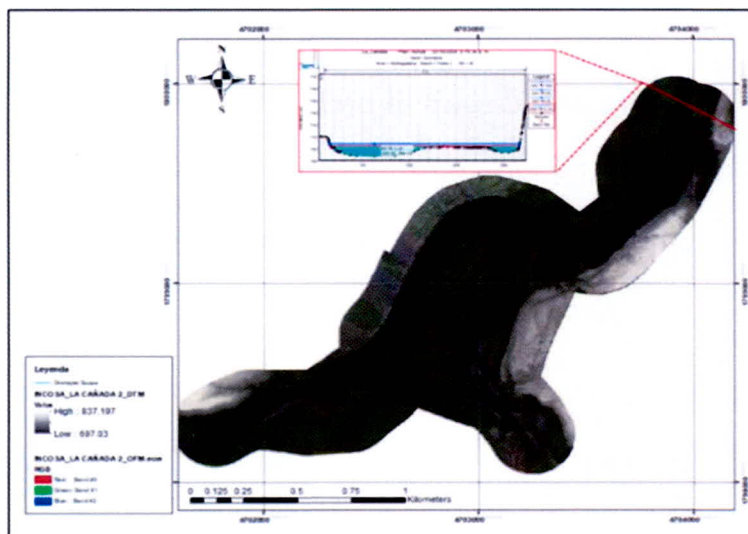


Figura 25. Condición de salida del modelo 2D.

Fuente: Propia.

### 2.3.2.6. CONDICIONES INICIALES

Para las condiciones iniciales hidráulicas del tramo evaluado se adopta la condición más crítica asociada a cauce lleno con una lámina inicial de 4.12 m en todo el tramo modelado. Análogamente se utiliza un valor de 0 m para las planicies de inundación.

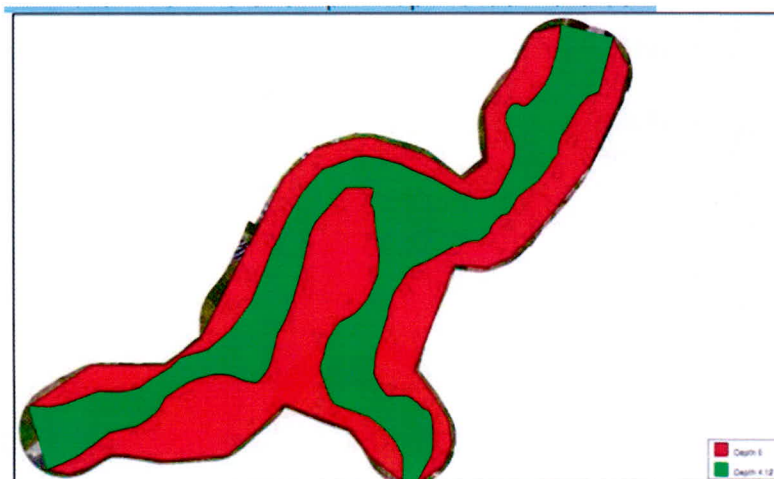


Figura 26. Condición inicial del modelo.

Fuente: Propia.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

### 2.3.2.6. TIEMPO DE CÓMPUTO

*El tiempo de cómputo es definido por el tiempo requerido por el hidrograma para transitar el tramo evaluado. En este caso se emplea un tiempo de cálculo de 1306500 segundos, que corresponden a 15.12 días. En este tiempo se garantiza que el pico del hidrograma sale del sistema y se visualiza el abatimiento de las manchas de inundación. Los resultados del modelo se extraen cada 900 segundos, con lo cual se obtiene un equilibrio entre resolución de resultados y peso del modelo.*

### 2.3.3 CONCEPTUALIZACIÓN DEL MODELO DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS 2D

*El modelo de sedimentos que se implementará mediante el uso del software Iber 2D, este corresponde al modelo de transporte de sedimentos uniformes de fondo. Para el análisis del fenómeno de transporte de sedimentos en el tramo de interés se modelaron varios escenarios teniendo en cuenta diferentes combinaciones de caudales para los afluentes Río Magdalena y Río Suaza. En la siguiente tabla se presentan los escenarios modelados:*

*Tabla 7 Escenarios de modelación de transporte de sedimentos*

ESCENARIO	RÍO MAGDALENA	RÍO SUAZA
ESCENARIO 1	100 años	100 años
	100 años	2.33 años
	2.33 años	100 años
ESCENARIO 2	50 años	50 años
	50 años	2.33 años
	2.33 años	50 años
ESCENARIO 3	25 años	25 años
	25 años	2.33 años
	2.33 años	25 años

#### 2.3.3.1. MODELO HIDRÁULICO DE AGUAS CLARAS

*Este modelo corresponde al modelo obtenido en el capítulo 5.2. MODELO BIDIMENSIONAL (IBER 2D), a este modelo de aguas claras se carga la información de sedimentos y se activa el modelo de transporte de sedimentos, allí mismo se modifican las condiciones de frontera de input de caudales conforme a los escenarios que cada escenario lo requiera.*

#### 2.3.3.2. CONDICIONES DE FRONTERA DE SEDIMENTOS

*Para el caso particular solo se modelará arrastre de fondo. Como condición de frontera se adopta la opción de capacidad de arrastre.*

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

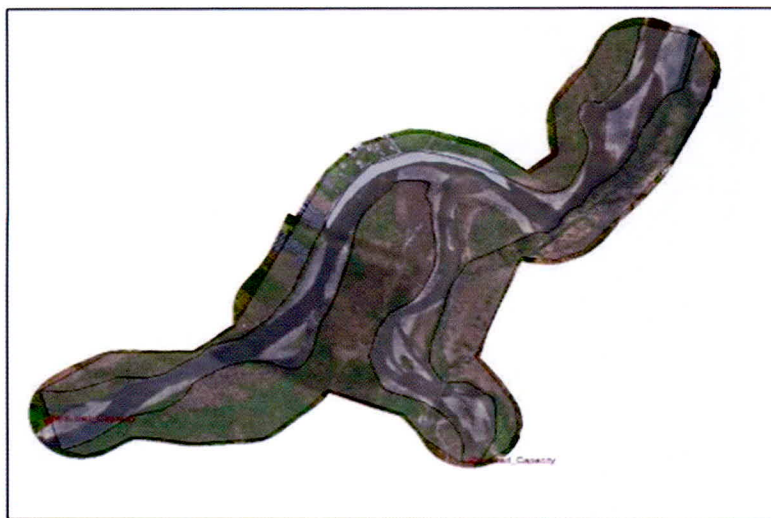


Figura 27. Lugar de asignación de capacidad de arrastre de fondo  
Fuente: Propia.

#### 2.3.3.3 CAPA DE ROCA

De acuerdo con los estudios geotécnicos no se encontró un estrato de roca, sin embargo, el estrato más fuerte encontrado se localiza a 25m de profundidad.

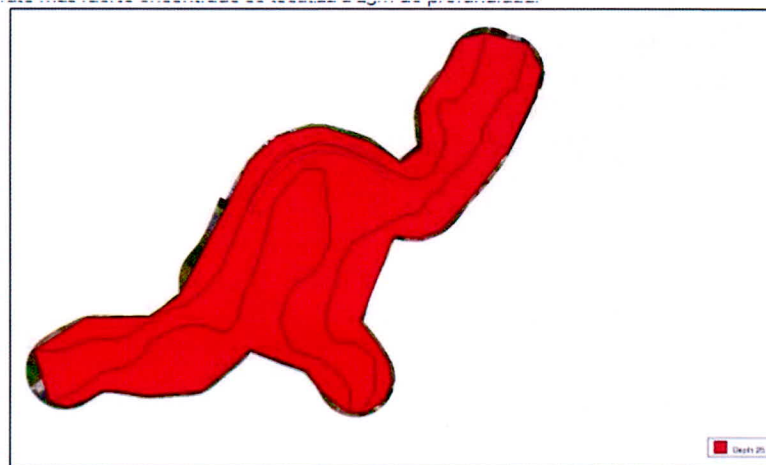


Figura 28. Profundidad estrato más fuerte

Fuente: Propia.

#### 2.3.3.4 DIÁMETRO DE FONDO

Para el caso de este modelo es necesario especificar la composición particular de la granulometría del lecho del río. Para tal fin se tomaron las muestras del material del lecho y a partir de estas se determinó la granulometría de este material (Anexos/documentos referencia/"CLASIFICACION SONDEOS\_CONSORCIO INGENIERIA PATOLOGIA CONSTRUCCION.pdf"). De esta granulometría se obtuvo el valor de D50, parámetro de ingreso del programa. A continuación, se muestra la curva granulométrica de la muestra y su respectivo valor de D50.

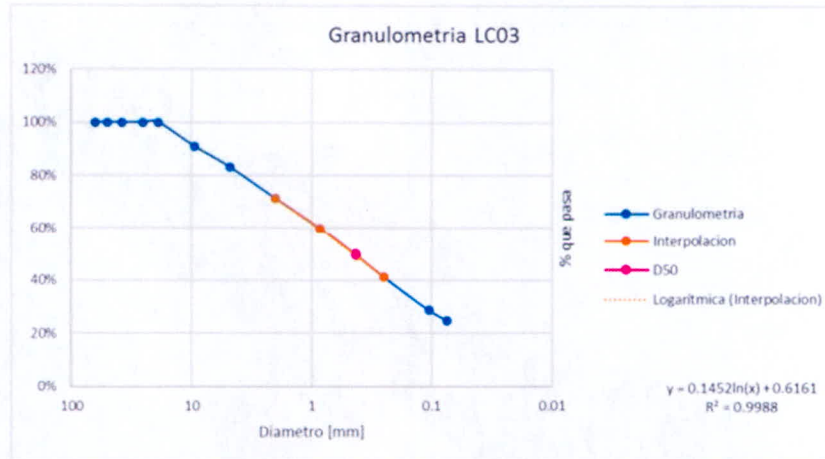


Figura 29. Curva granulométrica y D<sub>50</sub> - LC03

Fuente: Propia.

De la muestra se extrae el valor de D<sub>50</sub> y se resume, a continuación.

Resumen		
Muestra	D <sub>50</sub> [mm]	D <sub>50</sub> [m]
LC03	0.43	0.00043

Fuente: Propia.

La media de D<sub>50</sub> de estas muestras es de 0.00043 m, según lo anterior, el diámetro característico de la zona D<sub>50</sub> se encuentra en la categoría de arenas con diámetros entre a 0.2 mm – 2m. Por esta razón se puede emplear la ecuación de Engelund-Hansen (1972) que aplica para transporte de fondo y diámetros mayores a 0.2 mm y menores a 2 mm.

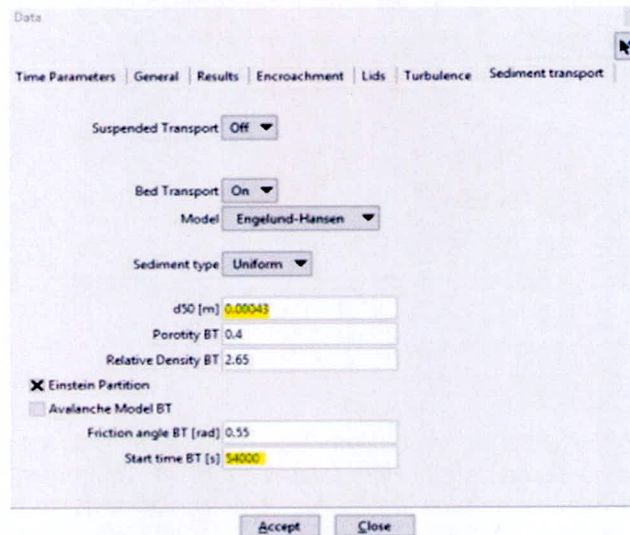


Figura 30. Carga de información en el módulo de transporte de sedimentos de fondo

Fuente: Propia.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Es de resaltar que para evitar errores causados por el frente húmedo-seco se realiza la activación posterior del módulo transcurridos 54000 segundos, que es el tiempo de calentamiento hidráulico necesario para calcular el arrastre de fondo.

## 2.4. RESULTADOS MODELO HIDRÁULICO

### 2.4.1. PROFUNDIDADES DE FLUJO

Las profundidades de flujo obtenidas en los modelos hidráulicos de aguas claras se muestran a continuación.



Figura 31. Profundidades de Flujo TR 2.33 Años  
Fuente: Propia.



Figura 32. Profundidades de Flujo TR 25 Años.



Figura 33. Profundidades de Flujo TR 50 Años  
Fuente: Propia.

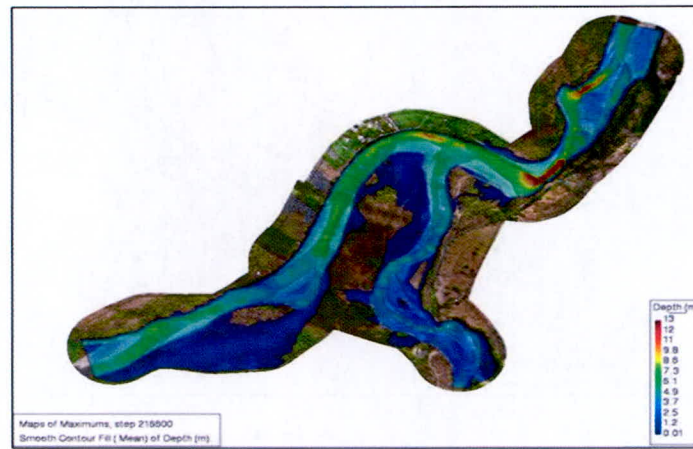


Figura 34. Profundidades de Flujo TR 100 Años.  
Fuente: Propia

#### 2.4.2 VELOCIDADES DE FLUJO

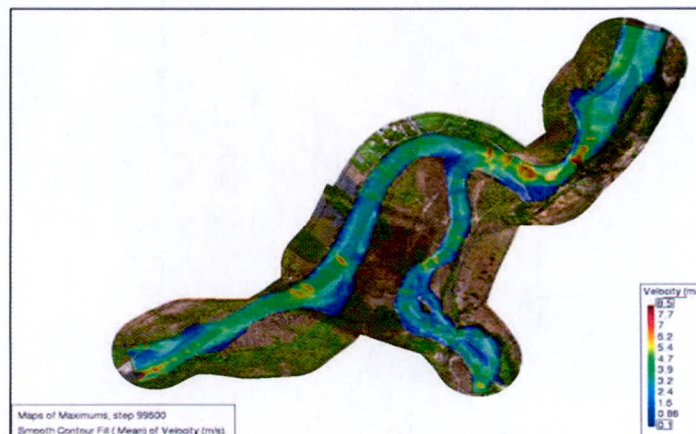


Figura 35. Velocidad de Flujo TR 233 Años  
Fuente: Propia.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18



Figura 36. Velocidad de Flujo TR 25 Años  
Fuente: Propia.



Figura 37. Velocidad de Flujo TR 50 Años  
Fuente: Propia.



Figura 38. Velocidad de Flujo TR 100 Años  
Fuente: Propia.

**2.4.3. SECCIONES TRANSVERSALES DEL CAUCE**

A continuación, se presentan las secciones transversales con sus respectivas láminas de agua asociadas al periodo de retorno de los 2.33, 25, 50 y 100 año del Rio Magdalena y Rio Suaza respectivamente.

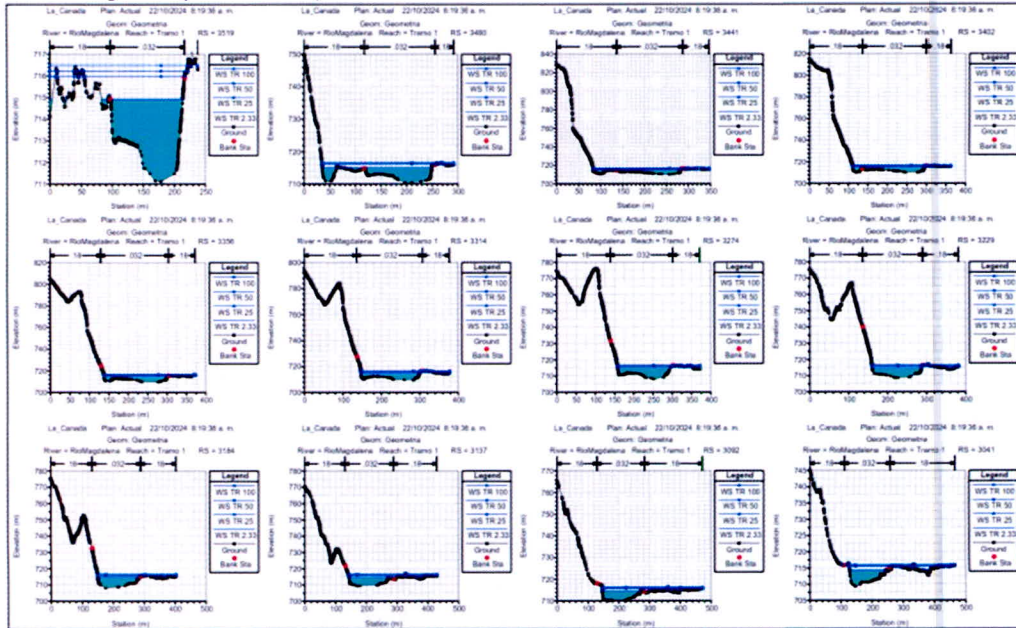


Figura 39 Secciones transversales hidráulicas Rio Magdalena K3+519 a K3+041

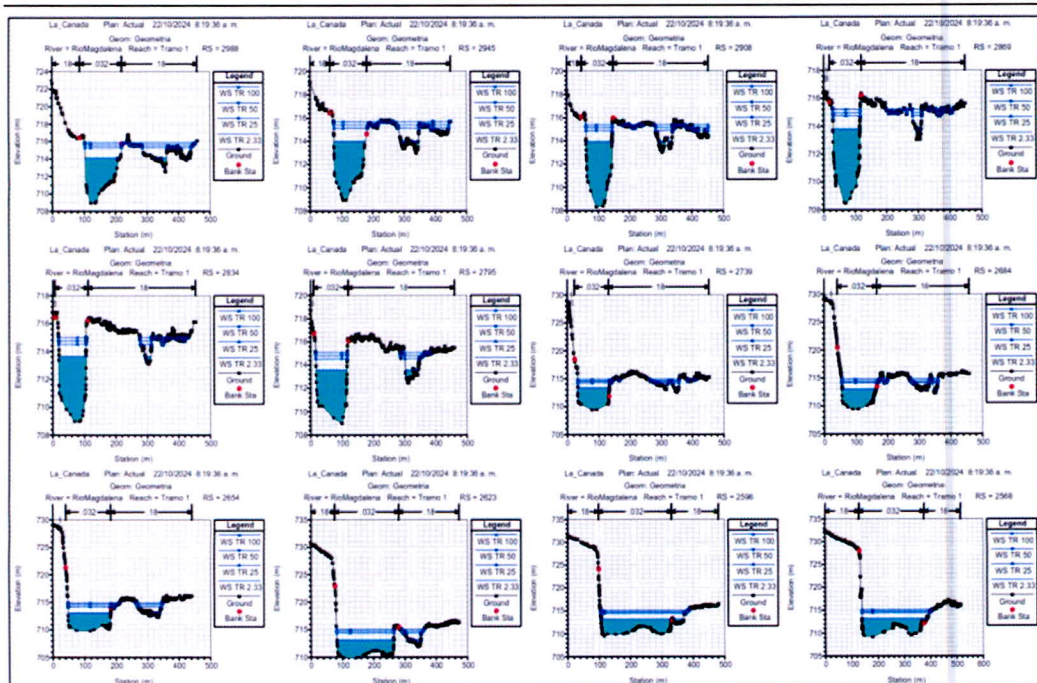


Figura 40 Secciones transversales hidráulicas Rio Magdalena K2+988 a K2+568



Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

# RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO

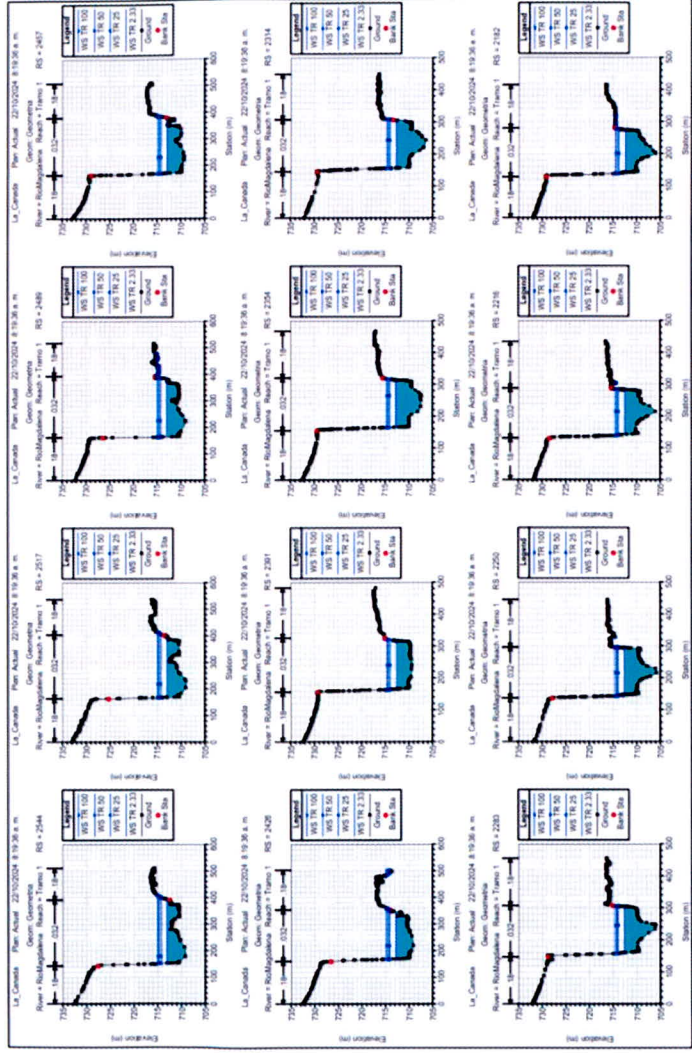


Figura 41 Secciones transversales hidráulicas Rio Magdalena K2-544 a K2-182

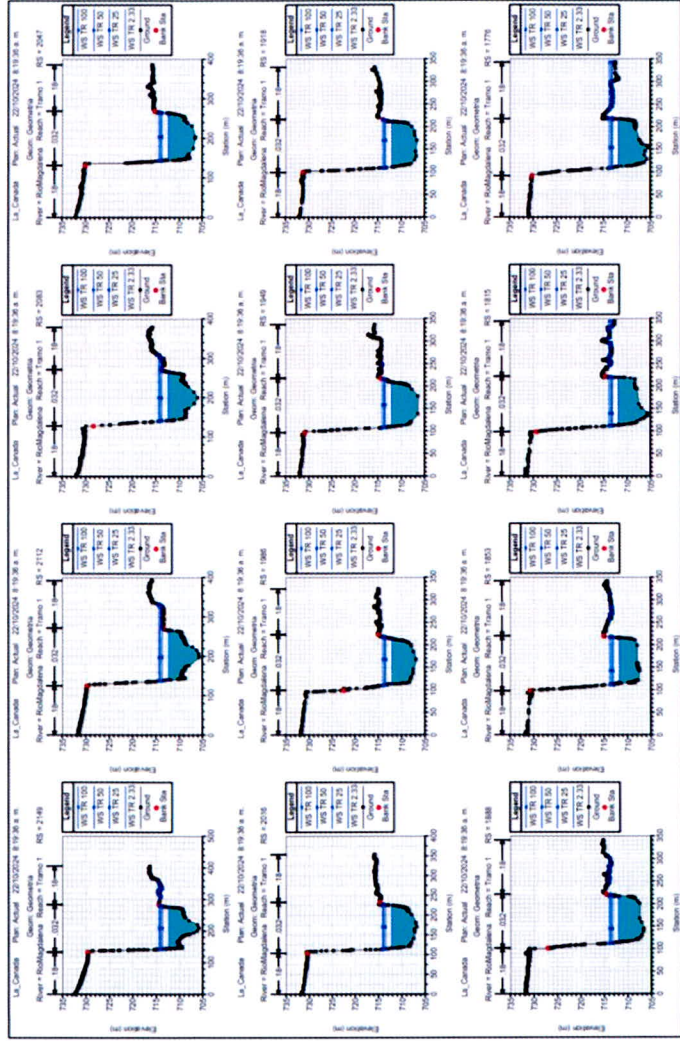


Figura 42 Secciones transversales hidráulicas Rio Magdalena K2-149 a K1-776

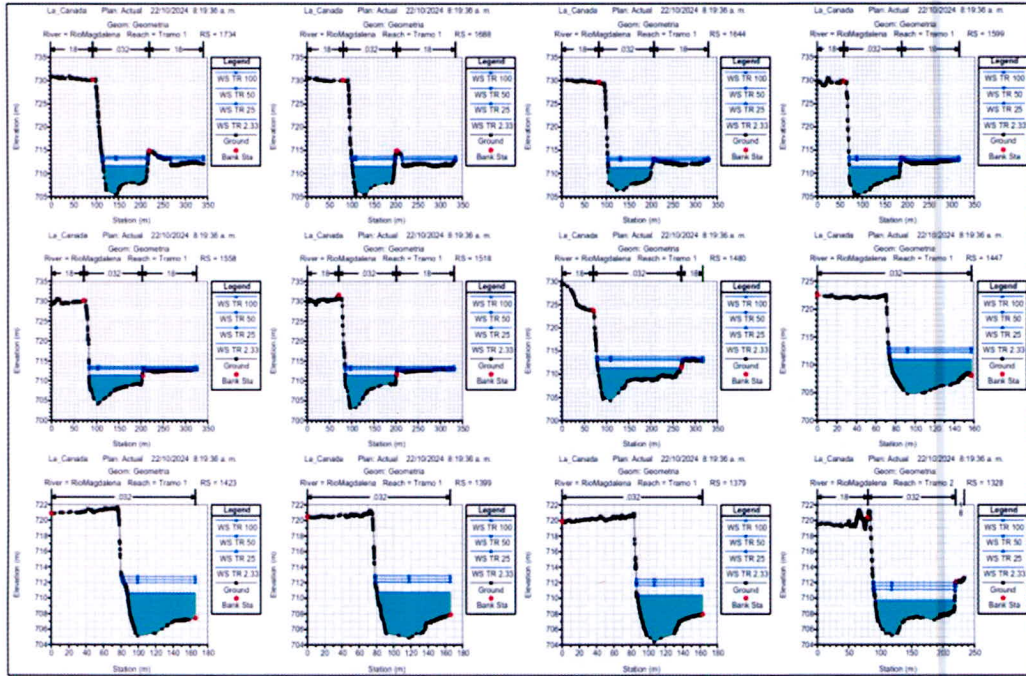


Figura 43 Secciones transversales hidráulicas Rio Magdalena K1+734 a K1+328

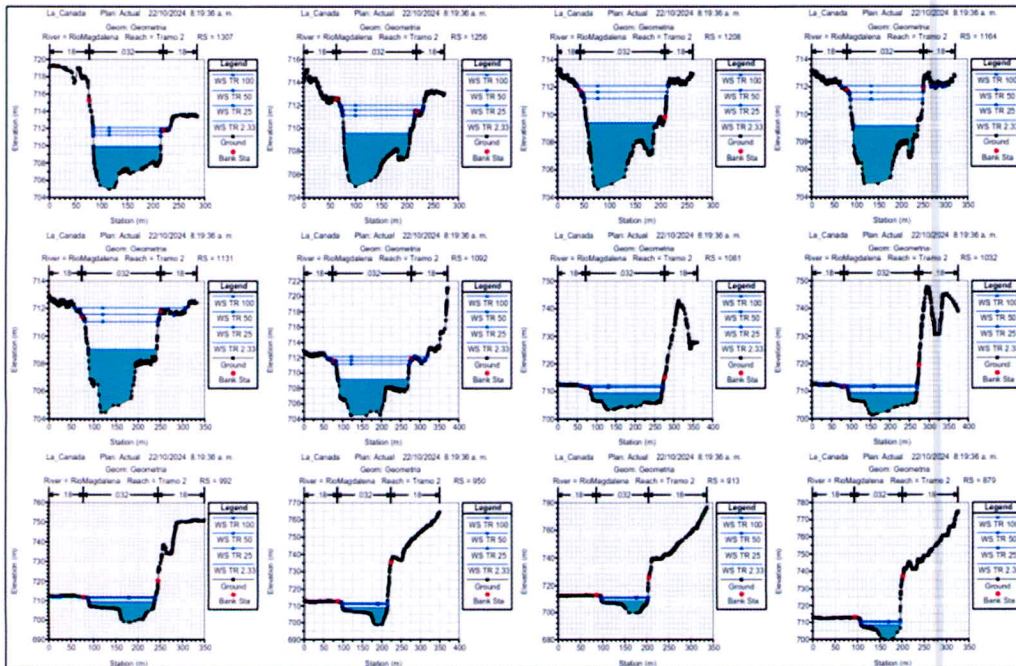


Figura 44 Secciones transversales hidráulicas Rio Magdalena K1+307 a K0+879



# RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

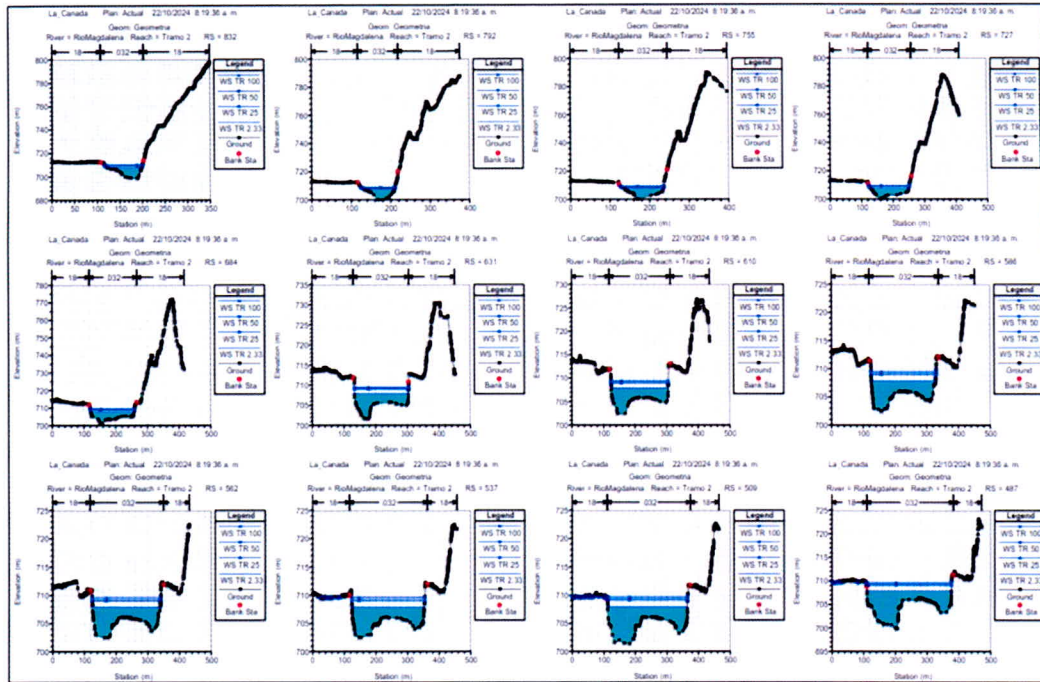


Figura 45 Secciones transversales hidraulicas Rio Magdalena K0+832 a K0+487

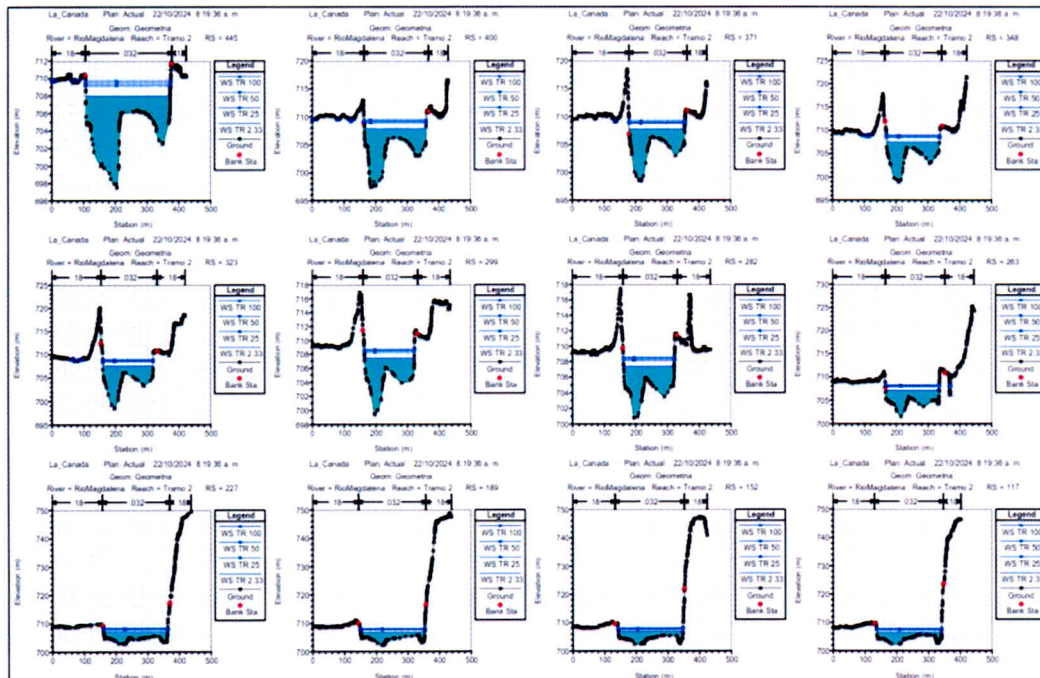


Figura 46 Secciones transversales hidraulicas Rio Magdalena K0+445 a K0+117

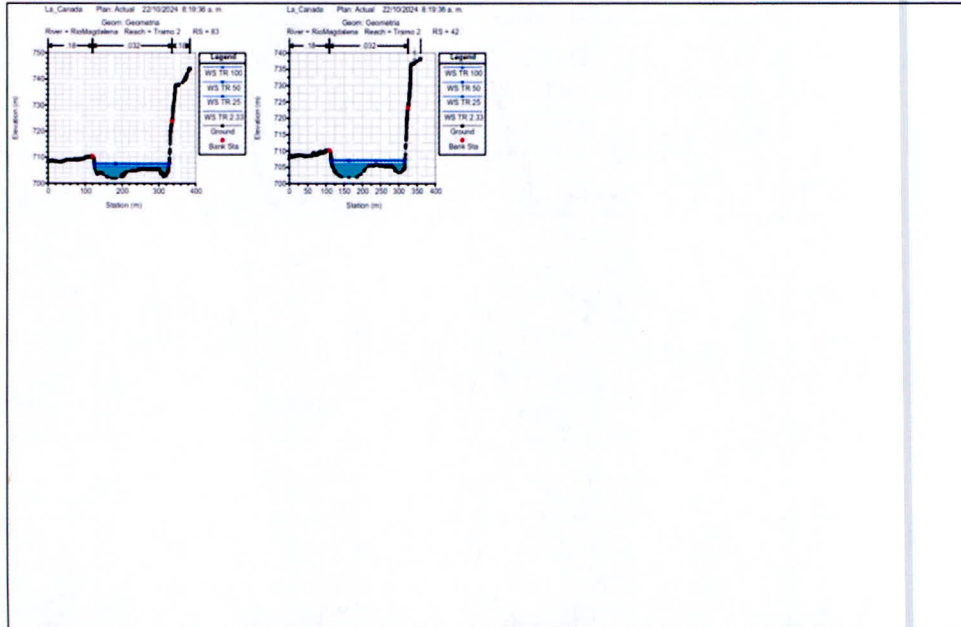


Figura 47 Secciones transversales hidráulicas Rio Magdalena K1+020 a K1+023

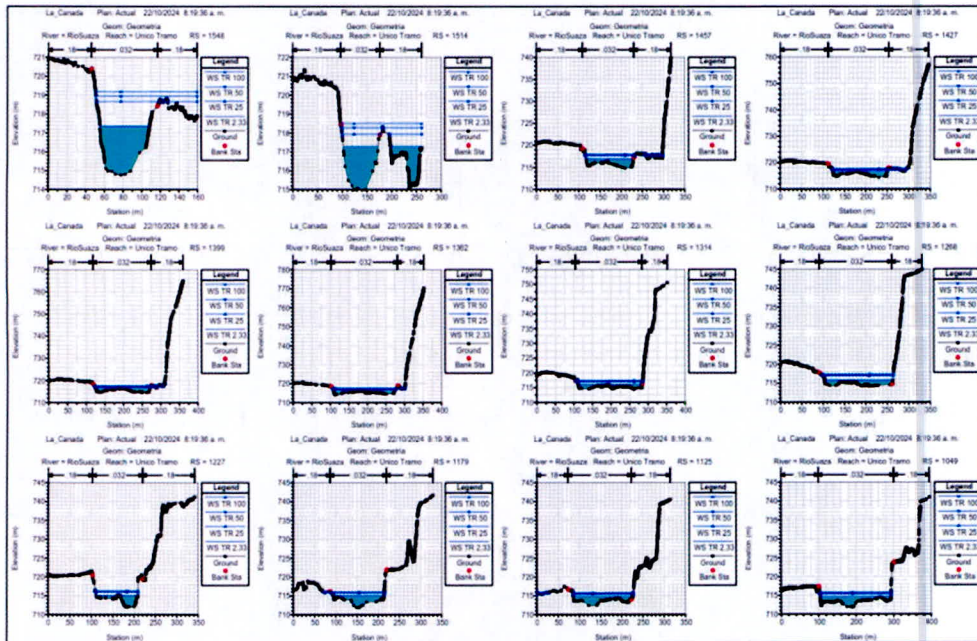


Figura 48 Secciones transversales hidráulicas Rio Suaza K1+548 a K1+049

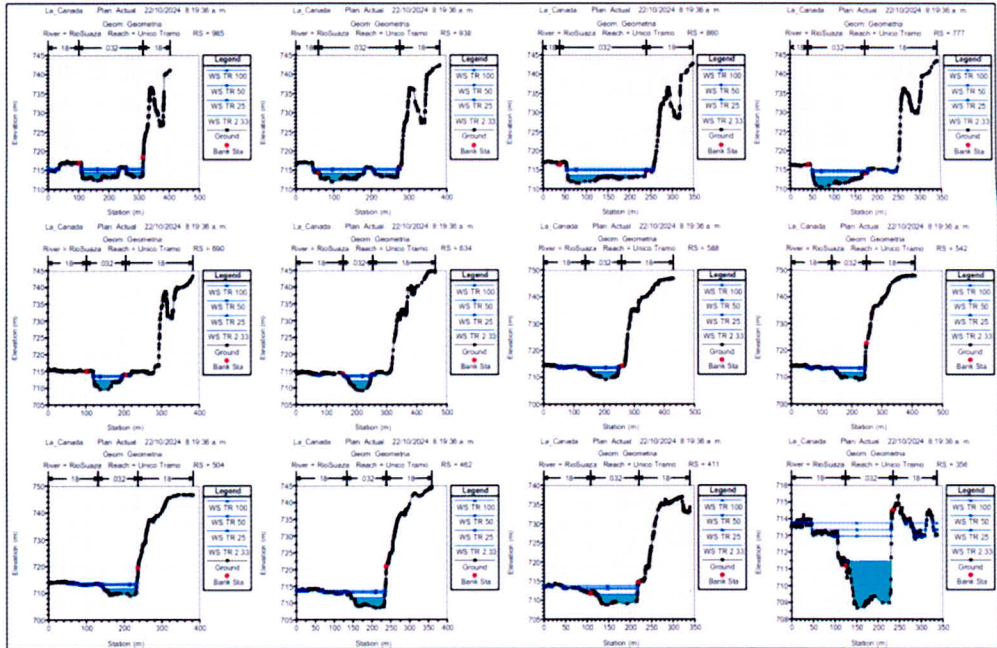


Figura 49 Secciones transversales hidráulicas Rio Suaza K0+985 a K0+356

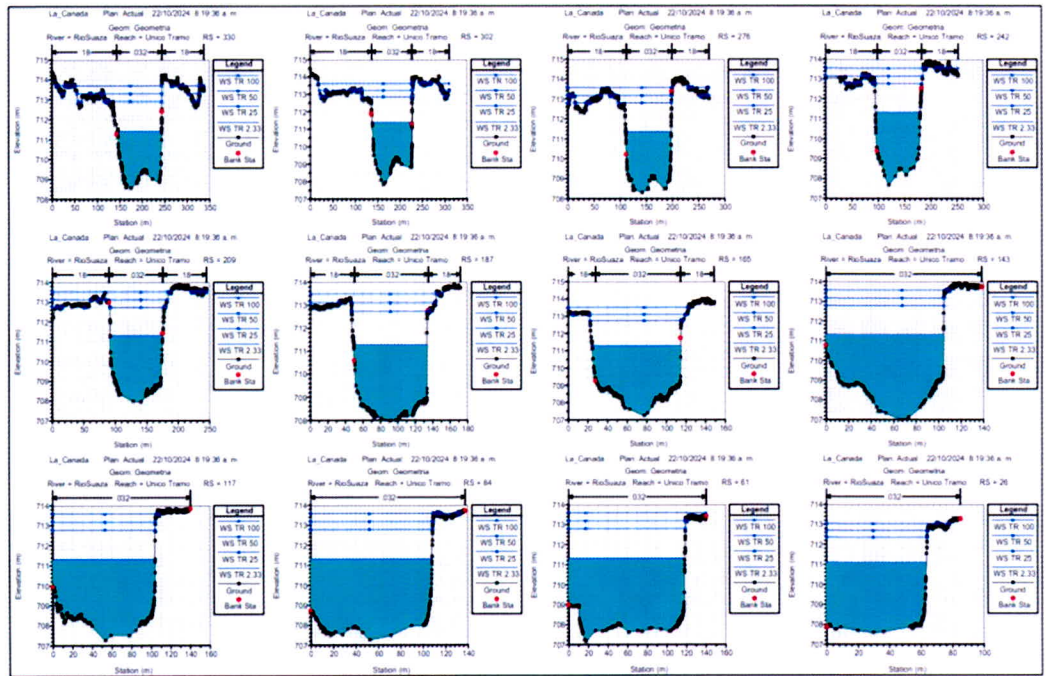



Figura 50 Secciones transversales hidráulicas Rio Suaza K0+330 a K0+026

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

## 2.5 RESULTADOS DEL MODELO DE ARRASTRE DE FONDO

Para el análisis del fenómeno de transporte de sedimentos en el tramo de interés se modelaron varios escenarios teniendo en cuenta diferentes combinaciones de caudales para los afluentes Río Magdalena y Río Suaza. En la siguiente tabla se presentan los escenarios modelados:

Tabla 9 Escenarios de modelación de transporte de sedimentos

ESCENARIO	RÍO MAGDALENA	RÍO SUAZA
ESCENARIO 1	100 años	100 años
	100 años	2.33 años
	2.33 años	100 años
ESCENARIO 2	50 años	50 años
	50 años	2.33 años
	2.33 años	50 años
ESCENARIO 3	25 años	25 años
	25 años	2.33 años
	2.33 años	25 años

A continuación, se presentan los resultados de los escenarios planteados.

### 2.5.1. SECCIONES TRANSVERSALES DE SOCAVACION EN EL SECTOR DE INTERES PARA TODOS LOS ESCENARIOS PLANTEADOS

Se realizó la implantación de los terrenos socavados para cada escenario planteado después del paso del pico del correspondiente hidrograma. Se obtuvieron de esta manera las proyecciones del fondo después de cada escenario evaluado. A continuación, se muestran las secciones en planta y corte sobre la zona donde se proyecta el muro de protección.

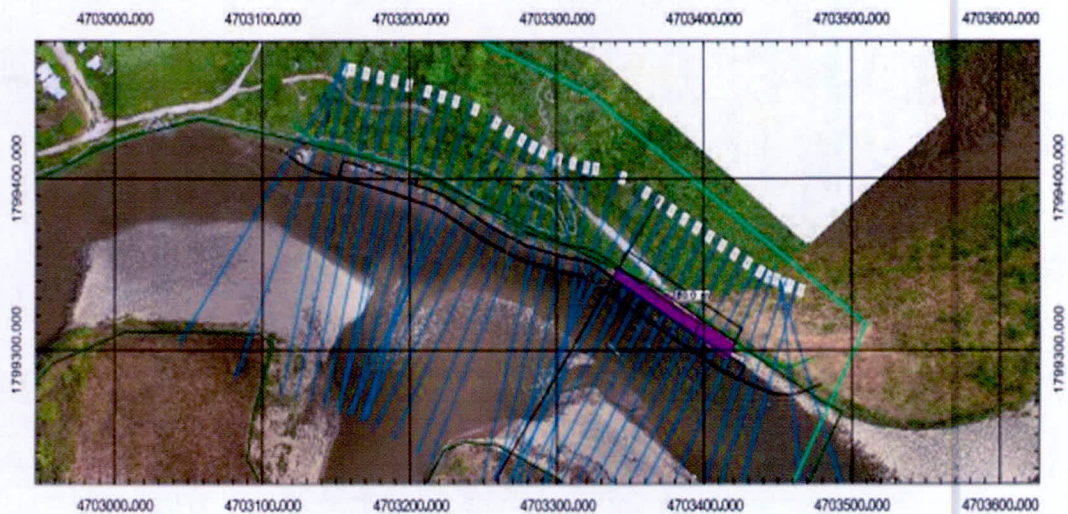


Figura 51 Secciones sobre la estructura  
Fuente: Levantamiento topográfico.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

**2.5.2. ESPACIALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE EROSIÓN ESCENARIO 1**

Se presentan los resultados más críticos para el escenario 1, correspondiente a la combinación de periodos de retorno de 100 años para el río Magdalena y 100 años para el río Suaza.

**Espacialización de los resultados de erosión**

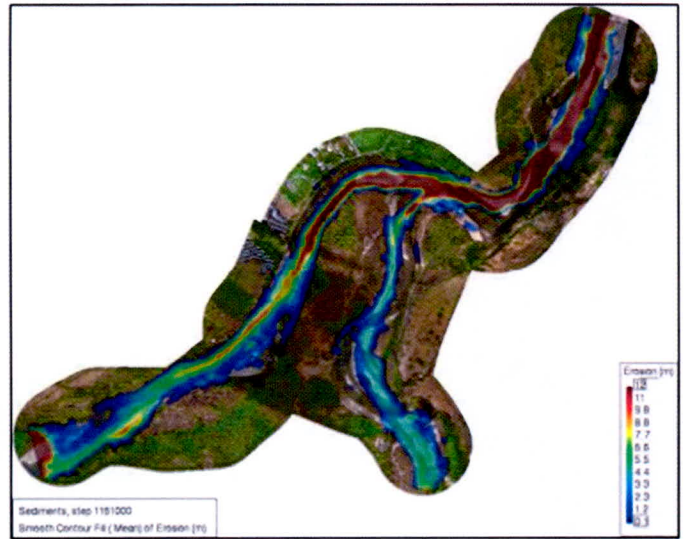


Figura 52. Espacialización de la Erosión TR 100  
Fuente: Propia.

**Espacialización de los resultados de agradación**

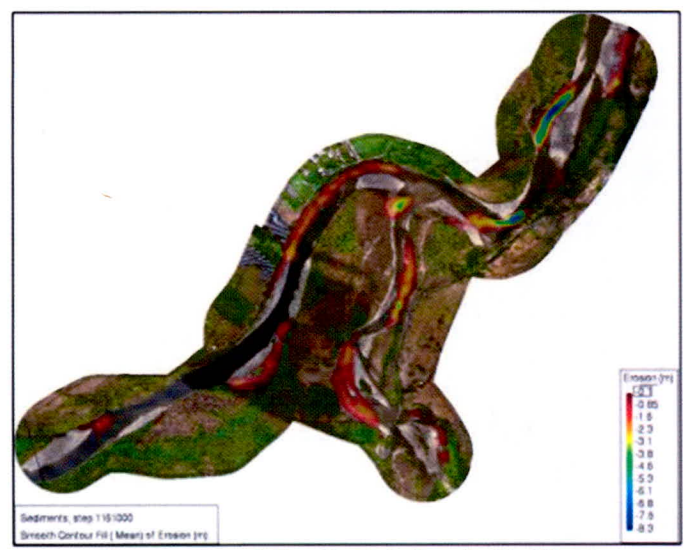


Figura 53. Espacialización de la Agradación TR 100  
Fuente: Propia.

**4.4.2.3. Secciones Combinación crítica TR 100 Magdalena TR 100 Suaza**

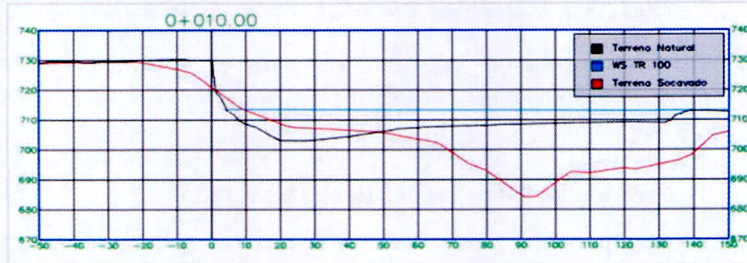


Figura 54 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+010

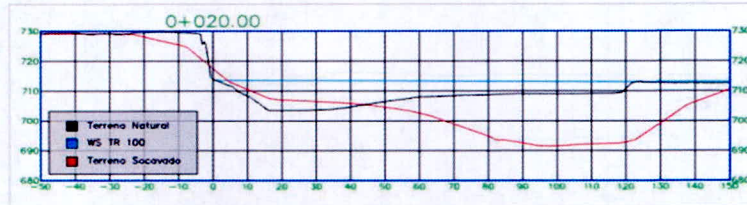


Figura 55 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+020

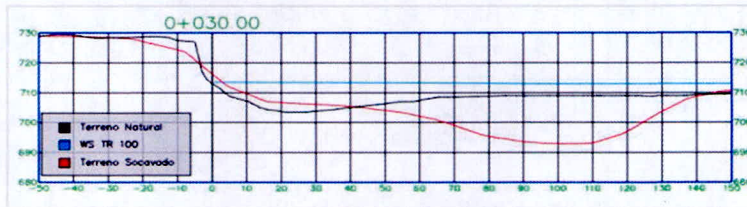


Figura 56 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+030

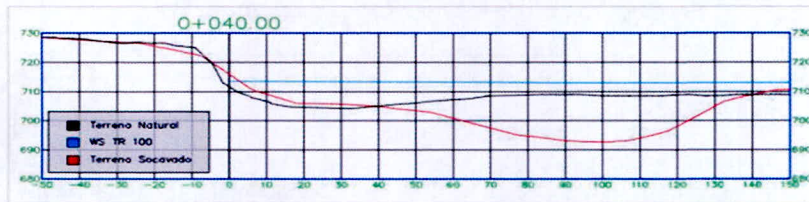


Figura 57 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+040

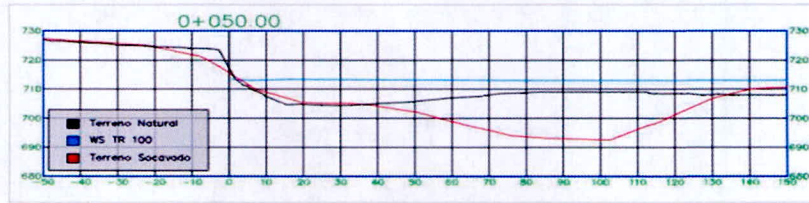


Figura 58 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+050

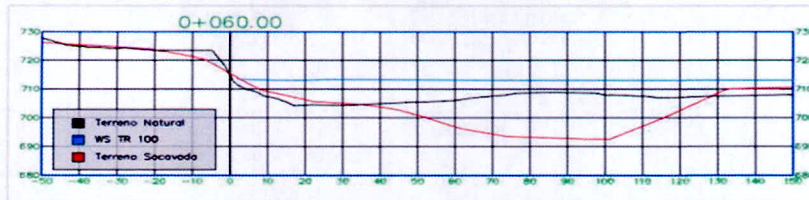


Figura 59 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+060



## RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

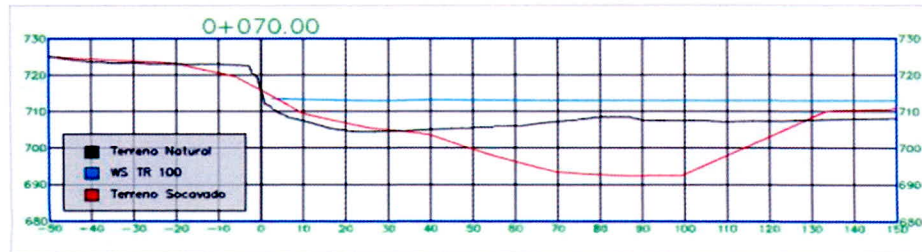


Figura 60 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+070

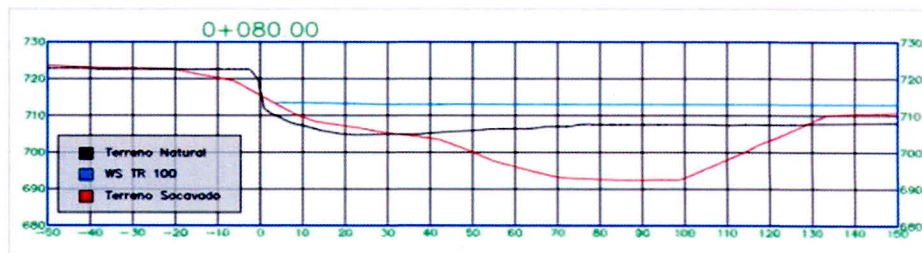


Figura 61 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+080

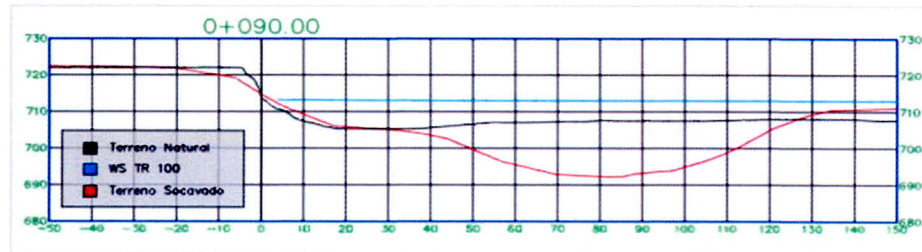


Figura 62 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+090

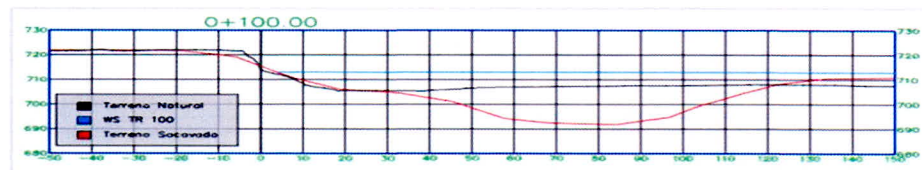


Figura 63 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+100

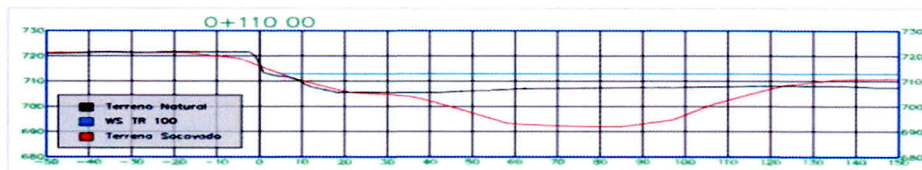


Figura 64 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+110

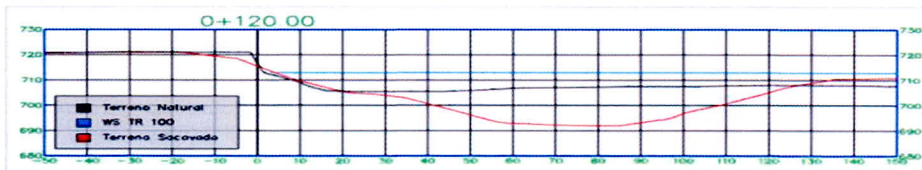


Figura 65 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+120

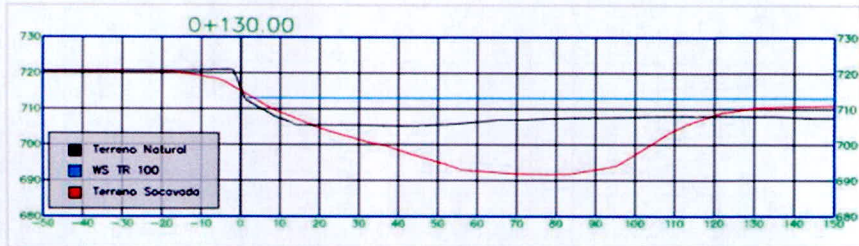


Figura 66 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+130

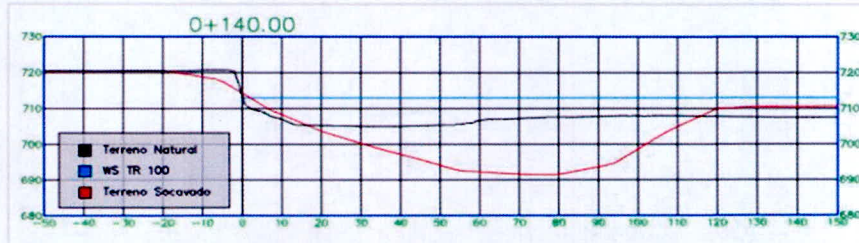


Figura 67 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+140

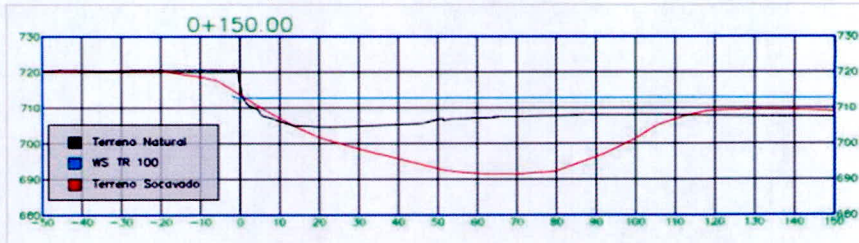


Figura 68 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+150

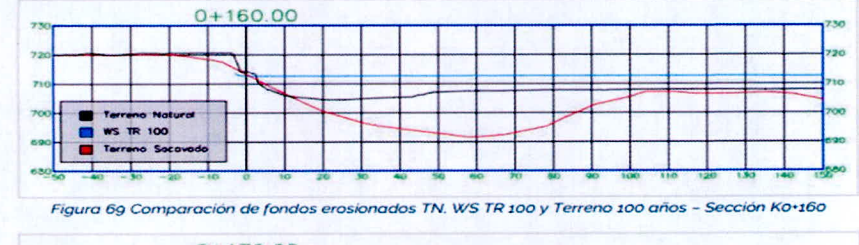


Figura 69 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+160

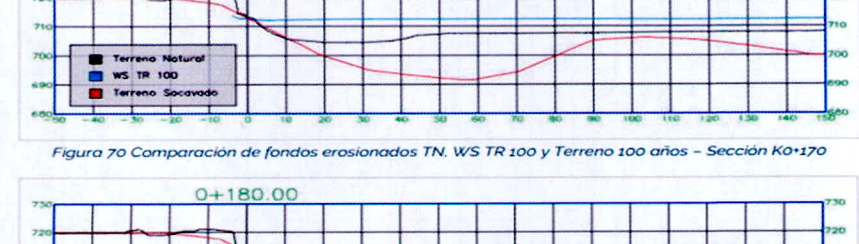


Figura 70 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+170

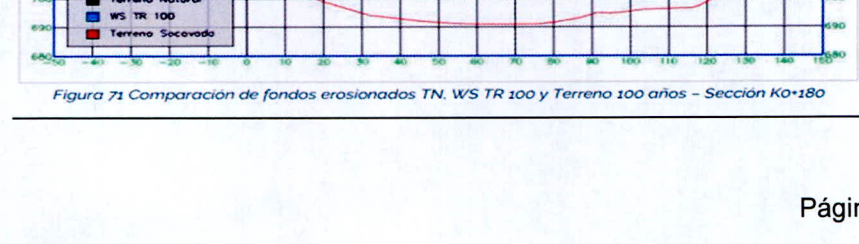


Figura 71 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+180



# RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

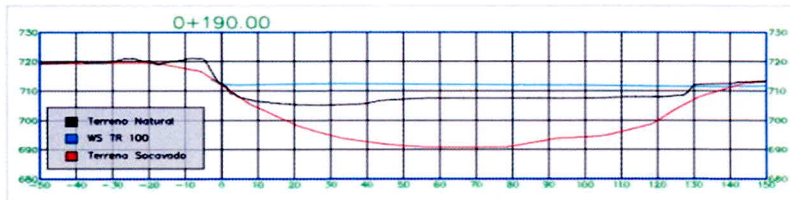


Figura 72 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+190

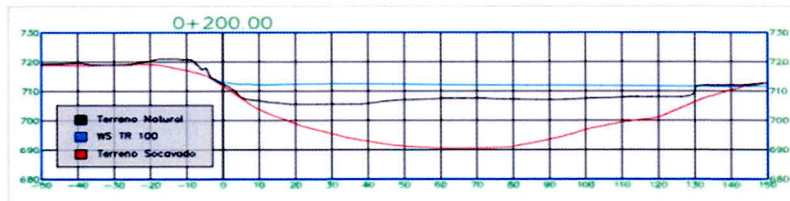


Figura 73 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+200

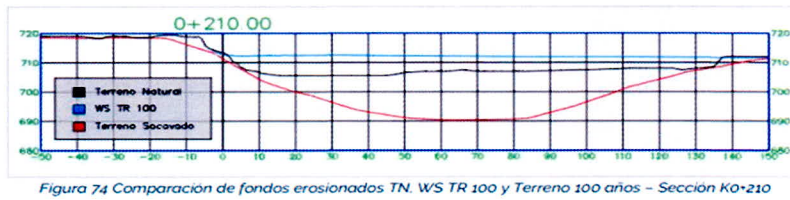


Figura 74 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+210

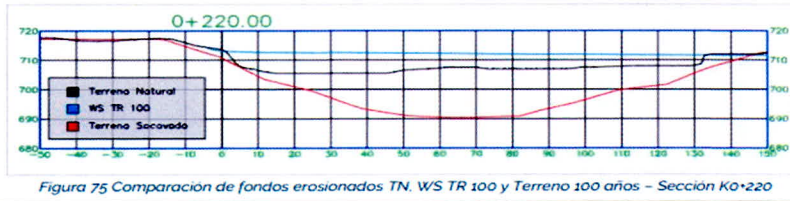


Figura 75 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+220

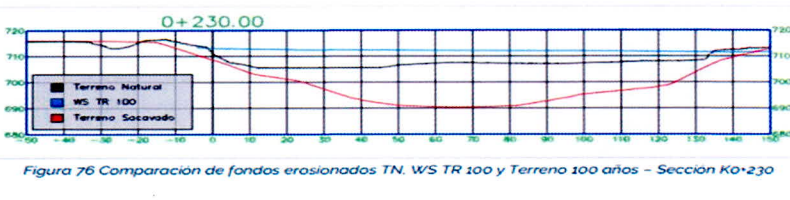


Figura 76 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+230

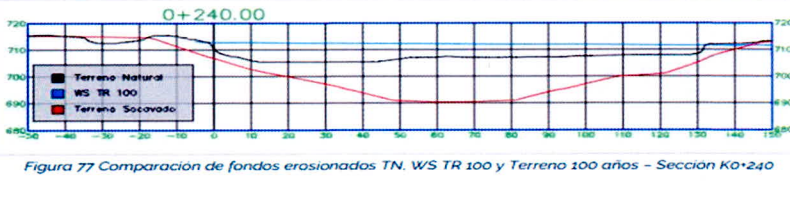


Figura 77 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+240

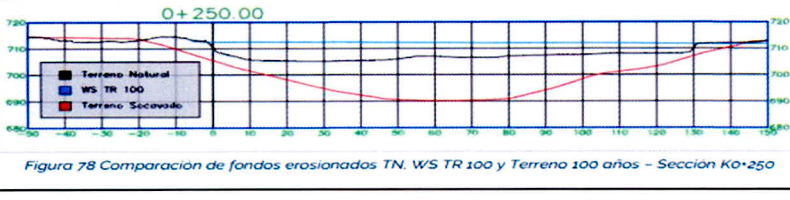


Figura 78 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+250

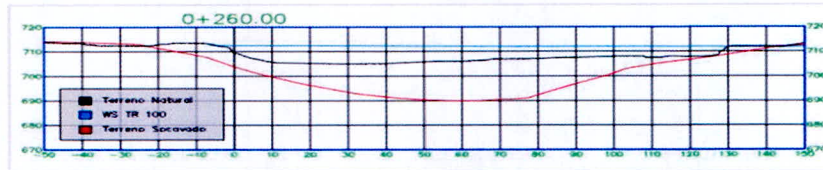


Figura 79 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+260

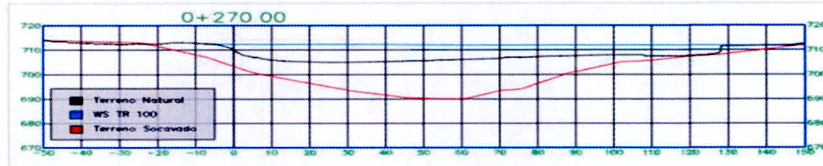


Figura 80 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+270

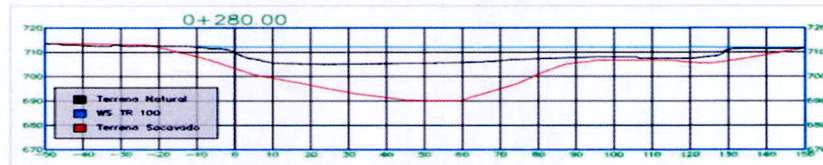


Figura 81 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+280

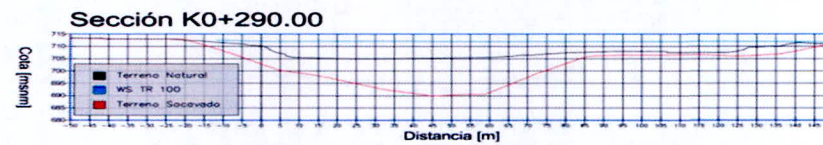


Figura 82 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+290

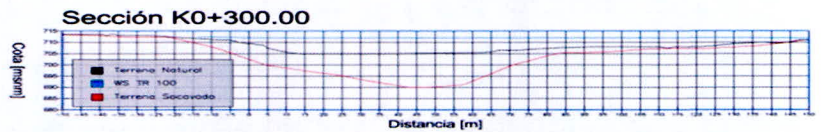


Figura 83 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+300

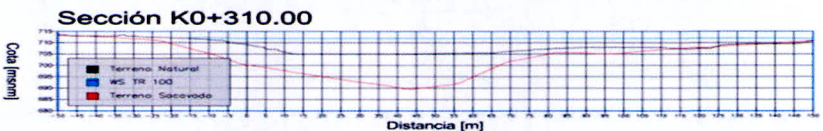


Figura 84 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+310

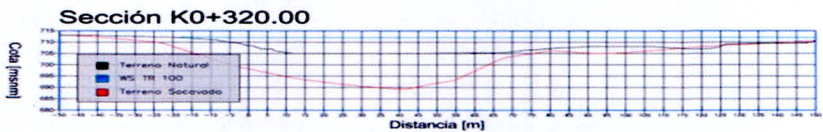


Figura 85 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+320

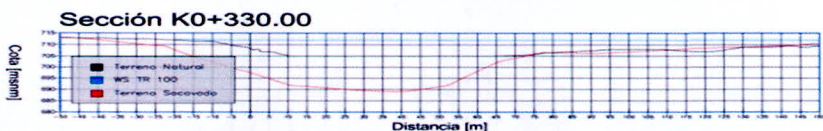


Figura 86 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+330

## Sección K0+340.00

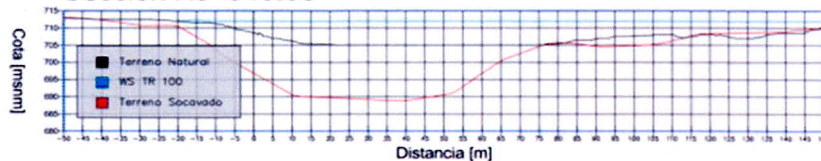


Figura 87 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+340

## Sección K0+350.00

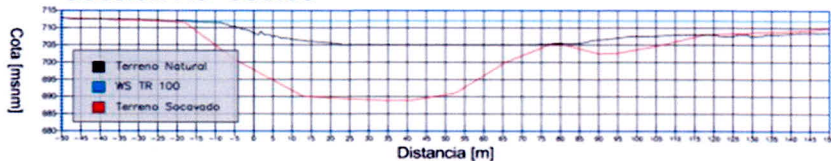


Figura 88 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+350

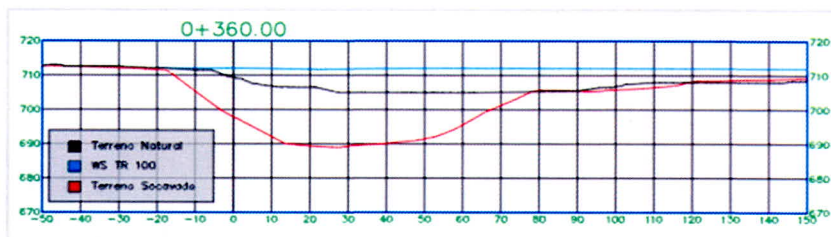


Figura 89 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+360

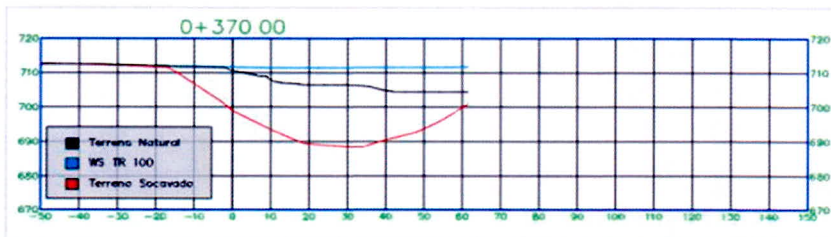


Figura 90 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+370

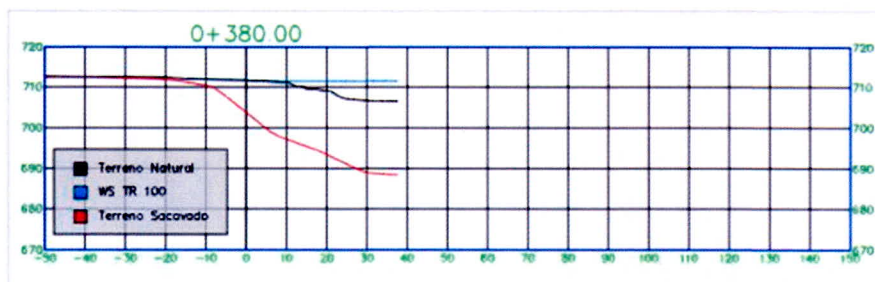


Figura 91 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+380

A continuación, se presenta el perfil longitudinal donde se identifican los fondos del río para los modelos adelantados en el escenario 1.

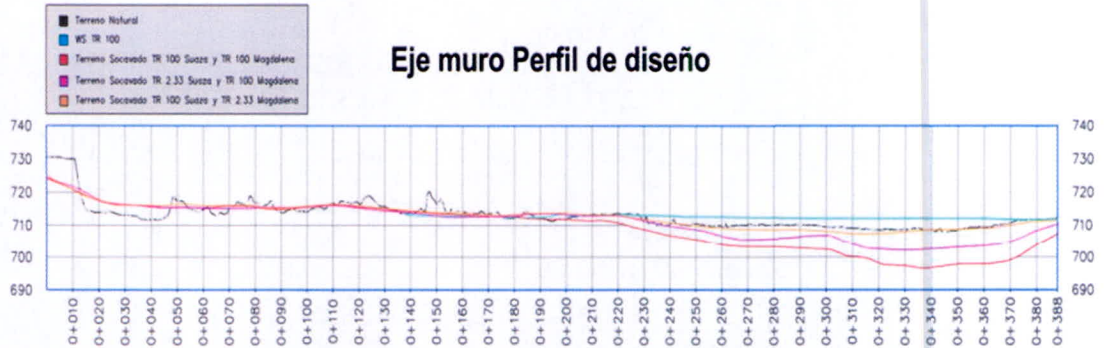


Figura 92 Comparativa de escenarios TR 100 de socavación en el perfil longitudinal del muro

**2.5.3 ESPACIALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE EROSIÓN ESCENARIO 2**

Se presentan los resultados más críticos para el escenario 2, correspondiente a la combinación de periodos de retorno de 2.33 años para el río Magdalena y 50 años para el río Suaza.

**4.4.3.1. Espacialización de los resultados de erosión**

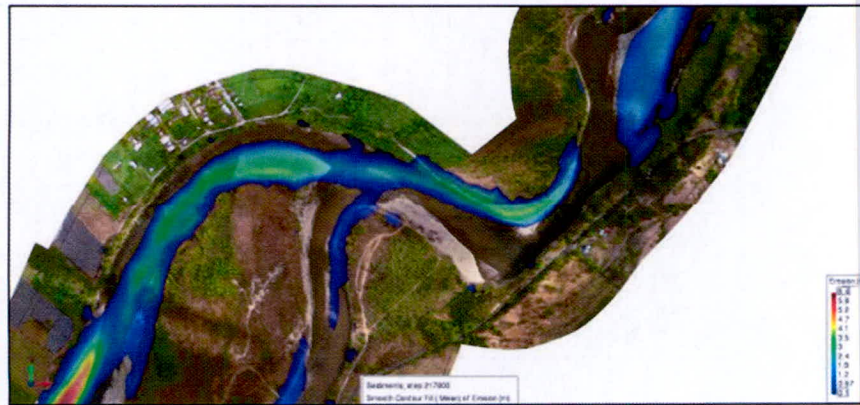


Figura 93. Espacialización de la Erosión TR 50

**4.4.3.2. Espacialización de los resultados de agradación**

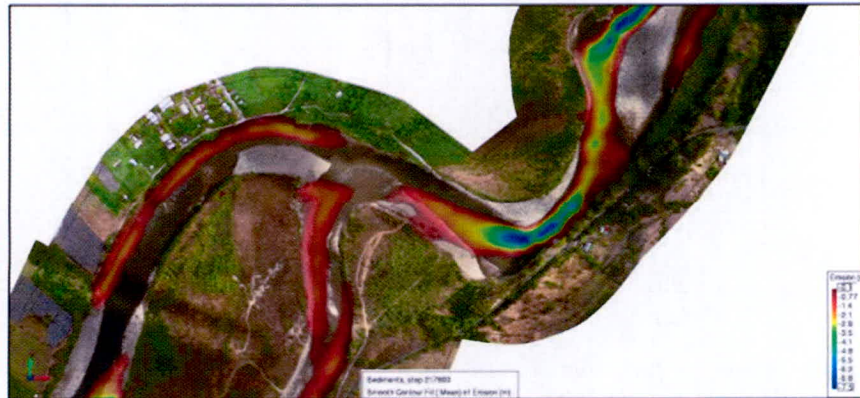



Figura 94. Espacialización de la Agradación Combinación TR 50

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

**4.4.3.3. Secciones Combinación crítica TR 2.33 Magdalena TR 50 Suaza**

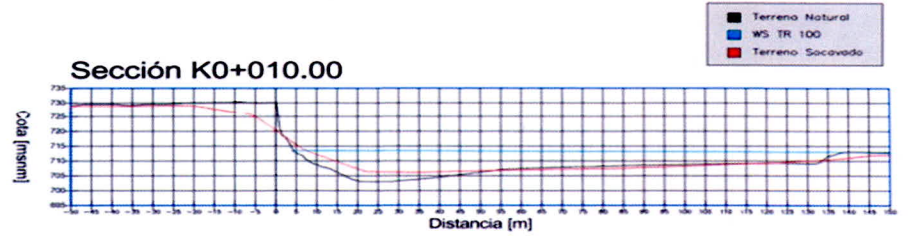


Figura 95 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+010

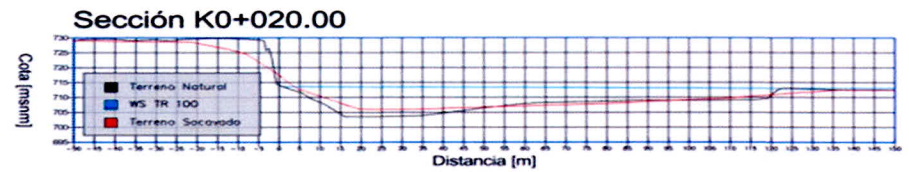


Figura 96 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+020

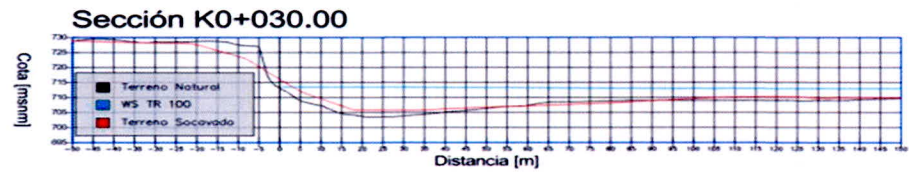


Figura 97 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+030

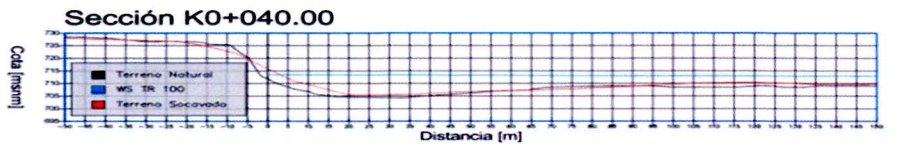


Figura 98 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+040

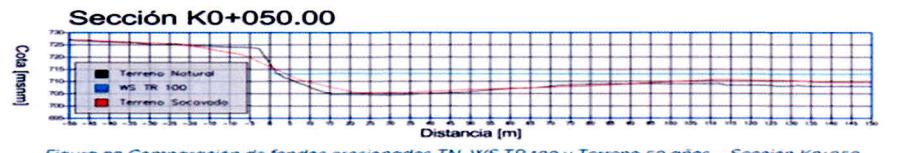


Figura 99 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+050

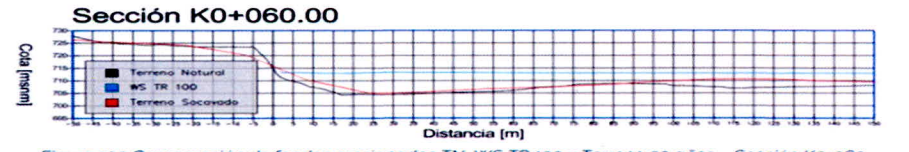


Figura 100 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+060

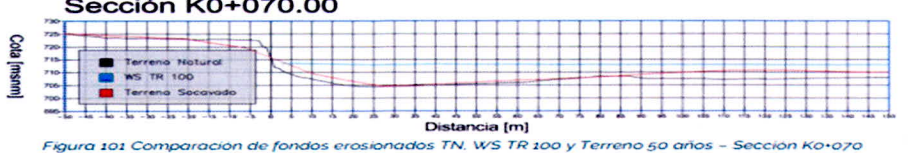


Figura 101 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+070

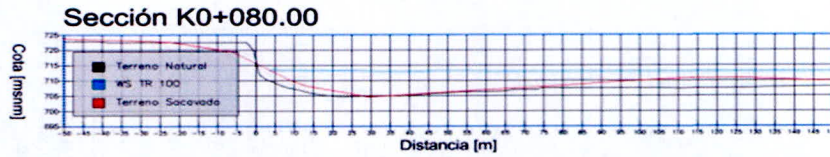


Figura 102 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+080

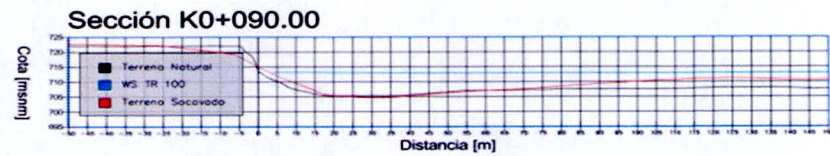


Figura 103 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+090

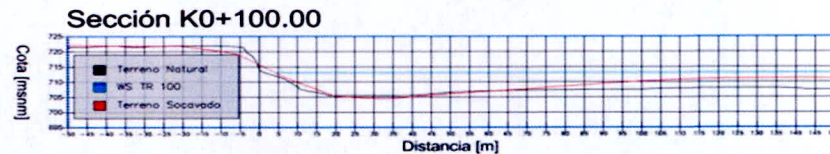


Figura 104 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+100

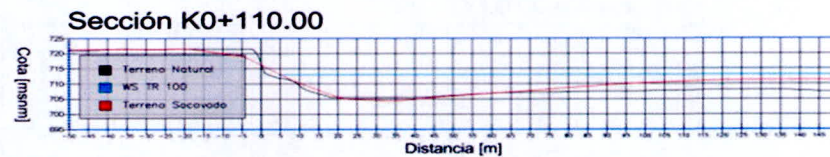


Figura 105 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+110

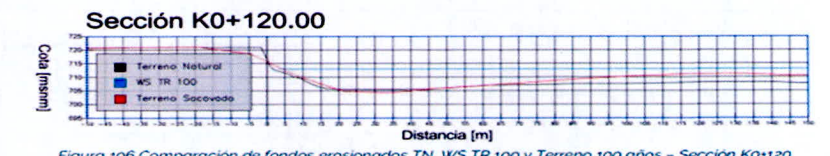


Figura 106 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+120

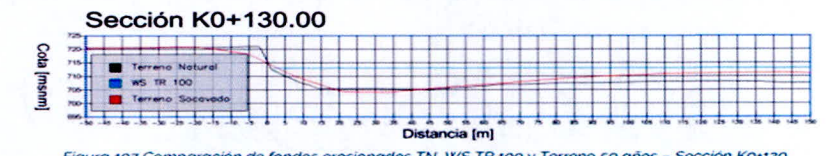


Figura 107 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+130

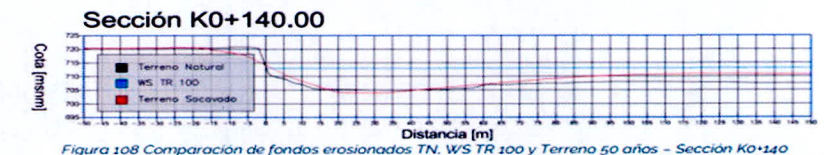


Figura 108 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+140

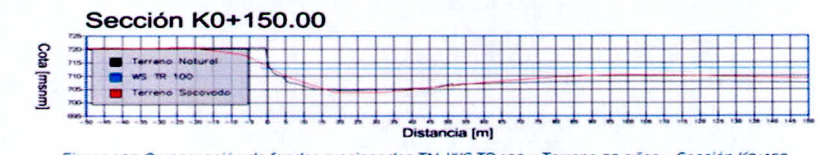


Figura 109 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+150



# RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO

**Código:** F-CAM-110  
**Versión:** 9  
**Fecha:** 5 Jul 18

## Sección K0+160.00

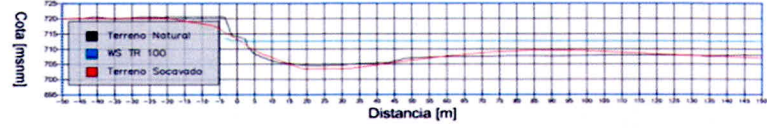


Figura 110 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+160

## Sección K0+170.00

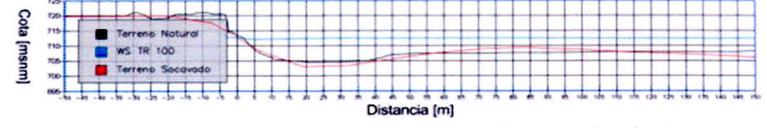


Figura 111 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+170

## Sección K0+180.00

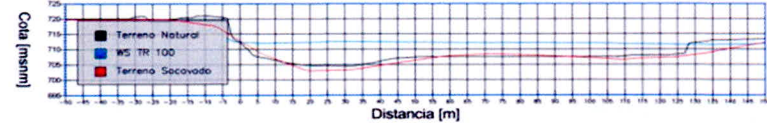


Figura 112 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+180

## Sección K0+190.00

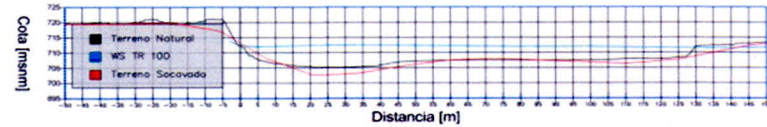


Figura 113 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+190

## Sección K0+200.00

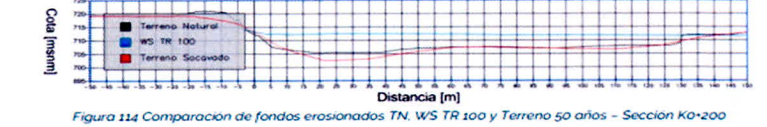


Figura 114 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+200

## Sección K0+210.00

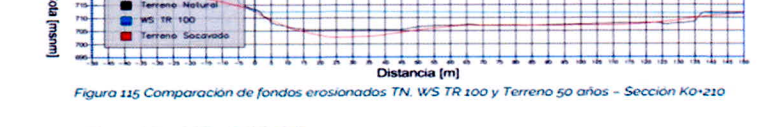


Figura 115 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+210

## Sección K0+220.00

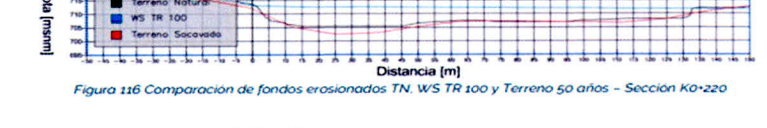


Figura 116 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+220

## Sección K0+230.00

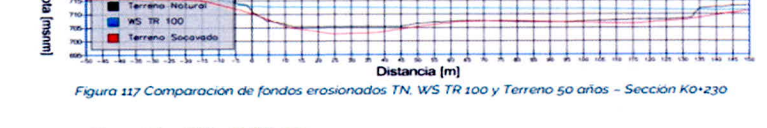


Figura 117 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+230

## Sección K0+240.00



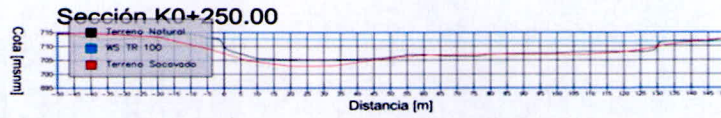


Figura 119 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+250

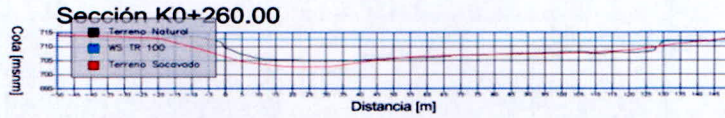


Figura 120 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+260

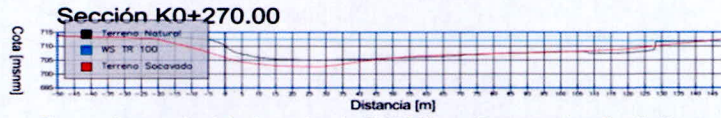


Figura 121 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+270

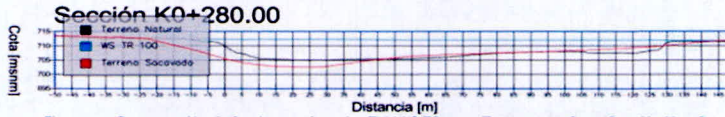


Figura 122 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+280

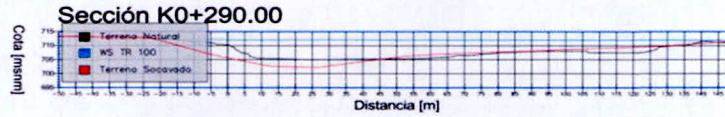


Figura 123 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+290

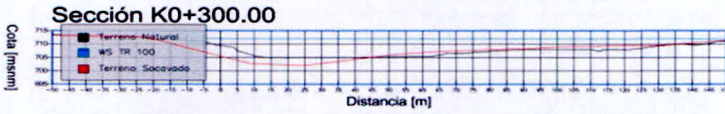


Figura 124 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+300

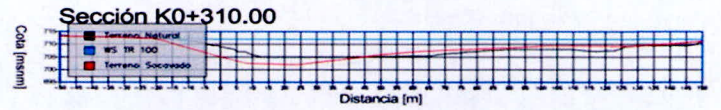


Figura 125 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+310

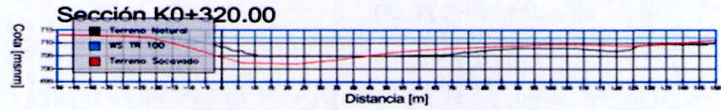


Figura 126 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+320

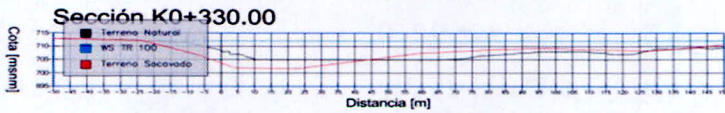


Figura 127 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+330

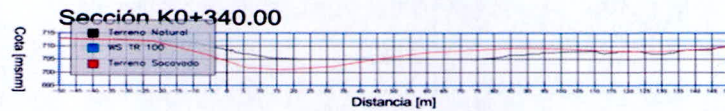


Figura 128 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+340

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

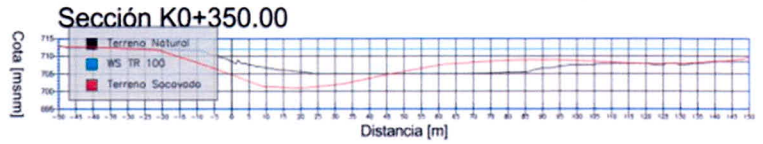


Figura 129 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+350

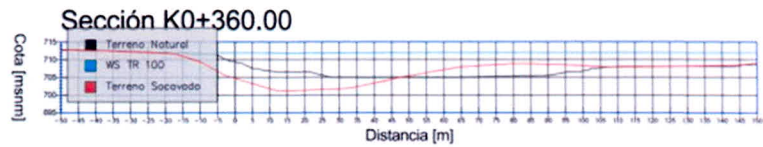


Figura 130 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 50 años - Sección K0+360

A continuación, se presenta el perfil longitudinal donde se identifican los fondos del río para los modelos adelantados en el escenario 2.

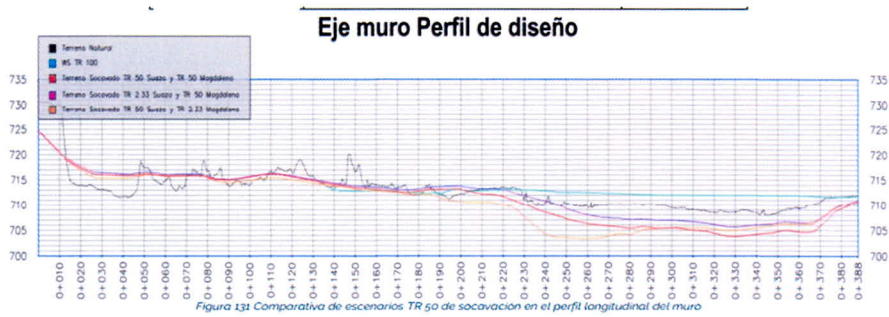


Figura 131 Comparativa de escenarios TR 50 de socavación en el perfil longitudinal del muro

**2.5.4 ESPACIALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS DE EROSIÓN ESCENARIO 3**

Se presentan los resultados más críticos para el escenario 3, correspondiente a la combinación de periodos de retorno de 2.33 años para el río Magdalena y 25 años para el río Suaza.

**4.4.4.1. Espacialización de los resultados de erosión**

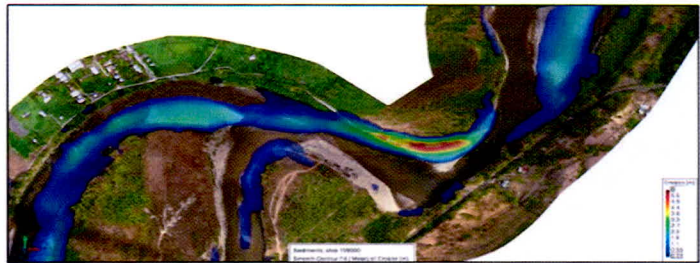


Figura 132 Espacialización de la Erosión TR 25

**4.4.4.2. Espacialización de los resultados de agradación**

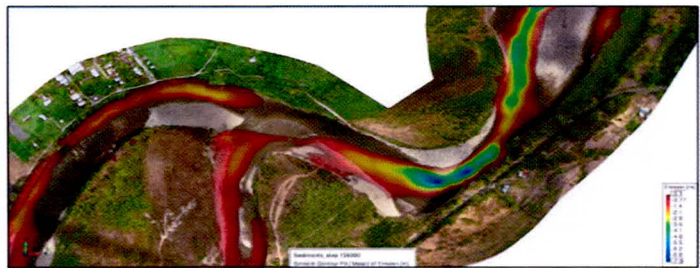


Figura 133 Espacialización de la Agradación TR 25

**4.4.4.3. Secciones Combinación crítica TR 2.33 Magdalena TR 25 Suaza**

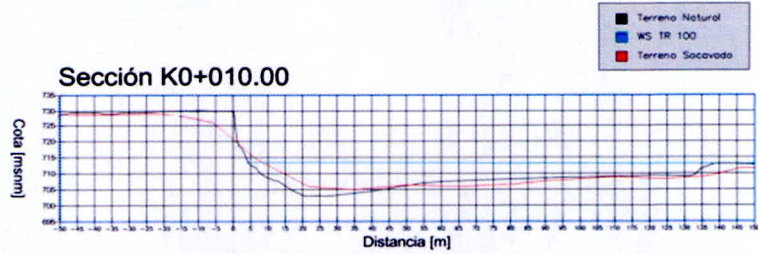


Figura 134 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+010

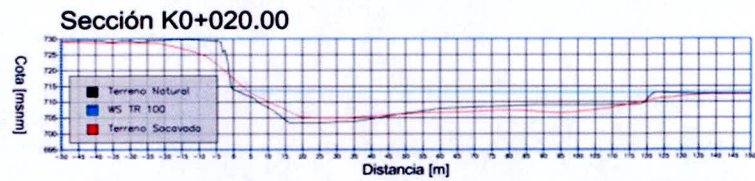


Figura 135 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+020

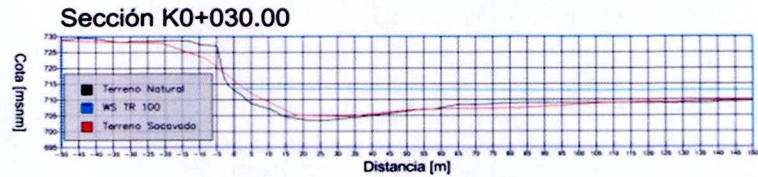


Figura 136 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+030

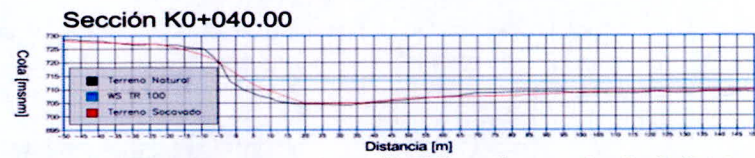


Figura 137 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+040

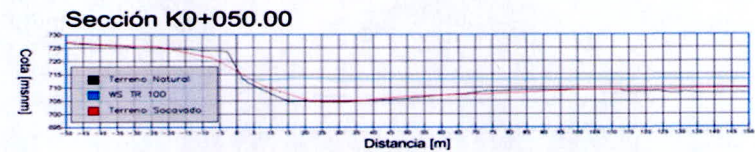


Figura 138 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+050

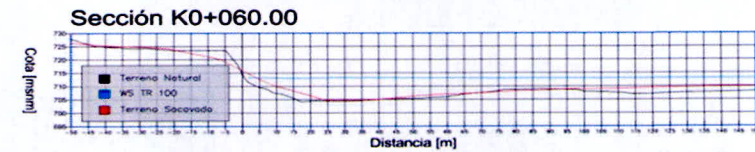


Figura 139 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+060

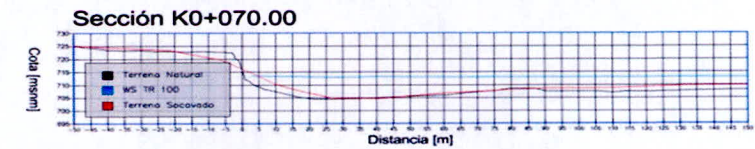



Figura 140 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+070

 <p><b>cam</b> CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA ZONA CENTRO ¡Cuida tu naturaleza!</p>	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

**Sección K0+080.00**

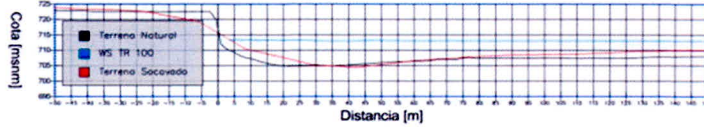


Figura 141 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+080

**Sección K0+090.00**

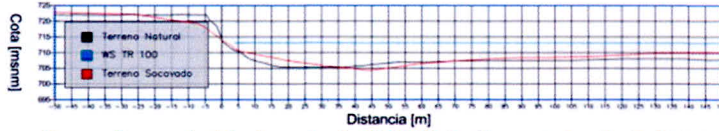


Figura 142 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+090

**Sección K0+100.00**

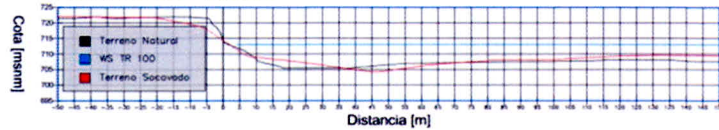


Figura 143 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+100

**Sección K0+110.00**

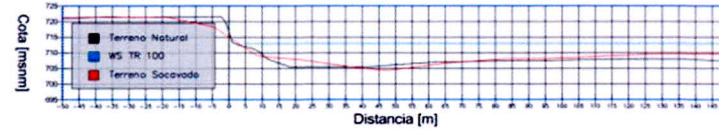


Figura 144 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+110

**Sección K0+120.00**

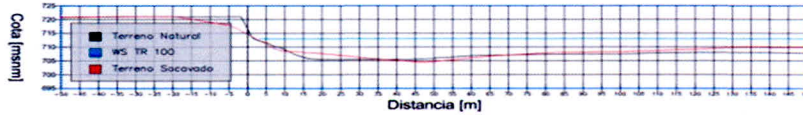


Figura 145 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 100 años - Sección K0+120

**Sección K0+130.00**

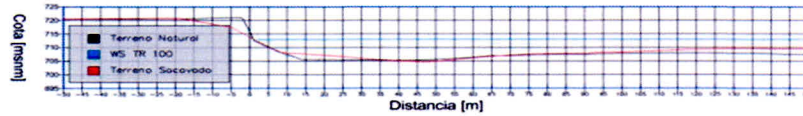


Figura 146 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+130

**Sección K0+140.00**

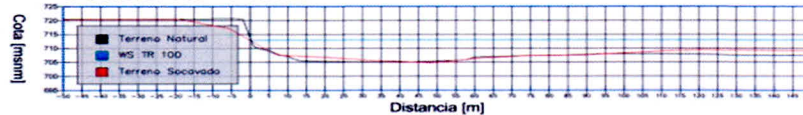


Figura 147 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+140

**Sección K0+150.00**

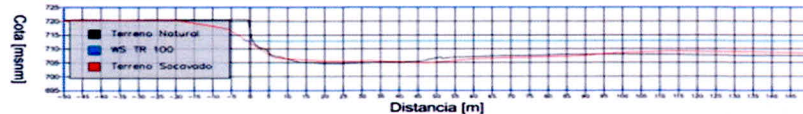


Figura 148 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+150

**Sección K0+160.00**

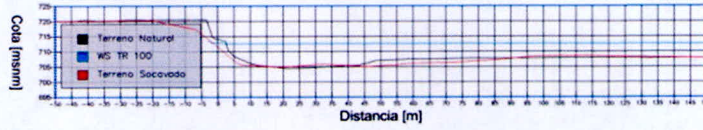


Figura 149 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+160

**Sección K0+170.00**

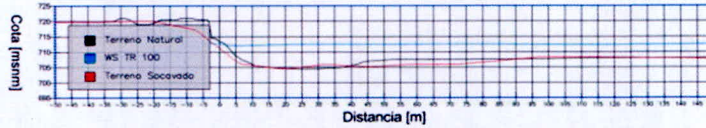


Figura 150 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+170

**Sección K0+180.00**

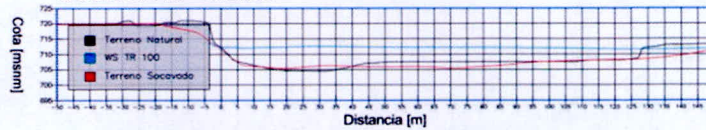


Figura 151 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+180

**Sección K0+190.00**

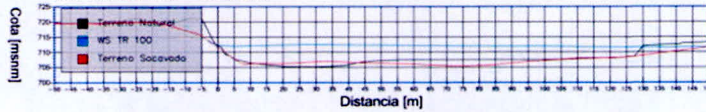


Figura 152 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+190

**Sección K0+200.00**

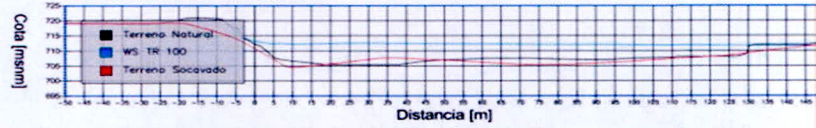


Figura 153 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+200

**Sección K0+210.00**

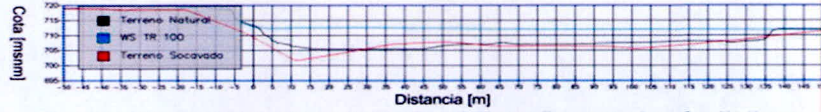


Figura 154 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+210

**Sección K0+220.00**

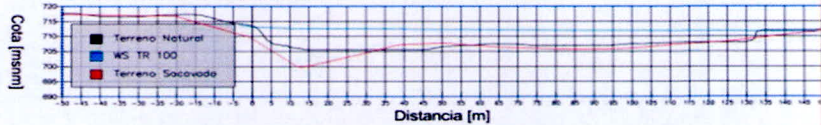


Figura 155 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+220

**Sección K0+230.00**

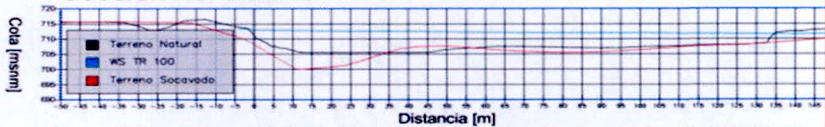


Figura 156 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+230



# RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 5 Jul 18

### Sección K0+240.00

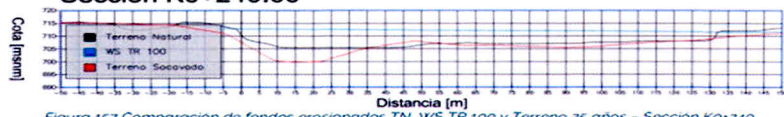


Figura 157 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+240

### Sección K0+250.00

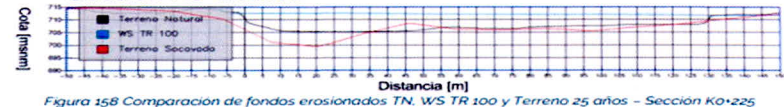


Figura 158 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+250

### Sección K0+260.00

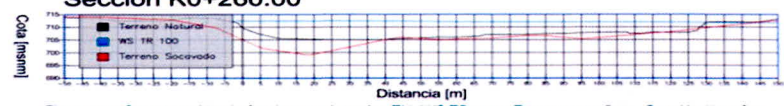


Figura 159 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+260

### Sección K0+270.00

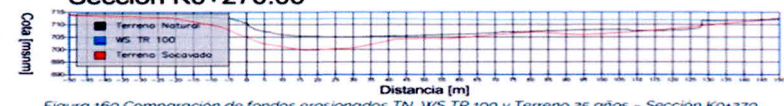


Figura 160 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+270

### Sección K0+280.00

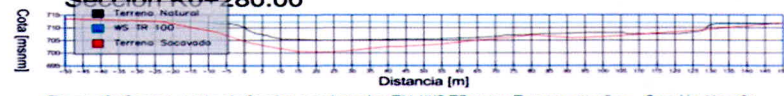


Figura 161 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+280

### Sección K0+290.00

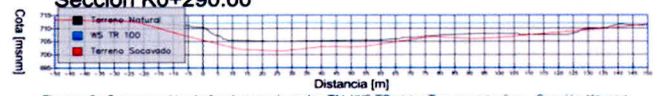


Figura 162 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+290

### Sección K0+300.00

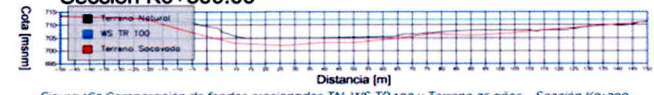


Figura 163 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+300

### Sección K0+310.00

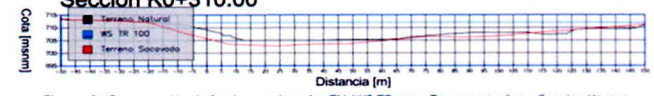


Figura 164 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+310

### Sección K0+320.00

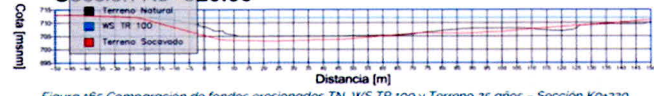


Figura 165 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+320

### Sección K0+330.00

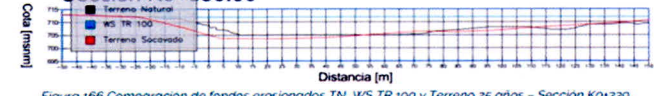


Figura 166 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+330

### Sección K0+340.00

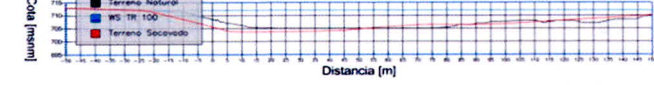


Figura 167 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+340

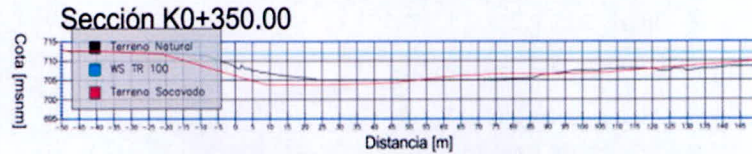


Figura 168 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+325

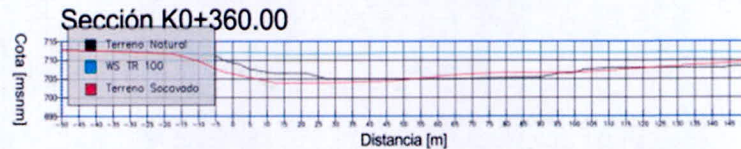


Figura 169 Comparación de fondos erosionados TN, WS TR 100 y Terreno 25 años - Sección K0+360

A continuación, se presenta el perfil longitudinal donde se identifican los fondos del río para los modelos adelantados en el escenario 3.

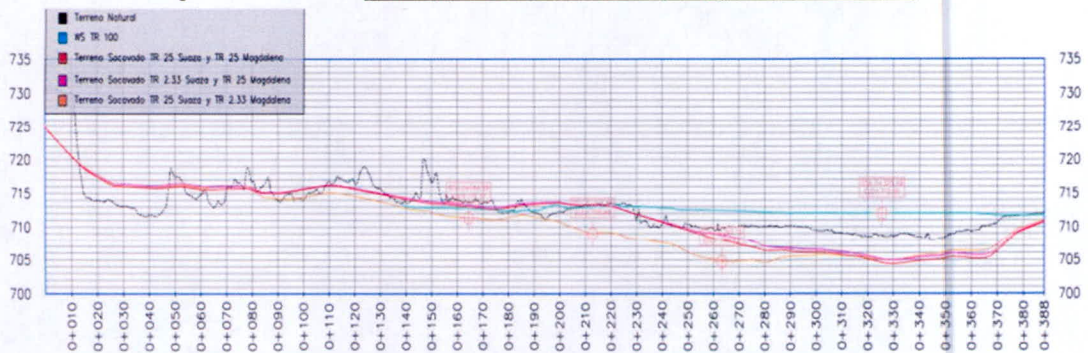


Figura 170 Comparativa de escenarios TR 25 de socavación en el perfil longitudinal de estudio

## 2.6. COMPROBACIÓN DE DISEÑO

En el presente capítulo se evalúa el comportamiento hidráulico y morfodinámico del tramo de estudio ante la implementación de una obra de protección proyectada sobre la margen izquierda del río Magdalena, en inmediaciones de su confluencia con el río Suaza. La estructura propuesta corresponde a un sistema conformado por geo-contenedores y geo-esteras, concebido como una solución de carácter temporal y fusible, orientada a disipar la energía del flujo y mitigar procesos erosivos localizados en la margen intervenida.

La naturaleza fusible de la estructura implica que su funcionamiento no se basa en la resistencia rígida frente a las sollicitaciones hidráulicas, sino en la capacidad de adaptación y disipación progresiva de energía, permitiendo deformaciones controladas sin generar alteraciones abruptas en la dinámica del flujo. Este enfoque resulta coherente con las condiciones hidráulicas del sector, caracterizadas por la interacción de caudales provenientes del río Magdalena y el río Suaza, así como por la presencia de procesos activos de transporte de sedimentos previamente identificados en el análisis del capítulo 4.

Para la construcción de la obra se contempla el uso de material de préstamo proveniente de un banco de deposición localizado en la margen izquierda del río Magdalena, inmediatamente aguas abajo del sitio de intervención. La extracción parcial de este material

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

introduce una modificación directa sobre la geometría del cauce y, por tanto, sobre las condiciones de flujo y transporte sólido, lo cual debe ser evaluado de manera integrada junto con la implementación de la estructura de protección.

En este contexto, el objetivo del presente capítulo es verificar la funcionalidad hidráulica de la solución propuesta bajo diferentes escenarios de caudal, analizando su capacidad para reducir la erosión en la margen derecha, así como identificar posibles efectos asociados a la redistribución de velocidades, profundidades y patrones de socavación. Adicionalmente, se evalúa la incidencia de la remoción de material en el banco de deposición sobre la estabilidad morfológica del tramo, considerando su interacción con la estructura proyectada.

A continuación, se presenta una breve descripción de las obras y su ubicación.

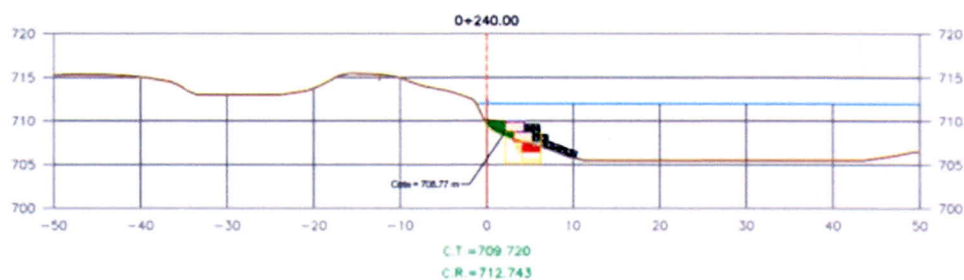


Figura 171 Sección de diseño componente de geotecnia  
Fuente: Propia.

Este muro se localiza entre las coordenadas E:4703340.943 N:1799345.517y E:4703408.615 N:1799302.776 con una longitud aproximada de 80 m, a continuación, se muestra la planta y el perfil de esta estructura.

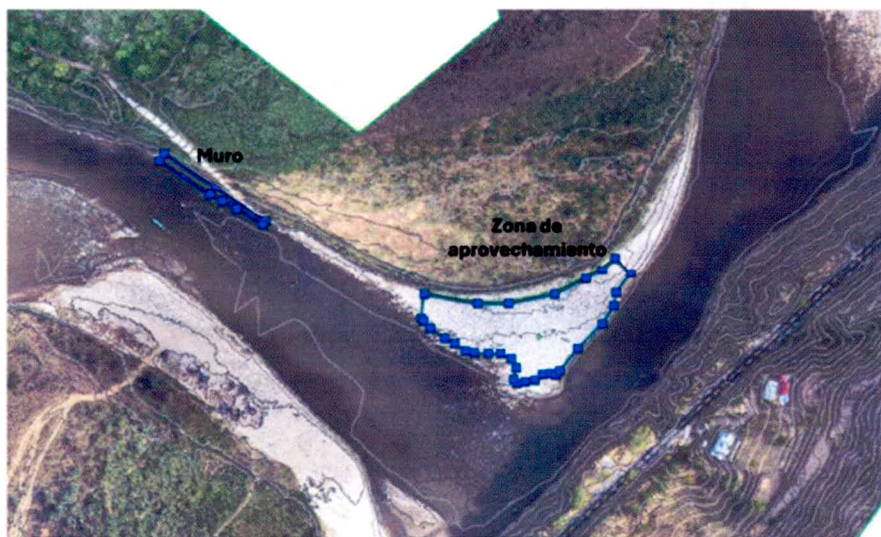


Figura 172 Planta de la implantación de la obra  
Fuente: Propia.

El área de excavación de material es de 5073.81 m<sup>2</sup> con profundidades entre los 0.1 a 1 m, el volumen a retirar es de aproximadamente 2033.27 m<sup>3</sup>.

A continuación, se presenta la evaluación de la obra de protección proyectada sobre la orilla izquierda del río Magdalena en inmediaciones de la descarga del río Suaza. Esta verificación se efectúa mediante la implantación del muro proyectado en la geometría del modelo y la posterior modelación de los escenarios más críticos definidos en la condición actual del sistema hídrico conformado por el río Magdalena y Suaza. En la siguiente tabla se relacionan los escenarios modelados.

*Tabla 10 Escenarios de modelación de comprobación de diseño*

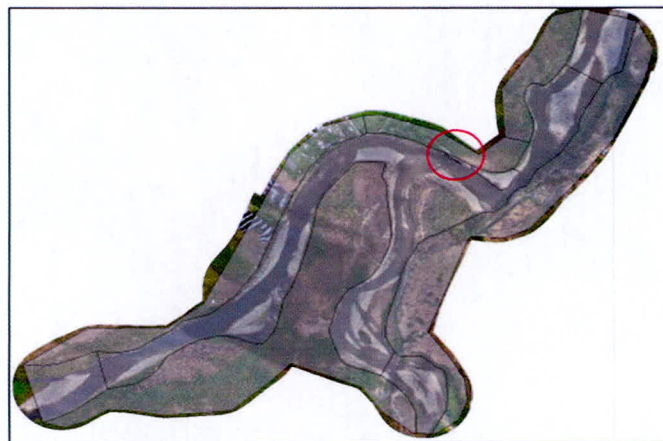
ESCENARIO	RÍO MAGDALENA	RÍO SUAZA
ESCENARIO 1' (Escenario de diseño)	25 años	2,33 años
ESCENARIO 2	25 años	25 años
ESCENARIO 3	100 años	100 años

El escenario N.º 3 corresponde a la condición más crítica dentro de las combinaciones hidrológicas evaluadas. No obstante, considerando la ausencia de una normativa específica que establezca periodos de retorno para el diseño de este tipo de intervenciones, se adoptó como criterio de diseño la combinación de un periodo de retorno de 25 años para el río Magdalena y de 2,33 años para el río Suaza. Esta selección responde no solo al análisis de las condiciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el área de influencia, así como a los costos directos asociados a la ejecución de la obra, sino también a la naturaleza de la intervención proyectada, la cual corresponde a una obra TEMPORAL TIPO FUSIBLE.

En este sentido, al tratarse de una estructura diseñada para operar bajo condiciones hidrológicas intermedias y fallar de manera controlada ante eventos extremos, la adopción de estos periodos de retorno resulta técnicamente consistente con su función y vida útil esperada. Adicionalmente, dado que en el área de intervención no se identifican asentamientos poblacionales ni infraestructura relevante en zonas aledañas, los niveles de amenaza y vulnerabilidad se consideran bajos. Por lo tanto, la combinación de periodos de retorno definida se establece como un criterio de diseño conservador desde el punto de vista socioeconómico y de gestión del riesgo.

**2.6.1. ESQUEMATIZACIÓN DEL MODELO DE COMPROBACIÓN DE DISEÑO**

La esquematización del modelo 2D corresponde a la sectorización de las áreas a modelar, es decir, la diferenciación entre el lecho, planicie de inundación, paramentos y obras, a continuación, se muestra la esquematización del modelo.



*Figura 173 Esquematización del modelo hidráulico y de sedimentos con obras*  
Fuente: Propia.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18

Para el modelo bidimensional se emplearon los mismos coeficientes de rugosidad definidos para el modelo unidimensional (Ver numeral 4.1.4.), como también, se incluyó la rugosidad asociada a las geo-esteras proyectadas como una medida de protección a las obras tipo muro-gaviones.

## 2.6.2 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPROBACIÓN DE DISEÑO

A continuación, se presentan los resultados asociados a los escenarios modelados. Es importante resaltar que para cada uno de los escenarios evaluados (3) se consideró la misma longitud de muro proyectado (80 m).

### 5.2.1 RESULTADOS ESCENARIO 1 (Magdalena Tr 25 años, Suaza Tr 2.33 años)

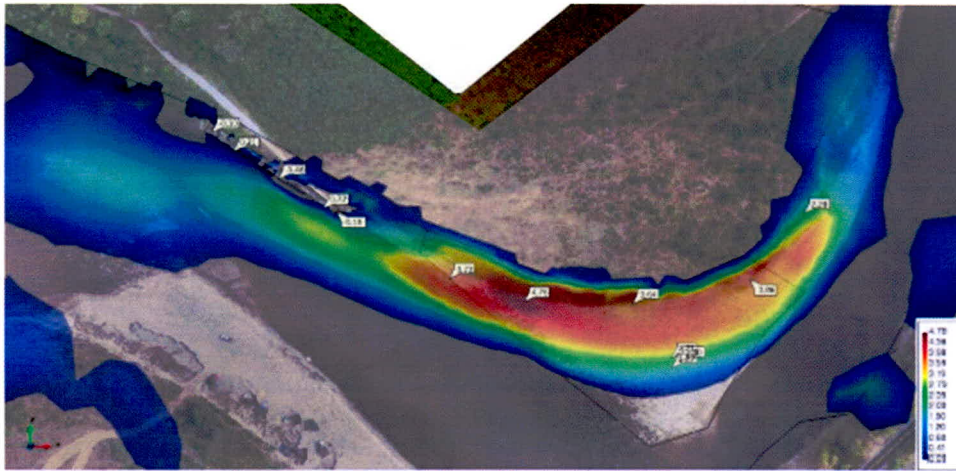


Figura 175 Resultados de erosión con obras - Escenario 1  
Fuente: Propia.

### 5.2.2 RESULTADOS ESCENARIO 2 (Magdalena Tr 25 años, Suaza Tr 25 años)

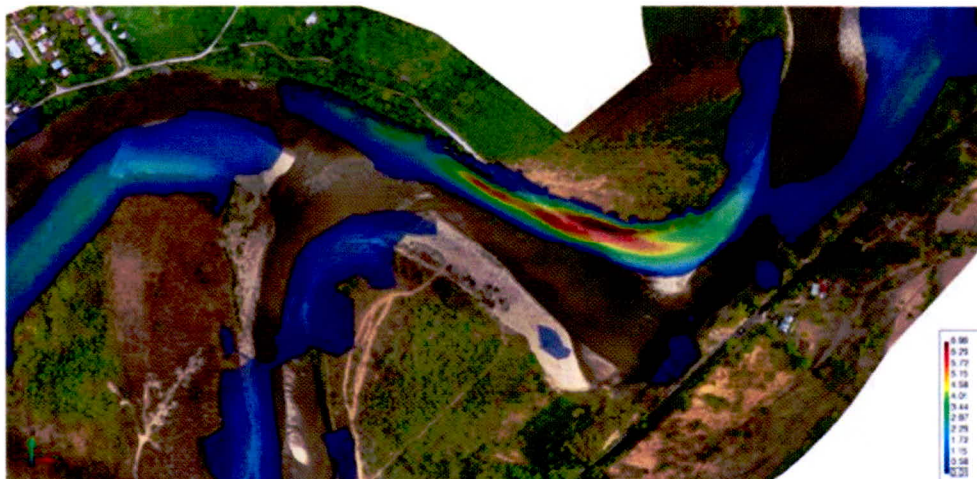


Figura 176 Resultados de erosión con obras - Escenario 2  
Fuente: Propia.

**5.2.3 RESULTADOS ESCENARIO 3 (Magdalena Tr 100 años, Suaza Tr 100 años)**



Figura 177 Resultados de erosión con obras - Escenario 3  
Fuente: Propia.

Tabla 11 Profundidades máximas de erosión perimetrales al muro-gavión obtenidas

ESCENARIO	EROSIÓN MAXIMA (m)
ESCENARIO 1	3.0
ESCENARIO 2	5.1
ESCENARIO 3	5.75

Tabla 12 Profundidades máximas de erosión en el banco de aprovechamiento obtenidas

ESCENARIO	EROSIÓN MAXIMA (m)
ESCENARIO 1	4.78
ESCENARIO 2	6.86
ESCENARIO 3	8.62

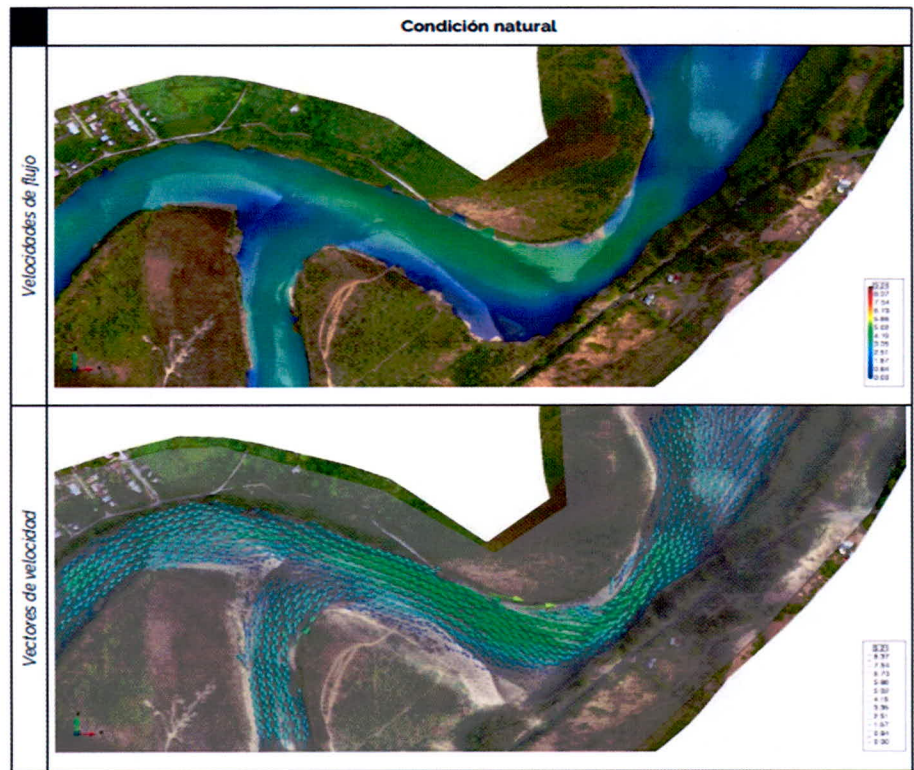
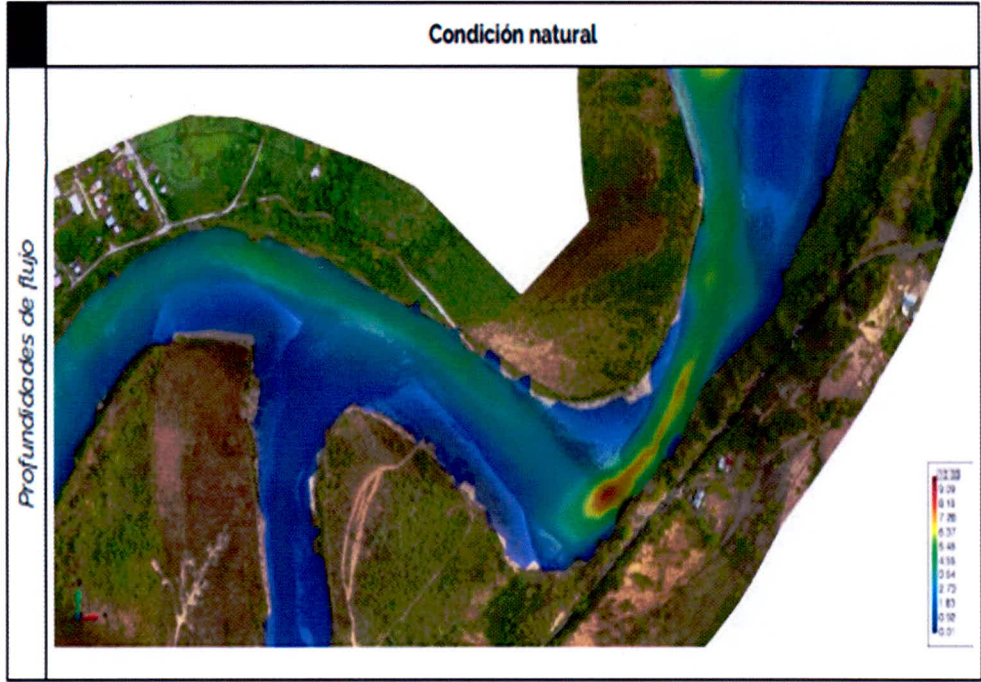
**2.6.3. ANALISIS COMPARATIVO DE CONDICIONES HIDRODINAMICAS ANTES Y DESPUES DE LAS OBRAS**

El análisis comparativo entre la condición actual y la condición proyectada evidencia modificaciones puntuales en la dinámica hidráulica y morfodinámica del tramo de estudio, asociadas tanto a la implementación del muro de protección como a la intervención del banco de material en la margen opuesta. De manera complementaria, se realizó la evaluación de los cambios en la hidrodinámica para los escenarios 2 y 3, considerando diferentes combinaciones de caudales representativos de condiciones intermedias y frecuentes.

Los resultados obtenidos muestran que las variaciones en profundidades, velocidades y patrones de flujo para estos escenarios se mantienen dentro de rangos bajos, sin evidenciar alteraciones significativas en el comportamiento hidráulico del sistema. El detalle de estos análisis, incluyendo las comparaciones gráficas y resultados específicos, se presenta en los anexos del documento para su respectiva consulta.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

Tabla 13 Resultados condición natural



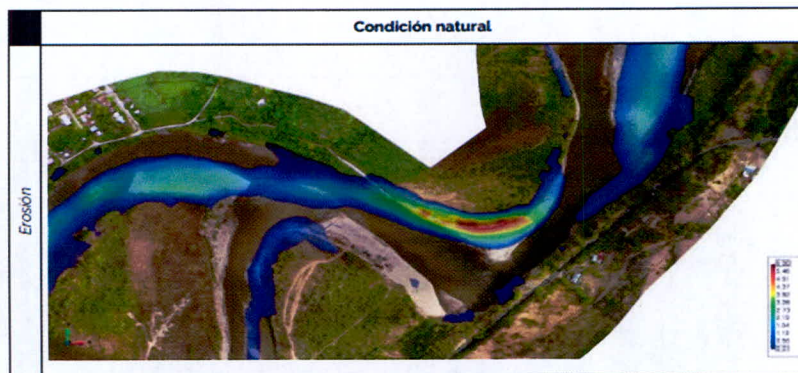
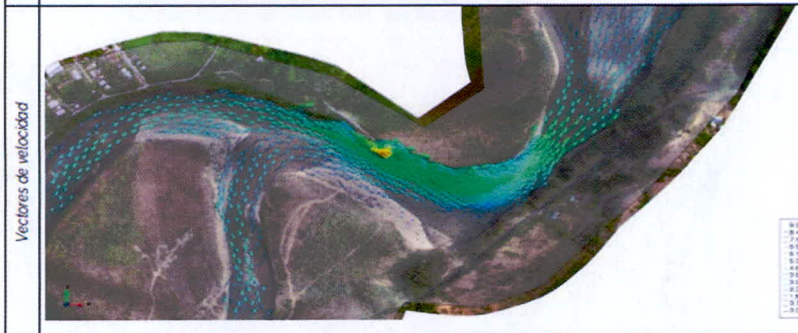
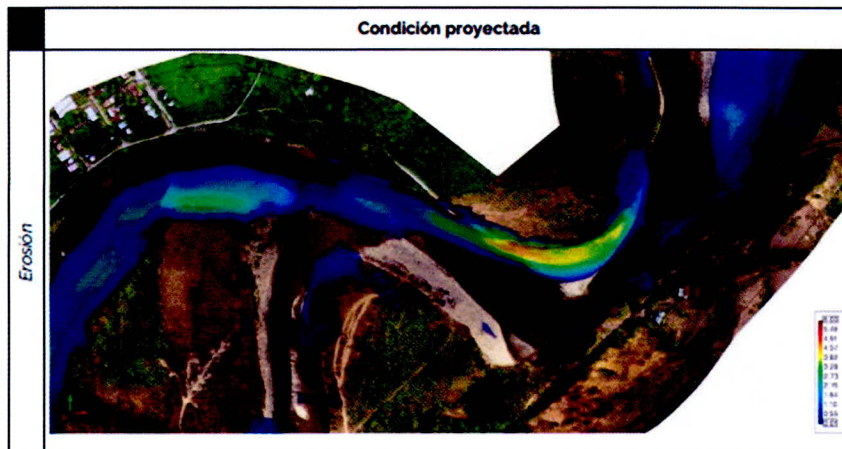


Tabla 14 Resultados condición proyectada



	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 5 Jul 18



En términos de niveles de flujo, se identifica un abatimiento localizado en la zona de préstamo, atribuible a la reducción de cotas del terreno producto de la excavación. Esta condición genera un ajuste en la distribución de profundidades, favoreciendo una mayor capacidad de conducción en dicho sector sin inducir incrementos significativos en niveles aguas arriba del tramo intervenido. Respecto al campo de velocidades, se observa un incremento a la salida de la zona de préstamo sobre la margen izquierda, asociado a la aceleración del flujo inducida por la modificación geométrica del cauce.

Este comportamiento se manifiesta principalmente en eventos de mayor caudal, donde la sección efectiva de flujo se reorganiza, concentrando mayores vectores de velocidad en el eje principal y zonas de transición.

El análisis de vectores de velocidad permite evidenciar un cambio en la dirección del flujo en inmediaciones del muro proyectado, generando componentes tangenciales más marcadas sobre la margen derecha. Adicionalmente, a la salida de la zona de préstamo se presentan incrementos en la magnitud de los vectores, lo cual favorece condiciones de inestabilidad local del lecho y potencial activación de procesos erosivos.

### 3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA RETIRO MATERIAL ALUVIAL

En el marco del análisis hidráulico y morfodinámico desarrollado para el río Magdalena en la zona de confluencia con el río Suaza, se evaluó el comportamiento del sistema fluvial bajo diferentes escenarios hidrológicos mediante modelación unidimensional y bidimensional, considerando tanto condiciones de aguas claras como transporte de sedimentos. Estos análisis permitieron caracterizar la distribución de profundidades, velocidades de flujo y patrones de erosión y deposición en el tramo de estudio.

Los resultados obtenidos evidencian que el sistema presenta un comportamiento típico de ríos meándricos, con una clara diferenciación entre zonas de erosión en la margen externa y deposición en la margen interna de las curvas. En particular, se identifica la presencia de un depósito aluvial activo en la margen interna del meandro localizado aguas abajo del sitio proyectado para la obra, el cual corresponde a una zona natural de acumulación sedimentaria asociada a condiciones de menor energía hidráulica.

diferentes escenarios evaluados, las variaciones en profundidades, velocidades y patrones de flujo se mantienen dentro de rangos bajos, sin evidenciar alteraciones significativas en el comportamiento general del sistema. Esto indica que el cauce presenta estabilidad relativa frente a intervenciones localizadas de baja magnitud, particularmente cuando estas se desarrollan en zonas de depósito y no afectan el canal principal.

Según concepto técnico de profesionales de la Subdirección de regulación y calidad Ambiental- SRCA, con respecto la revisión del "componente hidrológico" presentados por ENEL Colombia S.A. E.S.P. (NIT 860063875-8), contenido el expediente POC-00081-26. para el proyecto denominado "Instalación obras de protección con megabolsas la erosión del talud localizado en zona de confluencia entre el río suaza y Magdalena, vereda la Cañada, Municipio del Agrado"; Conforme a lo solicitado, se revisó la documentación allegada en formato digital mediante correo electrónico, la cual corresponde al archivo comprimido "RAD. 2026 7494-E POC 00081-25.zip" y al documento "E-7494.PDF", relacionados con el trámite POC-00081-2025.

La revisión del componente general incluyó la verificación y análisis detallado del procedimiento constructivo y de los documentos técnicos que describen la intervención propuesta sobre el área de confluencia entre el río suaza y Magdalena, con megabolsas en la Central Hidroeléctrica El Quimbo. En dichos documentos se presentan las fases de preparación, ejecución y finalización, incluyendo el cronograma de actividades, la descripción de la intervención, las labores de mantenimiento, así como la maquinaria, equipos y personal requerido, junto con el análisis de socavación del Muro y sus dimensiones.

En particular, se verificó que el diseño del Muro en el que se propone la instalación de hasta seis geocontenedores de dimensiones 2.20 x 4.40 x 1.45 m, fabricados en Hydrotex impregnado y Se contempla el uso de un colchón de enrocado confinado en Hidromalla Geostera 80, con un espesor de 30 cm. Este sistema complementa la acción de los geocontenedores, asegurando una mayor resistencia ante la erosión fluvial y la acción dinámica del agua. Estos elementos proporcionan una barrera efectiva contra la erosión y contribuyen a la estabilización del talud, ajustados a las condiciones reales del terreno. La longitud total del muro de forma perpendicular al cauce será de 16.43 mts según lo propuesto y 80 mts de largo según lo informado en el documento INCCO-OP-F-04 Informe Geotecnia.pdf, Informe\_Gerencial\_POC\_Canada.pdf.

Asimismo, se evaluó el cumplimiento de los planos presentados, los cuales se ajustan a lo dispuesto en el artículo 2.2.3.2.19.8 del Decreto 1076 de 2015, garantizando que la estructura sea fusible y con una vida útil de 3 a 10 años.

Dimensión	Unidad	Valor
Ancho de muro	m	80,0
Longitud del muro perpendicular	m	16,43
Dimensión	Unidad	Valor
Altura promedio del Muro	m	8.4
Cronograma de actividades	dias	131

Tabla 1. Muro de Megabolsas

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

*Para la ejecución del proyecto, incluido la ocupación de cauce con la construcción de un muro como obra de protección con mebabolsas la erosión del talud localizado en zona de confluencia entre el río suaza y Magdalena, vereda la Cañada, Municipio del Agrado" conformado por material natural del río, se deben considerar las siguientes condiciones y medidas de manejo ambiental:*

- *El desarrollo de las actividades de construcción no debe implicar la construcción de vías o accesos.*
- *No se podrán desarrollar actividades en zonas con riesgo de remoción en masa, licuefacción, inundación o deslizamiento, así como en pendientes superiores a 45 grados, suelos inestables, ni en la franja paralela a los cuerpos de agua.*
- *No se podrán afectar ecosistemas de especial importancia ecológica o frágiles tales como páramos y humedales. De igual manera se debe proteger la franja longitudinal de protección del río Magdalena que según la norma es de 30 metros a partir de la cota máxima de inundación.*
- *En los sectores a intervenir para fines de construcción según diseño, se deberá minimizar la intervención y afectación de la vegetación protectora y al suelo, se deberá realizar una disposición y conformación adecuada de los materiales de excavación y dejar el sitio intervenido en las mismas condiciones naturales anteriores.*
- *Para la intervención de otros recursos, se deberán tramitar los permisos correspondientes.*
- *Se deberá restaurar ambiental y paisajísticamente en su totalidad las áreas intervenidas; se prohíbe el depósito del material retirado en sitios no autorizados.*
- *Durante la ejecución de las obras se deberá hacer una correcta disposición de los residuos sólidos y líquidos generados durante su construcción, evitar la disposición de sobrantes de concretos, cementos y residuos sobre la fuente hídrica a intervenir.*
- *El Constructor deberá controlar y mitigar en lo posible, la iniciación de procesos erosivos, durante la construcción de las obras, en caso de ser necesario, se deben construir obras de estabilización geotécnica adecuadas.*
- *Se deberá realizar un mantenimiento permanente a la maquinaria y equipos con el fin de evitar la fuga y/o derrames de aceites, minimizar la emisión de gases por la quema del combustible y la contaminación del cuerpo hídrico.*
- *Se prohíbe el lavado de equipos y maquinaria en el sitio de obra y se debe reutilizar al máximo los materiales como formaletas, maderas, etc., que sean susceptibles de utilizar.*
- *Los materiales provenientes de las excavaciones, deberán utilizarse en la misma obra, siempre y cuando sean adecuados para dicho fin, los materiales sobrantes o inadecuados deberán ser trasladados por el constructor a sitios que cuenten con la respectiva autorización por la autoridad ambiental para su disposición.*

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

- Los materiales de construcción utilizados en el desarrollo del proyecto deberán provenir de sitios que cuenten con el respectivo título minero registrado en el catastro minero y la respectiva licencia ambiental.
- El contratista deberá organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con las condiciones establecidas en la normatividad ambiental vigente y así evitar, minimizar y controlar los impactos ambientales generados por las obras.
- Realizar el rescate de la ictiofauna confinada en zonas de empozamiento por efecto de la construcción del muro en el río Magdalena, siendo liberados en buenas condiciones aguas abajo de la intervención en el río Magdalena.

De acuerdo con la visita de campo realizada al sitio a intervenir, se considera que la afectación ambiental a la fuente hídricas a intervenir con la ocupación de cauce es irrelevante, teniendo en cuenta las características de la obra que interviene parcialmente el cauce de dichas fuentes hídricas, que permiten desarrollar las actividades de excavación y fundición de concretos, implementando las medidas de manejo de aguas, de manejo de materiales de excavación y retiro del materiales sobrantes y demás medidas de manejo de residuos generados durante la construcción de las obras.

**Perjuicio a terceros:** El proyecto no repercute ni perjudica a terceros. Sin embargo, se hace claridad que en el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por las obras de construcción de ocupación de cauce, es responsabilidad la la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8**, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que el incumplimiento de las acciones aquí dispuestas es de obligatorio cumplimiento.

**Oposiciones:** De acuerdo a la publicación del auto de inicio en la página de la corporación entre los días 23 de abril al 08 de mayo de 2026, según constancia de mayo 09 de 2026; en la cartelera de la Alcaldía del Agrado con fecha de fijado el 24 de abril de 2026 y desfijado el 08 de mayo de 2026, con radicado CAM No. 11652 2026-E de fecha 13 de mayo de 2026, no se presentaron oposiciones por escrito o durante la visita de evaluación del permiso.

Las indemnizaciones a que haya lugar por ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se regirán por las disposiciones del código general del proceso.

Como medida de compensación por el uso, aprovechamiento y/o afectación del sitio intervenido por la ocupación de cauce, la persona jurídica, **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8**, realizará La entrega a la Corporación de:

- 400 kit de educación ambiental “Aprendamos con Magolo a ser Opita de corazón”, el cual incluye: Cartilla, caja de colores 12 unidades y bolso tipo Tula deportiva. (Nota: El modelo de la cartilla será entregada en formato pdf para el ajuste de logo de la publicidad de la empresa que realizará la entrega)

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18



- Entrega de 500 árboles forestales de especies nativas como Ocobo, Chicala, Gualanday y Cedro rosado, con altura entre 0.3m a 0.4.m, bolsa calibre 2, vigoroso y buen estado fitosanitario. La entrega será en las instalaciones de la CAM-DTC Calle 8 No. 1-30 Este, barrio Independencia, Garzón.

En atención a la revisión, análisis de la documentación y visita de campo anteriormente descrita, se establece el siguiente concepto.

#### 4. CONCEPTO TÉCNICO

Se considera que las descripciones del proyecto cumplen con los requerimientos técnicos establecidos por la corporación según lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, "Artículo 2.2.3.2.12.1. Ocupación. La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria". Para la construcción de un Muro con megabolsas sobre la margen izquierda, río Magdalena, sector la cañada, municipio del Agrado.

Por todo lo anterior, **se considera viable** otorgar a nombre de la persona jurídica, **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8**, representada legalmente por el señor **JUAN PABLO CALDERON PACABAQUE**, identificado con cedula de ciudadanía número 79.791.509, expedida en Bogotá D.C, o quien haga sus veces en calidad de representante legal de la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8**, con dirección de notificación en la calle 93 No. 13-45, Bogotá D.C, teléfono 6015147000 y correo electrónico autorizado [notificaciones.judiciales@enel.com](mailto:notificaciones.judiciales@enel.com), **permiso de ocupación de cauce, playas y lechos** con el fin de realizar la construcción de un muro como obra de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores, en la margen izquierda del río Magdalena, en el predio Lote Los lagos B, matrícula inmobiliaria 202-28407, propiedad de persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8** y tendrá las siguientes dimensiones: Longitud de 80 metros, ancho 16,43 metros y una altura aproximada de 8,4 metros, en el sitio de coordenadas planas con origen Bogotá Magna Sirgas inicio de

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

obra X: 823097 y Y: 733061, sitio de fin de obras X: 823027 y Y: 733093 a una altitud promedio de 724 m.s.n.m, Vereda La Cañada, Municipio del Agrado, Departamento del Huila.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realizada la visita de evaluación y revisados los documentos técnicos dentro del presente trámite se recomienda.

- *El periodo de vigencia del presente permiso de Ocupación de cauce se otorgará por un término de un (1) año.*
- *Se realizará una visita de seguimiento durante la vigencia del permiso de ocupación de cauce en donde se evaluará la necesidad de una nueva visita.*
- *El beneficiario del presente permiso de ocupación de cauce, deberá realizar una disposición y conformación adecuada de los materiales de excavación y dejar el sitio intervenido en las mismas condiciones naturales anteriores, con el fin de garantizar la conservación de la dinámica natural, la geoforma y el patrón de drenaje del drenaje natural.*
- *El beneficiario del presente permiso de ocupación de cauce, durante la ejecución de la obra deberá prevenir el aporte de sedimentos, grasas y aceites evitando el deterioro de la calidad de recurso hídrico. Prohibir el lavado de equipos y maquinaria en la fuente hídrica y reutilizar al máximo los materiales de obra como formaletas, maderas, etc, que sean susceptibles de utilizar. Una vez finalice las obras de construcción, las zonas intervenidas deben entregarse restauradas, libre de basuras, escombros, materiales o cualquier tipo de desechos que se encuentre sobre los taludes o cauce de la fuente hídrica intervenida.*
- *Los materiales de construcción que demande la obra para su construcción, deberán provenir de zonas amparadas por un título minero y licencia ambiental expedidas por las autoridades competentes.*
- *En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de las obras sobre el drenaje natural, será obligación del beneficiario del permiso de ocupación de cauce, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que los incumplimientos de las acciones aquí dispuestas son de obligatorio cumplimiento.*
- *De ser necesario la tala de elementos forestales se deberán tramitar los respectivos permisos de aprovechamiento, previo al inicio de las obras.*
- *Las indemnizaciones a que haya lugar por ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se regirán por las disposiciones del Código Civil y Procedimiento Civil.*
- *Como medida de compensación por el uso, aprovechamiento y/o afectación del sitio intervenido por la ocupación de cauce, la persona jurídica, **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8**, realizará La entrega a la Corporación de:*

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18


- 400 kit de educación ambiental “Aprendamos con Magolo a ser Opita de corazón”, el cual incluye: Cartilla, caja de colores 12 unidades y bolso tipo Tula deportiva. (Nota: El modelo de la cartilla será entregada en formato pdf para el ajuste de logo de la publicidad de la empresa que realizará la entrega).



- Entrega de 500 árboles forestales de especies nativas como Ocobo, Chicala, Gualanday y Cedro rosado, con altura entre 0.3m a 0.4m, bolsa calibre 2, vigoroso y buen estado fitosanitario. La entrega será en la instalación de la CAM-DTC Calle 8 No. 1-30 Este, barrio Independencia, Garzón

*El término para el cumplimiento de esta medida compensatoria será de seis (6) meses, después de ejecutoriado el acto administrativo*

- *En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de las obras de drenajes natural a intervenir, será obligación de la persona jurídica, **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, NIT. 860063875-8**, representada legalmente por el señor **JUAN PABLO CALDERON PACABAQUE**, identificado con cedula de ciudadanía número 79.791.509, expedida en Bogotá D.C, o quien haga sus veces, como beneficiario del permiso de ocupación de cauce, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que el incumplimiento de las acciones aquí dispuestas es de obligatorio cumplimiento.*
- *El interesado deberá organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con las condiciones establecidas en la normatividad ambiental vigente y así evitar, minimizar y controlar los impactos ambientales generados por las obras.*
- *La empresa **ENEL COLOMBIA S.A.S. S.P S.A.S** debe dar cumplimiento a la normatividad vigente sobre los RCD de conformidad con lo establecido en la Resolución 0472 de 2017 y su modificación mediante la Resolución 1257 de 2021.*

 <p><b>cam</b> CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL ALTO MAGDALENA <i>¡Cuida tu naturaleza!</i></p>	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18


- *Los permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que se requieran para la construcción de las obras de ocupación de cauce, deberán solicitarse con anterioridad y obtenerlos antes de iniciar las mismas.*
- *La empresa ENEL COLOMBIA S.A.S. S.P S.A.S debe establecer un programa de mantenimiento, monitoreo y seguimiento integral a la infraestructura correspondiente al permiso de ocupación de cauce con el fin de tomar las acciones preventivas, correctivas y de mitigación del caso que garantice el objeto por el cual fueron construidas durante su vida útil.*
- *La empresa ENEL COLOMBIA S.A.S. S.P S.A.S debe establecer un programa de mantenimiento del sector periódicamente con el fin de garantizar el objeto de la ocupación de cauce.*
- *La Corporación, en el marco del trámite de ocupación de cauce, no evalúa aspectos estructurales, presupuestales, de estabilidad, procesos constructivos, materiales utilizados, entre otros para la construcción del Muro de protección sobre la confluencia entre el río suaza y Magdalena, en el municipio del Agrado Huila. por consiguiente, esta responsabilidad recae en los diseñadores. constructor y ejecutor del proyecto.*
- *La ejecución de las obras deberá ajustarse a los procesos constructivos definidos en los diseños y a las recomendaciones técnicas señaladas en los estudios que sirvieron de base para el presente trámite. En consecuencia, será responsabilidad del contratista y del ejecutor del proyecto garantizar que cada fase constructiva se desarrolle conforme a dichos lineamientos, asegurando la correcta implementación de las medidas previstas y el cumplimiento de la normatividad aplicable.*
- *Todas las actividades planteadas en la descripción del proyecto y protocolo de mantenimiento (Protocolo de Mantenimiento.pdf, INCCO-OP-F-04 Informe Geotecnia.pdf) se deberán seguir según las recomendaciones dadas por el consultor.*
- *Antes de realizar las actividades de mantenimiento (limpieza, dragado, reparación o descolmatación del cauce) con el objeto de garantizar la utilidad del muro, deberá informar con una antelación no menor a 8 días a la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena - CAM, allegando los soportes del motivo del mantenimiento, así mismo indicando el manejo y uso de estos materiales con los respectivos soportes de acuerdo a la normatividad vigente relacionada.*

(...)"

## FUNDAMENTOS JURÍDICOS

Que el artículo 8 de la Constitución Política establece que *“Es Obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”*.

Que el artículo 79 de la Carta Política indica que: *“Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del estado proteger la diversidad e integridad*

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

*del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”.*

Que el artículo 80 ibídem, establece que: *“El Estado planificara el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución”.*

Que la protección al medio ambiente corresponde a uno de los más importantes cometidos estatales, es deber del Estado garantizar a las generaciones futuras la conservación del Ambiente y la preservación de los recursos naturales.

Que el artículo 209 Ibídem, en cuanto a la función administrativa, establece que se halla al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad, publicidad, y añade que las autoridades administrativas deben coordinar sus actuaciones para el adecuado cumplimiento de los fines del Estado.


Que el artículo 102 del Decreto Ley 2811 de 1974, establece que *“... quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización”.*

Que el Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.3.2.12.1, dispone que *“... La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria de playas...”*

Que según el artículo 31 Numeral 2, de la Ley 99 de 1993, corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción de acuerdo con las normas de carácter superior y conforme a los criterios y directrices trazadas por el Ministerio del Medio Ambiente.

### **CONSIDERACIONES DEL DESPACHO**

Que, de conformidad con lo establecido en la normativa ambiental vigente y una vez analizados los documentos allegados por el solicitante, así como el contenido del Informe de Visita y Concepto Técnico No. 656 de fecha 14 de mayo de 2026, emitido por el profesional competente de esta Corporación, el Despacho procede a evaluar la viabilidad del otorgamiento del permiso de ocupación de cauce, playas y lechos solicitado.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

Que el citado concepto técnico evaluó las características técnicas y constructivas asociadas a la intervención propuesta, determinando que las mismas cumplen con los requerimientos establecidos en el Decreto 1076 de 2015, particularmente con lo dispuesto en el artículo 2.2.3.2.12.1, el cual señala que la construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización previa por parte de la autoridad ambiental competente, así como cuando se trate de ocupaciones permanentes o transitorias sobre el mismo.

Que, conforme a la valoración técnica efectuada, las actividades proyectadas corresponden a la construcción de una obra de protección y estabilización de talud mediante la implementación de geoesteras y geocontenedores (mega bolsas), destinada a controlar procesos erosivos identificados sobre la margen izquierda del río Magdalena, en el sector denominado La Cañada, jurisdicción del municipio de El Agrado – Huila, intervención orientada a preservar la estabilidad geomorfológica del área afectada y reducir riesgos asociados a la erosión lateral del cauce.

Que el análisis técnico realizado permitió establecer que la obra proyectada no representa una alteración crítica sobre la dinámica hidráulica del sector intervenido ni genera afectaciones incompatibles con el comportamiento natural de la corriente hídrica, en la medida en que corresponde a una estructura de protección diseñada específicamente para mitigar procesos erosivos y estabilizar el talud comprometido, ajustándose a los criterios técnicos evaluados por esta Autoridad Ambiental.

Que, en ese sentido, la intervención propuesta contempla la construcción de un muro de protección y estabilización mediante geoesteras y geocontenedores (mega bolsas), con una longitud aproximada de ochenta (80) metros, ancho de dieciséis punto cuarenta y tres (16,43) metros y altura aproximada de ocho punto cuatro (8,4) metros, localizado sobre la margen izquierda del río Magdalena, en el predio denominado “Lote Los Lagos B”, identificado con matrícula inmobiliaria No. 202-28407, de propiedad de la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, específicamente en el tramo comprendido entre las coordenadas planas con origen Bogotá – Magna Sirgas X: 823097 y Y: 733061 (inicio de obra) y X: 823027 y Y: 733093 (fin de obra), a una altitud promedio de 724 m.s.n.m., en jurisdicción de la vereda La Cañada, municipio de El Agrado – Huila, lo que permite identificar con precisión el área objeto de ocupación del cauce y delimitar espacialmente el alcance de la intervención autorizada.

Que, de acuerdo con lo concluido en el Informe de Visita y Concepto Técnico No. 656 del 14 de mayo de 2026, y teniendo en cuenta que los diseños y especificaciones técnicas presentadas cumplen con los criterios exigidos para este tipo de obras de protección, el Despacho considera que la intervención proyectada resulta técnicamente viable, en la medida en que su ejecución se encuentra orientada a mitigar procesos erosivos existentes

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

y garantizar condiciones de estabilidad del talud, sin generar afectaciones significativas adicionales sobre los recursos naturales asociados.

Que, en virtud de lo anterior, se estima procedente otorgar el Permiso de Ocupación de Cauce, Playas y Lechos a favor de la persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.**, identificada con NIT. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, para la ejecución de una obra de protección y estabilización de talud mediante muro conformado con geoesteras y geocontenedores (mega bolsas) sobre la margen izquierda del río Magdalena, en el sector antes descrito.

Que, en consecuencia, y atendiendo a que la intervención proyectada se enmarca dentro de los parámetros técnicos y ambientales evaluados, y que no se evidencian incompatibilidades con la conservación del recurso hídrico ni con la estabilidad del área objeto de intervención, el Despacho considera jurídicamente procedente autorizar la ocupación solicitada, sujeta al cumplimiento de las condiciones, obligaciones y medidas de manejo ambiental que se establecerán en el presente acto administrativo.

Que, en mérito de lo expuesto, la Dirección Territorial Centro de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM,

### RESUELVE

**ARTÍCULO PRIMERO. – OTORGAR** a favor de la persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.**, identificada con NIT. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, **PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE, PLAYAS Y/O LECHOS**, para llevar a cabo la ejecución de una obra de protección y estabilización de talud mediante la implementación de geoesteras y geocontenedores (mega bolsas), destinada al control de procesos erosivos identificados sobre la margen izquierda del río Magdalena, en la vereda La Cañada en jurisdicción rural del municipio de El Agrado – Huila, la cual ostenta las siguientes especificaciones técnicas y constructivas:

**Tabla No. 1.** Especificaciones técnicas de la obra autorizada.

Ítem	Descripción técnica
Tipo de obra	Muro de protección y estabilización de talud mediante geoesteras y geocontenedores (mega bolsas)
Finalidad de la obra	Control de erosión y estabilización del talud localizado en la zona de confluencia entre el río Suaza y el río Magdalena

<b>Carácter de la intervención</b>	Obra de protección hidráulica y estabilización geomorfológica
<b>Sistema constructivo</b>	Implementación de geoesteras y geocontenedores (mega bolsas)
<b>Longitud aproximada de la obra</b>	80 metros
<b>Ancho aproximado de la estructura</b>	16,43 metros
<b>Altura aproximada</b>	8,4 metros
<b>Fuente hídrica intervenida</b>	Río Magdalena – margen izquierda
<b>Zona de intervención</b>	Sector La Cañada
<b>Predio asociado</b>	Lote Los Lagos B
<b>Matrícula inmobiliaria</b>	No. 202-28407
<b>Titular del predio</b>	ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.
<b>Coordenadas inicio de obra</b>	X: 823097 – Y: 733061
<b>Coordenadas fin de obra</b>	X: 823027 – Y: 733093
<b>Sistema de coordenadas</b>	Bogotá – Magna Sirgas
<b>Altitud promedio</b>	724 m.s.n.m.
<b>Localización</b>	Vereda La Cañada, municipio de El Agrado – Huila
<b>Objetivo técnico</b>	Mitigar procesos erosivos y reducir riesgos de inestabilidad del talud asociados a la dinámica fluvial
<b>Condición de ejecución</b>	La obra deberá ejecutarse conforme a los diseños, estudios y especificaciones técnicas evaluadas y aprobadas por la CAM
<b>Condición ambiental</b>	La intervención deberá garantizar la minimización de impactos sobre el recurso hídrico y la estabilidad del área intervenida

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Informe de Visita y Concepto Técnico No. 656 de fecha 14 de mayo de 2026.

**PARÁGRAFO PRIMERO.** Las presentes especificaciones técnicas corresponden a las evaluadas y aprobadas por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, y deberán ejecutarse estrictamente conforme a los diseños presentados, sin exceder las dimensiones, localización ni alcances aquí establecidos.

**PARÁGRAFO SEGUNDO.** Este permiso se otorga con fundamento en las consideraciones enunciadas en la parte motiva del presente acto administrativo y en el Informe de Visita y

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

Concepto Técnico No. 656 de fecha 14 de mayo de 2026, el cual hace parte íntegra del mismo y cuyas disposiciones estipuladas son de obligatorio cumplimiento.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** – La obra objeto del presente permiso se localizará sobre la margen izquierda del río Magdalena, en la zona de confluencia con el río Suaza, específicamente en el sector denominado La Cañada, jurisdicción de la vereda La Cañada, municipio de El Agrado – Huila, dentro del predio denominado “Lote Los Lagos B”, identificado con matrícula inmobiliaria No. 202-28407, comprendiendo el tramo delimitado entre las coordenadas planas con origen Bogotá – Magna Sirgas X: 823097 y Y: 733061 (inicio de obra) y X: 823027 y Y: 733093 (fin de obra), a una altitud promedio de 724 m.s.n.m.

**PARÁGRAFO PRIMERO.** La obra autorizada deberá ejecutarse exclusivamente dentro del área y coordenadas señaladas en el artículo primero del presente acto administrativo, correspondientes al sector objeto de intervención sobre la margen izquierda del río Magdalena, debiendo el titular del permiso implementar todas las medidas técnicas, preventivas y de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar y minimizar los impactos que puedan derivarse de la ejecución de las actividades autorizadas.

**PARÁGRAFO SEGUNDO.** Las afectaciones, intervenciones o impactos generados con ocasión de la ejecución de la obra deberán desarrollarse bajo el estricto cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, así como de las obligaciones, condiciones técnicas, medidas de manejo y demás disposiciones establecidas en el presente acto administrativo, sin perjuicio de la obtención y cumplimiento de las demás autorizaciones, permisos o instrumentos ambientales que resulten aplicables conforme al ordenamiento jurídico vigente.

**ARTÍCULO TERCERO.** – El presente permiso se otorga por el término de UN (01) AÑO, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

**ARTÍCULO CUARTO.** – Como medida de compensación por el uso, aprovechamiento y/o afectación del sitio intervenido con ocasión de la ocupación de cauce, considerando los impactos que puedan generarse sobre los recursos físicos y biológicos asociados al área objeto de intervención, la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, deberá realizar la entrega a la Dirección Territorial Centro de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, de los siguientes elementos destinados al fortalecimiento de estrategias institucionales de educación ambiental, restauración ecológica y conservación de los recursos naturales en jurisdicción de la Territorial Centro:

- a) **CUATROCIENTOS (400)** kits de educación ambiental “*Aprendamos con Magolo a ser Opita de corazón*”, cada uno compuesto por: cartilla educativa, caja de colores

de doce (12) unidades y bolso tipo tula deportiva. Para tal efecto, el modelo base de la cartilla será suministrado por esta Autoridad Ambiental en formato PDF, con el fin de incorporar los ajustes correspondientes relacionados con la imagen institucional o publicidad del titular del permiso.



- b) **QUINIENTOS (500)** árboles forestales de especies nativas, tales como Ocobo, Chicalá, Gualanday y Cedro Rosado, con altura aproximada entre 0,30 m y 0,40 m, bolsa calibre 2, estado fitosanitario óptimo, vigorosos y aptos para establecimiento, los cuales deberán ser entregados en las instalaciones de la Dirección Territorial Centro de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, ubicadas en la Calle 8 No. 1–30 Este, barrio Independencia del municipio de Garzón – Huila.

**PARÁGRAFO PRIMERO.** El término establecido para el cumplimiento de la medida compensatoria relacionada en el presente artículo será de **SEIS (06) MESES**, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo. Dentro de los **primeros dos (02) meses** del término otorgado, el titular del permiso deberá informar al Despacho fecha y hora para adelantar la concertación correspondiente respecto a las especificaciones finales del material educativo y coordinar los aspectos logísticos necesarios para el cumplimiento oportuno de la presente obligación.

**PARÁGRAFO SEGUNDO.** En caso de requerir prórroga para dar cumplimiento a la medida compensatoria descrita, la persona jurídica **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, en

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

calidad de titular del presente permiso, deberá solicitarla con una antelación mínima de **VEINTE (20) DÍAS** al vencimiento del término inicialmente otorgado, exponiendo por escrito las razones que sustentan la solicitud a través de los canales oficiales autorizados por esta Corporación.

**PARÁGRAFO TERCERO.** Los elementos objeto de la presente medida compensatoria deberán entregarse en óptimas condiciones de calidad, nuevos, sin uso previo y cumpliendo las especificaciones técnicas aquí descritas, dejando constancia escrita de su entrega y recepción por parte de la Dirección Territorial Centro – DTC, para efectos de verificación del cumplimiento de la obligación impuesta mediante el presente acto administrativo.

**ARTÍCULO QUINTO.** – Se realizará una (01) visita de seguimiento durante la vigencia del permiso en cuestión, en donde se evaluará el cumplimiento de las obligaciones aquí estipuladas, así como la necesidad de efectuar una nueva visita.

**ARTICULO SEXTO.** – La persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.**, identificada con NIT. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, en su calidad de titular del presente permiso, deberá realizar una disposición final adecuada de los Residuos de Construcción y Demolición RCD, disponiéndolos en sitio autorizado para tal fin, en cumplimiento de las disposiciones normativas de la Resolución No. 0472 del 28 de febrero de 2017 Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición –RCD y se dictan otras disposiciones.

**ARTÍCULO SÉPTIMO.** – La persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.**, identificada con NIT. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, en su calidad de titular del presente permiso, deberá dar obligatorio cumplimiento a los siguientes aspectos:

1. Deberá realizar una disposición y conformación adecuada de los materiales de excavación y dejar el sitio intervenido en las mismas condiciones naturales anteriores, con el fin de garantizar la conservación de la dinámica natural, la geoforma y el patrón de drenaje del drenaje natural.
2. Durante la ejecución de la obra, deberá prevenir el aporte de sedimentos, grasas y aceites evitando el deterioro de la calidad de recurso hídrico. Prohibir el lavado de equipos y maquinaria en la fuente hídrica y reutilizar al máximo los materiales de obra como formaletas, maderas, etc., que sean susceptibles de utilizar. Una vez finalice las obras de construcción, las zonas intervenidas deben entregarse restauradas, libre de basuras, escombros, materiales o cualquier tipo de desechos que se encuentre sobre los taludes o cauce de la fuente hídrica intervenida.


	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

3. Los materiales de construcción que demande la obra para su construcción, deberán provenir de zonas amparadas por un título minero y licencia ambiental expedidas por las autoridades competentes.
4. En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de las obras sobre el drenaje natural, será obligación del beneficiario del permiso de ocupación de cauce, redimir los impases ocurridos, indicando claramente que los incumplimientos de las acciones aquí dispuestas son de obligatorio cumplimiento.
5. Se deberá tener especial cuidado con las líneas de acueducto y gas que puedan encontrarse en el desarrollo de las obras, a fin de evitar daños sobre las mismas y afectaciones a la comunidad.
6. De ser necesario la tala de elementos forestales se deberán tramitar los respectivos permisos de aprovechamiento, previo al inicio de las obras.
7. Deberá implementar señales informativas sobre el cruce de fauna silvestre en la vía, cercano al sitio intervenido, con el propósito de alertar a los conductores sobre la presencia potencial de fauna silvestre en cercanías de la vía, para prevenir el atropellamiento de especímenes de fauna silvestre.
8. En el momento de presentarse alguna afectación de tipo ambiental o a terceros por la construcción de la obra autorizada, será obligación de la persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.**, identificada con NIT. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, como titular y beneficiaria del permiso presente permiso, de redimir los impases ocurridos, indicando claramente que las disposiciones aquí establecidas son de obligatorio cumplimiento.
9. Deberá organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con las condiciones establecidas en la normatividad ambiental vigente y así evitar, minimizar y controlar los impactos ambientales generados por las obras.
10. Los permisos, concesiones y/o autorizaciones ambientales que se requieran para la construcción de las obras de ocupación de cauce, deberán solicitarse con anterioridad y obtenerlos antes de iniciar las mismas.
11. La Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa el componente estructural, presupuestal, estabilidad, proceso constructivo, materiales utilizados para la construcción de la obra autorizada, por consiguiente, esta responsabilidad recae en los diseñadores, constructor y ejecutor del proyecto.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

12. La persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**, identificada con NIT No. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, deberá establecer e implementar un programa de mantenimiento, monitoreo y seguimiento integral a la infraestructura autorizada mediante el presente permiso de ocupación de cauce, con el propósito de adoptar oportunamente las medidas preventivas, correctivas y de mitigación necesarias que garanticen la funcionalidad y estabilidad de la obra durante su vida útil.
13. Deberá implementar un programa periódico de mantenimiento del sector intervenido, orientado a conservar las condiciones técnicas y funcionales de la obra autorizada, garantizando el cumplimiento del objeto para el cual fue otorgado el presente permiso de ocupación de cauce.
14. La ejecución de las obras autorizadas deberá ajustarse estrictamente a los procesos constructivos definidos en los diseños aprobados y a las recomendaciones técnicas contenidas en los estudios que sirvieron de soporte para el otorgamiento del presente permiso, siendo responsabilidad del contratista, diseñador y ejecutor garantizar que cada fase constructiva se desarrolle conforme a dichos lineamientos y a la normatividad aplicable.
15. Todas las actividades descritas dentro del proyecto autorizado, así como aquellas relacionadas con el mantenimiento y operación de la obra, deberán ejecutarse conforme a las recomendaciones contenidas en los documentos técnicos soporte del trámite, incluyendo el Protocolo de Mantenimiento y el Informe Geotécnico, o aquellos documentos que hagan sus veces, presentados dentro del expediente administrativo.
16. Previo a la ejecución de actividades de mantenimiento tales como limpieza, dragado, reparación o descolmatación, orientadas a conservar la funcionalidad de la obra autorizada, la persona jurídica titular del presente permiso deberá informar por escrito a la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM con una antelación no inferior a OCHO (08) DÍAS, allegando los soportes técnicos que justifiquen la necesidad del mantenimiento, así como el manejo, disposición y uso previsto para los materiales resultantes, conforme a la normatividad ambiental vigente.

**ARTÍCULO OCTAVO.** – Las indemnizaciones a que haya lugar por ejercicio de la servidumbre, así como las controversias que se susciten entre los interesados se regirán por las disposiciones del Código civil y de Procedimiento Civil.

	<b>RESOLUCIÓN LICENCIA Y/O PERMISO</b>	<b>Código:</b> F-CAM-110
		<b>Versión:</b> 9
		<b>Fecha:</b> 5 Jul 18

**ARTÍCULO NOVENO.** – La Corporación se reserva la facultad de revisar, modificar o revocar en cualquier momento el presente permiso cuando encontrare mérito para ello.

**ARTÍCULO DÉCIMO.** – El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a la imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2009, previo proceso sancionatorio adelantado por esta autoridad ambiental.


**ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO.** – Se advierte a la persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.**, identificada con NIT. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, que de realizar actividades que estén sujetas a permisos ambientales por parte de esta Corporación diferentes a las otorgadas dentro del presente, deberán tramitarlos y obtenerlos previo a la ejecución de los mismos, so pena de incurrir en contravención a la normatividad ambiental vigente al momento de su puesta en funcionamiento.

**ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO.** – Notificar en los términos del Artículo 67 y siguientes de la Ley 1437 de 2011, el contenido de la presente Resolución a la persona jurídica denominada **ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.**, identificada con NIT. 860.063.875-8, a través de su representante legal o quien haga sus veces, a la dirección autorizada, indicándole que contra ésta procede el recurso de reposición dentro de los diez (10) días hábiles siguientes a su notificación.

**ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO.** – La presente resolución rige a partir de su ejecutoria y requiere de su publicación en la página web de esta Corporación.

**NOTIFÍQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE**

  
**LESLYE YUBEY MUÑOZ POLANCO**  
 Directora Territorial Centro

Proyectó: MJ Salazar   
 Abogada DTC  
 Expediente: POC-00081-25