

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

## RESOLUCIÓN No. 589

11 de marzo de 2025

### POR LA CUAL SE OTORGA UN PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES (POC-00181-24)


La Directora Territorial Norte 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, Decreto Ley 2811 de 1974, la Resolución No. 4041 de diciembre 21 del 2017 modificada por la Resolución No. 104 de enero 21 del 2019, la Resolución No. 466 de febrero 28 del 2020, la Resolución No. 2747 de octubre 5 del 2022 y la Resolución No. 864 del 16 de abril de 2024, expedidas por la Dirección General de la CAM; de conformidad con el procedimiento establecido en el Decreto 1076 de 2015, y teniendo en cuenta lo siguiente,

#### ANTECEDENTES

Mediante escrito con radicado CAM No. 2024-E 24124 de fecha 22 de agosto de 2024, el MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, solicito a la Dirección Territorial Norte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, liquidación por servicio de evaluación para la obtención del permiso de cauce permanente para realizar la obra *“Intervención correctiva requeridas para mitigar el riesgo por inundaciones y socavación mediante la construcción de obras de contención en el sector urbano en la quebrada El Balso del municipio de Santa María departamento del Huila”*.

De acuerdo a lo anterior, la Dirección Territorial Norte mediante radicado CAM No. 2024-S 27263 de fecha 16 de septiembre de 2024, dio respuesta a la solicitud de liquidación por servicio de evaluación según la solicitud radicada en la Corporación bajo el No. 2024-E 24124 de fecha 22 de agosto de 2024. Adicionalmente, solicito hacer allegar los siguientes documentos:

- Certificado de uso de suelo expedido por la oficina de planeación municipal correspondiente con la vigencia del año en curso.
- Para los componentes hidrológicos e hidráulico deben soportarse documentalmente con sus respectivas memorias de cálculo y obras a construir de una manera clara, consecuente y anexar los archivos digitales correspondientes, en formato editables, tales como:
  - Registro histórico de estaciones hidrometeorológicas (.csv.txt\*.xls o \*.xlsx)
  - Área de drenaje al punto de cierre objeto de estudio, debidamente georreferenciada (plano cuenca), (.shp.kml\* o \*.dwg)
  - Hojas electrónicas de cálculo (\*.xls o \*.xlsx)

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

- Bases de datos (.csv.txt\* o \*.xls)
- Modelos hidrológicos e hidráulico
- Levantamiento topobatemétrico (\*.dwg) con la superficie sin explotar (Civil 3D)
- Planos y escalas conforme al Artículo 2.2.3.2.19.8. del decreto 1076 de 2015, sin duplicar ni triplicar, únicamente en físico y la misma versión en digital (\*.pdf y \*.dwg o proyectos GIS en formato editable \*.mxd con su respectiva geodatabase)
- Entre otros soportes digitales editables que permita la evaluación integral.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2024-E 31760 de fecha 28 de octubre de 2024, el MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, allego a esta Dirección la documentación requerida dentro del trámite de permiso de ocupación de playas, cauces y lechos para la obra *"Intervención correctiva requeridas para mitigar el riesgo por inundaciones y socavación mediante la construcción de obras de contención en el sector urbano en la quebrada El Balso del municipio de Santa María departamento del Huila"*.


En virtud de lo anterior, mediante oficio con radicado CAM No. 2024-S 32917 de fecha 7 de noviembre de 2024, esta Dirección Territorial requirió al MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3, hacer allegar la siguiente documentación para continuar el trámite del expediente POC-00181-24, los cuales se relacionan a continuación.

1. Presentar los planos con sus respectivas firmas, dado que los allegados no se encuentran firmados.
2. Plano de localización de la fuente hídrica en el área de influencia, en el cual se permita identificar la cartografía del municipio planchas IGAC, así mismo, la fuente hídrica en donde se realizará la ocupación. De acuerdo al artículo 2.3.2.19.8 del Decreto 1076 de 2015.
3. Adjuntar el COPNIA vigente de los profesionales quien realizo los diseños y las memorias de cálculos.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2024-E 33923 de fecha 18 de noviembre de 2024, el MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3, radica los siguientes documentos al trámite del permiso de ocupación de cauce dentro del expediente POC-00181-24, los cuales se relacionan a continuación:

- Planos con sus respectivas firmas
- Plano de localización de la fuente
- COPNIA vigente de los profesionales que realizaron los diseños.

Como corolario de lo anterior, la Dirección Territorial Norte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, analizando y evaluando la información presentada por el MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, dio inicio mediante Auto No. 0145 de fecha 20 de noviembre de 2024, a la solicitud del permiso de ocupación de cauce sobre la fuente hídrica

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

El Balso, en el punto con coordenadas X:816.958.3957 Y:832.648.4094 para realizar obras de contención, en el área urbana del municipio de Santa María – Huila.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2024-S 37201 de fecha 5 de diciembre de 2024, se notifica electrónicamente al MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, del auto de inicio del trámite POC-00181-24.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2024-E 36456 de fecha 11 de diciembre de 2024, el MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3, allega comprobante de pago por concepto de costos de seguimiento frente al trámite del permiso de ocupación de cauce con expediente POC-00181-24.

Que, a través del radicado CAM No. 2024-S 38374 de fecha 12 de diciembre de 2024, se solicitó al MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3, la fijación del aviso de la solicitud del trámite del permiso de ocupación de cauce con expediente POC-00181-24.

Con certificado de publicación web expedido el 18 de diciembre de 2024, el Outsourcing del área TIC de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, certifica que se realizó la respectiva publicación web del auto de inicio de trámite 0145 de 2024 para el permiso de ocupación de cauce, entre los días 3 de diciembre al 17 de diciembre de 2024, dentro del expediente POC-00181-24.

Que según constancia de publicación emitida por el secretario de la Dirección Territorial Norte entre los días 13 y 27 de diciembre de 2024 se realizó la fijación y desfijación del aviso en la cartelera de la Corporación, quedando debidamente publicado. Fueron inhábiles los días 14, 15, 21, 22 y 25 de diciembre de 2024.

Mediante memorando con radicado CAM No. 2024 – 2658 de fecha 20 de diciembre de 2024, esta Territorial solicito a la Subdirección de Regulación y calidad ambiental de la Corporación, apoyo para la evaluación de dos permisos de ocupación de cauce solicitado por el MUNICIPIO DE SANTA MARIA, en los componentes hidrológico, hidráulico y de riesgo dentro del expediente POC-00181-24.

Mediante escrito con radicado CAM No. 2024-E 38059 de fecha 27 de diciembre de 2024, el MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3, remite a esta Corporación constancia de fijación de fecha 12 de diciembre de 2024 del aviso del trámite de ocupación de cauce del expediente POC-00181-24 y constancia de desfijación de fecha 24 de diciembre de 2024.

Mediante memorando con radicado CAM No. 2024 2658 de fecha 5 de febrero de 2025, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la Corporación remite concepto técnico de apoyo a la solicitud de permiso de ocupación de cauces, playas y lechos presentado por el MUNICIPIO DE SANTA MARIA dentro del expediente POC-00181-24.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

En virtud de lo anterior, esta Territorial mediante oficio con radicado CAM No. 2025-S 2947 de fecha 6 de febrero de 2025, requiere al MUNICIPIO DE SANTA MARIA realice los ajustes correspondientes a la información relacionada con los componentes hidrológicos, hidráulicos y de riesgo.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2025-E 5311 de fecha 28 de febrero de 2025, el MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3, remite respuesta al requerimiento con radicado CAM No. 2025-S 2947 de fecha 6 de febrero de 2025.

Posteriormente, mediante memorando con radicado CAM No. 2025- 473 de fecha 04 de marzo de 2025, esta Territorial solicito a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental apoyo para la evaluación de la respuesta a los dos permisos de ocupación de cauce solicitado por el MUNICIPIO DE SANTA MARIA, en los componentes hidrológico, hidráulico y de riesgo, dentro de los expedientes POC-00181-24 y POC-00182-24.

Mediante memorando con radicado CAM No. 2025 – 515 de fecha 07 de marzo de 2025, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental remite concepto técnico del apoyo brindado en la solicitud de permiso de ocupación de cauces, playas y lechos presentado por el MUNICIPIO DE SANTA MARIA, dentro de los expedientes POC-00181-24 y POC-00182-24.

Que el día 30 de diciembre de 2024 se realizó visita de inspección ocular al casco urbano del municipio de Santa María – Huila, con el fin de evaluar las actividades y aspectos técnicos, en torno a la solicitud del Permiso de Ocupación de Playas, Cauces y Lechos, sobre la fuente hídrica El Balso, en el punto con coordenadas X:816.958.3957 Y:832.648.4094. Durante la práctica de la visita, y durante la elaboración del informe no se presentó ninguna oposición, por lo cual, se procedió a emitir el Concepto Técnico No. 5255 de fecha 30 de diciembre de 2024 – complementado el 07 de marzo de 2025 conforme a memorando No. 515 de 2025.

### CONSIDERACIONES

Que a fin de adoptar una decisión de fondo frente a la petición elevada, una vez verificada la información allegada por el interesado y emitido el concepto técnico, se tiene:

#### COMPETENCIA

Por mandato constitucional del Artículo 8, la protección del medio ambiente compete no solo al Estado sino también a todas las personas, estatuyéndose como obligación: *“Proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación”*. En igual sentido se establece en el numeral 8 del Artículo 95 de la Constitución Política, el deber que le asiste a toda persona de *“Proteger los recursos culturales y naturales del país y velar por la conservación de un ambiente sano”*.

Por su parte, los Artículos 79 y 80 de la Constitución Política, señalan la obligación del Estado de proteger la diversidad del ambiente, de prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental y el derecho de todas las personas de gozar de un ambiente sano, así

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

mismo velar por su conservación e igualmente consagra el deber correlativo de las personas y del ciudadano de proteger los recursos naturales de país.

Que el Decreto -Ley 2811 de 1974 por el cual se adoptó el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, establece en su Artículo 1° que el ambiente es patrimonio común, y que el Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, por ser de utilidad pública e interés social.

A su vez, el Artículo 51 ibídem estipula en torno al tema de los permisos que: *"El derecho de usar los recursos naturales renovables puede ser adquirido por ministerio de la ley, permiso, concesión y asociación."; de igual forma la precitada norma establece en su Artículo 52 que: "Los particulares pueden solicitar el otorgamiento del uso de cualquier recurso natural renovable de dominio público, salvo las excepciones legales o cuando estuviere reservado para un fin especial u otorgado a otra persona, o si el recurso se hubiere otorgado sin permiso de estudios, o cuando, por decisión fundada en conceptos técnicos, se hubiere declarado que el recurso no puede ser objeto de nuevos aprovechamientos..."*


Que así mismo, el Artículo 55 del ya citado Decreto-Ley dispone que: *"La duración del permiso será fijada de acuerdo con la naturaleza del recurso, de su disponibilidad de la necesidad de restricciones o limitaciones para su conservación y de la cuantía y clase de las inversiones, sin exceder de diez años. Los permisos por lapsos menores de diez años serán prorrogables siempre que no sobrepasen en total, el referido máximo"*.

En cuanto al tema de la ocupación de cauce, el Artículo 102 del Decreto -Ley 2811 de 1974, dispone *"Quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización"*.

Que el Artículo 132 ibídem ha previsto que sin permiso no se podrán alterar los cauces, y adicionalmente que se negará el permiso cuando la obra implique peligro para la colectividad, o para los recursos naturales, la seguridad interior o exterior o la soberanía Nacional.

Posteriormente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS, con el objetivo de compilar y relacionar las normas de carácter reglamentario que rigen en el sector y contar con un instrumento jurídico único para el mismo, expidió el Decreto 1076 de 2015, *"Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"*. Decreto que en su Parte 2, Título 3, Capítulo 2, Sección 12, desarrolla lo concerniente a la Ocupación de Playas, Cauces y Lechos, con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

Que el Artículo 2.2.3.2.12.1 de la precitada norma señala *"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 competente."* A su vez, el Artículo 2.2.3.2.19.2 ibídem indica *"Los beneficiarios de una concesión o permiso para el uso de aguas o el aprovechamiento de cauces, están obligados a presentar a La Corporación, para su estudio aprobación y registro, los planos de las obras necesarias para la captación, control, conducción, almacenamiento o distribución del caudal o el aprovechamiento del cauce."*

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Finalmente, el Artículo 4 de la Ley 1715 de 2014, modificado por el Artículo 3 de la Ley 2099 de 2021, dispone: "**ARTÍCULO 4. Declaratoria de utilidad pública e interés social. La promoción, estímulo e incentivo al desarrollo de las actividades de producción, utilización, almacenamiento, administración, operación y mantenimiento de las fuentes no convencionales de energía principalmente aquellas de carácter renovable, así como el uso eficiente de la energía, se declaran como un asunto de utilidad pública e interés social, público y de conveniencia nacional, fundamental para asegurar la diversificación del abastecimiento energético pleno y oportuno, la competitividad de la economía colombiana, la protección del ambiente, el uso eficiente de la energía y la preservación y conservación de los recursos naturales renovables. Esta calificación de utilidad pública o interés social tendrá los efectos oportunos para su primacía en todo lo referente a ordenamiento del territorio, urbanismo, planificación ambiental, fomento económico, valoración positiva en los procedimientos administrativos de concurrencia y selección, y de expropiación forzosa**".

Ahora bien, tal y como lo establece el artículo 31 de la Ley 99 de 1993, corresponde a las autoridades ambientales regionales, entre otras, ejercer la función de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, de acuerdo con las normas de carácter superior, así como otorgar concesiones, permisos, autorizaciones y licencias ambientales requeridas por la Ley para el uso, aprovechamiento o movilización de los recursos naturales renovables o para el desarrollo de actividades que afecten o puedan afectar el medio ambiente. Otorgar permisos y concesiones para aprovechamientos forestales, concesiones para el uso de aguas superficiales y subterráneas y establecer vedas para la caza y pesca deportiva; entre otros.

Que la Dirección General de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena, a través de la Resolución 4041 de 2017, modificada por la Resolución No. 104 de 2019, la Resolución No. 466 de 2020, la Resolución No. 2747 de 2022 y la Resolución No. 864 de 2024, delegó en los Directores Territoriales, las funciones inherentes al trámite y otorgamiento o negación de las licencias, permisos, autorizaciones, planes e instrumentos ambientales, imposición de medidas preventivas, y la decisión de procedimiento sancionatorio ambientales.


En este orden y con fundamento en los preceptos normativos descritos en líneas anteriores, es posible concluir que esta Dirección Territorial Norte es competente para conocer de la solicitud del Permiso de Ocupación de Playas, Cauces y Lechos, sobre la fuente hídrica El Balso, en el punto con coordenadas X:816.958.3957 Y:832.648.4094.

### CONCEPTO TÉCNICO

Que a fin de adoptar la determinación procedente frente a la petición elevada, se emitió concepto técnico No. 5255 de fecha 30 de diciembre de 2024 – complementado el 07 de marzo de 2025 conforme a memorando No. 515 2025, en el que se indica:


"(...)

2. **ACTIVIDADES REALIZADAS Y ASPECTOS TÉCNICOS EVALUADOS**  
→ **REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN**

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Se realiza revisión de la documentación, conforme la lista de requisitos mínimos para la solicitud de permiso de ocupación de playas, cauces y lechos, F-CAM-249. Versión 6. Diciembre 4 de 2024:

DOCUMENTOS QUE DEBE ANEXAR	OBSERVACIONES
Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces, Playas y Lechos, debidamente diligenciado y firmado por cada uno del(os) solicitante(s); adjuntando el soporte de pago de la liquidación de los costos de evaluación y el No. del radicado del aplicativo VITAL de la solicitud del permiso.	El municipio de Santa María presenta Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces, diligenciado y firmado.
Anexa el soporte de pago por servicio de evaluación junto con el No. del radicado del aplicativo VITAL (costos de evaluación).	El municipio de Santa María presenta soporte de pago por servicios de evaluación, comprobante de transacción No. 57186238 de Davivienda.
Fotocopia de cédula de ciudadanía de cada uno del(os) solicitantes(s).	El municipio de Santa María presenta Registro Vital No. 4900891180076324002 del 18/10/2024
<i>Documentos que acrediten personería jurídica del(os) solicitante(s):</i>	
Persona Jurídica - Sociedades: Certificado de existencia y representación legal con fecha de expedición no superior de tres (3) meses. (RUT y/o Certificado de Cámara de Comercio)	El municipio de Santa María presenta RUT, acta de posesión del 30/12/2023.
Fotocopia de cédula de ciudadanía del(os) representante(s) legal(es).	El municipio de Santa María presenta copia de la cedula de la representante legal, señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No.55.115.896 expedida en Santa María - Huila
Juntas de Acción Comunal: Certificado de existencia y representación legal con fecha de expedición no superior de tres (3) meses. (RUT y/o Certificado de Cámara de Comercio)	NA
Personería jurídica y/o Certificación e inscripción de dignatarios (expedida por la Gobernación)	NA
Fotocopia de cédula de ciudadanía del(os) representante(s) legal(es).	NA
Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado.	NA
<i>Documentos que acrediten la calidad del solicitante frente al predio</i>	
En caso de actuar como propietario: Certificado de libertad y tradición (fecha de expedición no superior a 3 meses)	NA
En caso de actuar como tenedor: Copia del documento que lo acredite como tal (contrato de arrendamiento, comodato) y autorización	NA

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

del propietario o poseedor para adelantar el trámite respectivo.	
En caso de actuar como Poseedor: Manifestación escrita y firmada de tal calidad, acompañada de dos declaraciones extrajuicio.	NA
Permisos de Servidumbre (cuando se trate de proyectos lineales - líneas eléctricas, oleoductos, Vías)	El municipio de Santa María presenta acta de audiencia pública proceso verbal abreviado del 08/03/2023, de acuerdo al cual se permite el ingreso para el desarrollo del proyecto, de la Inspección de Policía de Santa María.
Poder debidamente otorgado, cuando actúe como apoderado	NA
<b>Documentos técnicos</b>	
Descripción del proyecto a ejecutar y de las obras o actividades que requieren la ocupación del cauce (etapa de inicio, ejecución y abandono). En medio físico y magnético.	El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31760 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33923 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.
<b>Planos indicando:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ubicación de la obra sobre la cuenca hidrográfica y la fuente hídrica a intervenir</li> <li>2. Topobatemetría a detalle del tramo y llanura de inundación del cauce a intervenir</li> <li>3. Detalle hidráulico con dimensiones de la obra y su implantación con vista en planta, transversal y longitudinal</li> <li>4. Detalle hidráulico del cauce y socavación (láminas de agua y profundidades de socavación en el sitio de la obra)</li> <li>5. Detalle estructural de la obra</li> </ol> <p>Los planos aquí indicados deben presentarse conforme a lo establecido en el artículo 2.2.3.2.19.8 del Decreto 1076 de 2015, además firmados por el profesional idóneo (Artículo 2.2.3.2.19.15, Decreto 1076 de 2015), en digital (*pdf y *dwg o proyectos GIS en formato editable *mxd con su respectiva geodatabase) y en físico.</p>	El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31760 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33923 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.
Estudio hidrológico, hidráulico y de socavación (cuando aplique, ver Nota1). Las obras hidráulicas de las vías y demás infraestructura de transporte deben dar cumplimiento a los lineamientos la Guía técnica de criterios para el acotamiento de	El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31760 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33923 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.






## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

<p>las rondas hídricas en Colombia (MADS, 2018), con respecto a que la velocidad no debe superar el 10% y la lámina de agua no debe superar 30 cm, con respecto a las condiciones actuales. Los estudios aquí indicados deben presentarse con sus respectivos anexos y memorias de cálculo (ver Nota2)</p> <p>Nota1: No se requiere estudio de socavación cuando sean obras de tipo fusible tales como gaviones, bolsacretos, etc.</p> <p>Nota2: Para una correcta evaluación, el desarrollo de los componentes hidrológico e hidráulico deben soportarse documentalmente con sus respectivas memorias de cálculo y obras a construir de una manera clara, consecuyente y anexar los archivos digitales correspondientes, en formato editable, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro histórico de estaciones hidrometeorológicas (.csv.txt*.xls)</li> <li>• Área de drenaje al punto de cierre objeto de estudio, debidamente georreferenciada (plano de la cuenca), (.shp .kml* o *.dwg)</li> <li>• Hojas electrónicas de cálculo (*.xls o *.xlsx)</li> <li>• Modelos hidrológico e hidráulico</li> <li>• Otros soportes digitales editables que permita la evaluación integral.</li> </ul>	
<p>Informe de Topobatimetría, con sus respectivos anexos que incluya el levantamiento (*.dwg) con la superficie sin explotar (Civil 3D)</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31760 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33923 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.</p>
<p>Informe de diseño estructural, con sus respectivos anexos y memoria de cálculo.</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31760 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33923 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025 la documentación técnica en medio físico y magnético.</p>
<p>Tarjeta profesional y memorial de responsabilidad del o los profesionales que acreditan los estudios presentados.</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31760 del 28 de octubre de 2024, 2024-E 33923 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025, certificados COPNIA y memoriales de responsabilidad de los profesionales.</p>
<p>Certificado de vigencia de la tarjeta profesional no mayor a tres meses de</p>	<p>El municipio de Santa María presenta mediante los radicados No. 2024-E 31760 del</p>

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

<i>expedido, por el Concejo Profesional de Ingeniería (COPNIA)</i>	<i>28 de octubre de 2024, 2024-E 33923 del 18 de noviembre de 2024 y 2025-E 5311 del 28 de febrero de 2025, certificados CÓNIA de los profesionales, de acuerdo a los cuales las matriculas se encuentran vigentes.</i>
<i>Otros Documentos</i>	
<i>Certificado de uso de suelo expedido por la oficina de Planeación municipal correspondiente, vigencia del año en curso, del proyecto y la zona donde se ubicará la obra objeto de ocupación.</i>	<i>El municipio de Santa María presenta certificado del 24 de septiembre de 2024, emitido por el Secretario de Planeación, Obras Públicas e Infraestructura de Santa María.</i>

→ **OBSERVACIÓN SOBRE EL TERRENO Y UBICACIÓN**


*El día 30 de diciembre del 2024, tal como se había programado, se realizó el desplazamiento hasta el punto objeto de ocupación, guiado por el Ingeniero Oscar Andrés Gonzales, ingeniero delegado del Consorcio Santa María 2022, ubicado en las coordenadas X: 816.958.3957 Y: 832.648.4094 del casco urbano en el municipio de Santa María Huila, con el propósito de evaluar la solicitud de permiso de ocupación de cauce para el proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA".*

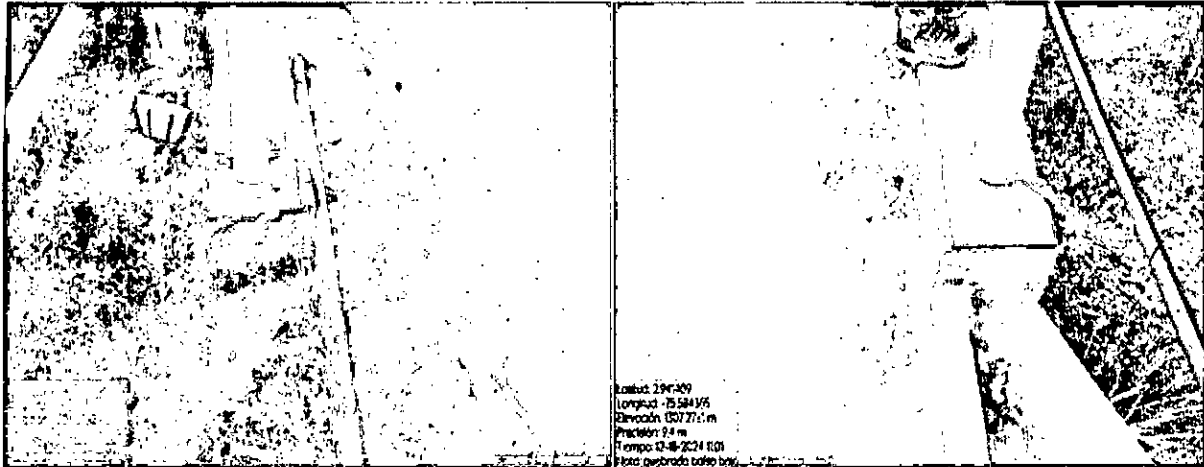
*Durante la visita se realiza inspección de ocular de la zona, observando la fuente hídrica que se encuentra ligada al trámite de ocupación de cauce y del mismo modo se observa dónde estará ubicada la infraestructura mencionada en la solicitud del permiso:*

- En el punto de coordenadas mencionado, se observa que pasa un cuerpo hídrico denominado según la base de datos de la Corporación como Quebrada El Balso, donde se evidencia a la hora de la visita poca afluencia de caudal. Dentro de las obras proyectadas están dos mallas de barrera contra detritos ubicadas aguas arriba del punto inicial de la canalización proyectada.*

*(...imagen)*

- Es de mencionar que durante la visita se observó que existe ya construido un Box Culvert sobre la Carrera 8 con Calle 15, hecho aproximadamente hace 3 años, debido a emergencia de inundación. Dicho Box Culvert será parte del canal que se tiene proyectado sobre la Fuente El Balso y no será intervenido, sin embargo, se realizará una malla de contención anclada en la zona del Box Culvert aguas abajo en la margen izquierda, para evitar erosión y socavación.*

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18




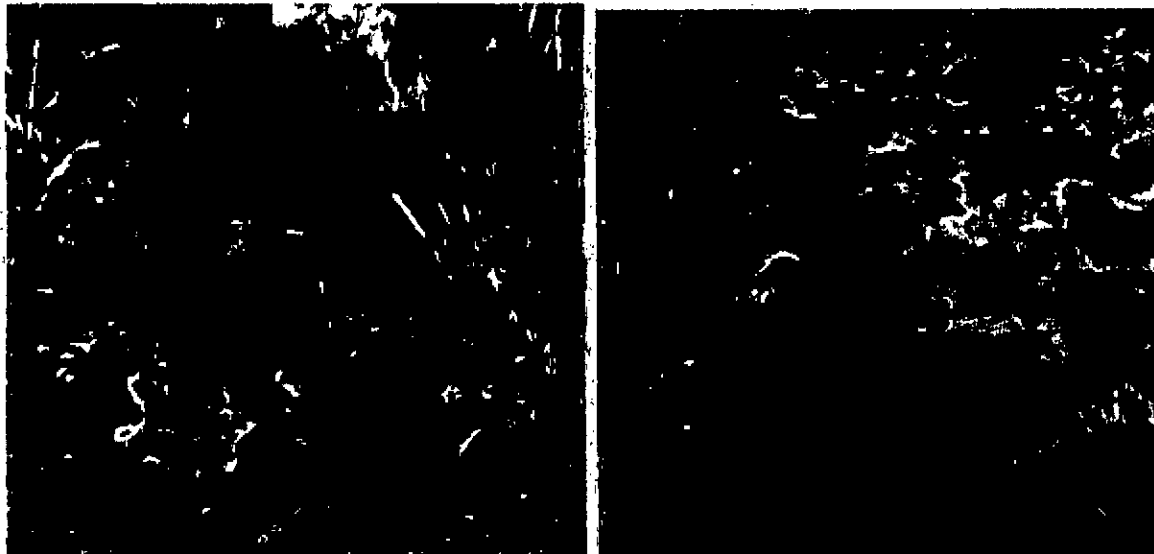
*Imagen 5 y 6. Ubicación del Box Culvert construido.*



*Imagen 7. Box Culvert existente*

- *Es de mencionar que durante la visita se observó que aún no se han iniciado las obras solicitadas por el municipio de Santa María, que se tienen proyectadas en las coordenadas de inicio 832410N - 817266W, hasta las coordenadas final 832522N 817046W con desembocadura en el Rio Baché, por tanto, el ingeniero, informa que para la intervención en dicho cauce se está adelantando el presente permiso ante la Autoridad Ambiental.*

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18



*Imagen 8 y 9. Punto de desembocadura de la Fuente El Balso*

*El sitio de ocupación, en donde se construirá según la información allegada por el solicitante y afirmada durante la visita "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA", estará ubicado sobre la fuente hídrica El Balso del casco urbano en jurisdicción del Municipio de Santa María (H), donde se tomó el registro fotográfico y coordenadas, ubicándolo de la siguiente manera:*

Punto	FUENTE HIDRICA	Municipio Santa María	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
<i>Inicial canalización</i>	<i>El Balso</i>	<i>Casco Urbano</i>	832410	817266
<i>Final canalización</i>	<i>El Balso</i>	<i>Casco Urbano</i>	832522	817046
<i>Malla 1</i>	<i>El Balso</i>	<i>Casco Urbano</i>	832566	816999
<i>Malla 2</i>	<i>El Balso</i>	<i>Casco Urbano</i>	832630	816962

*TABLA No. 1 Coordenadas planas tomadas en campo sobre el punto de intervención*

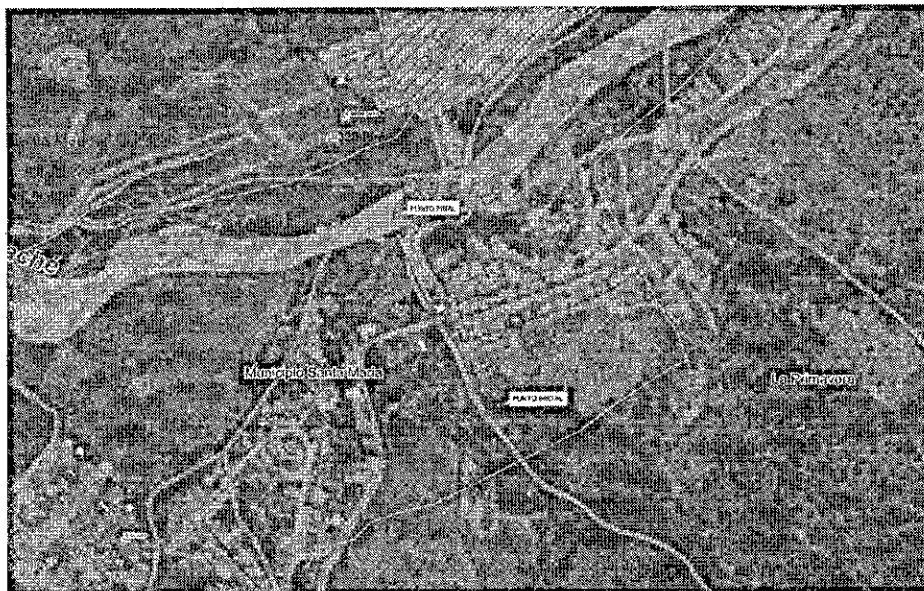
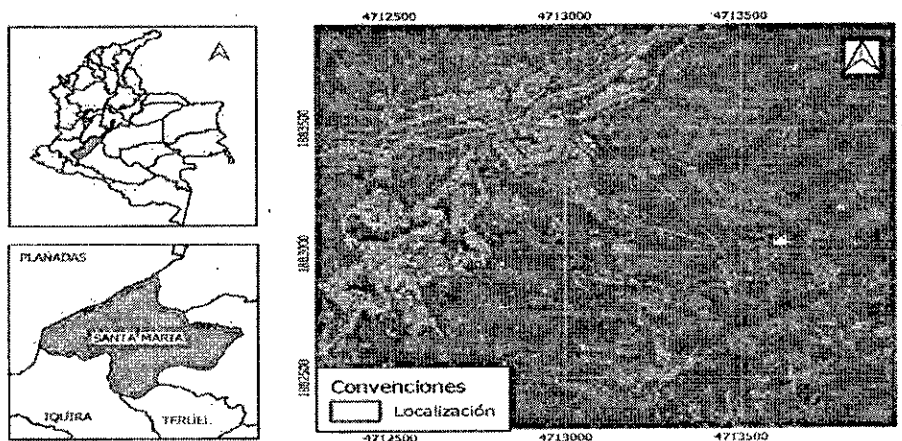


Imagen 7. Ubicación geográfica del punto a intervenir – coordenadas tomadas en campo –  
Fuente: Google Earth

Según la información suministrada por la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA a través de su representante legal la señora VIANCY CAROLINA GARCIA, el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA, EN LAS COORDENADAS X: 816.958.3957 Y: 832.648.4094"; está proyectado a realizarse de la siguiente manera, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y estudios realizados a la fuente hídrica allegados por el solicitante, del permiso:

**3. LOCALIZACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

El área de estudio se encuentra localizada sobre el casco urbano del municipio de Santa María (departamento del Huila) en las inmediaciones a las quebradas El Balso y Sur Gas, en la ilustración 1 se detalla su ubicación.



8. Localización del área de estudio.

**4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS PROYECTADAS**

- **Excavación, limpieza y corte de material**

Movimiento de tierras en volúmenes grandes por medios mecánicos, necesarios para la ejecución de las actividades de construcción de muros y canal. Incluye el corte, carga y retiro de sobrantes. Los sobrantes se depositarán únicamente en los botaderos autorizados por la entidad competente del Municipio. La excavación y perfilado del terreno para implantación del canal se realizará manejando un talud de corte de 60° en ambos costados del cauce.

- **Mallas contra el flujo de detritos**

Se instalarán dos (2) mallas en la parte alta de la quebrada El Balso con el objetivo de retener el flujo de detritos. La primera malla estará ubicada en la abscisa K0+020, mientras que la segunda se colocará en la abscisa K0+095. En la Ilustración 80 se muestra la ubicación de estas barreras en la quebrada El Balso.

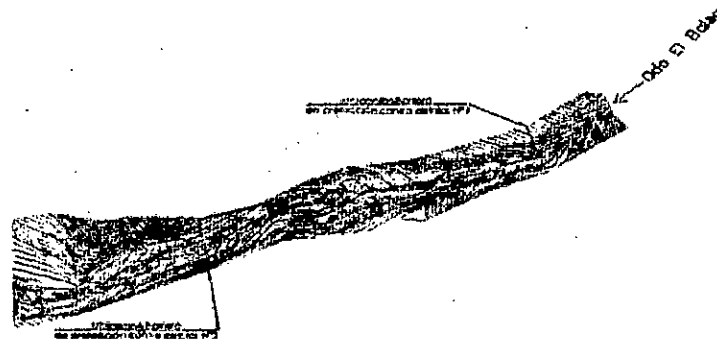


Imagen 9. Plano de ubicación barrera contra el flujo de detritos.

En la ilustración 81 e ilustración 82 se puede observar en detalle tipo de la barrera la cual se dispondrá en este proyecto con el fin de evitar el flujo de detritos hacia la parte baja de la quebrada, evitando así posibles daños en el canal rectangular a construir.

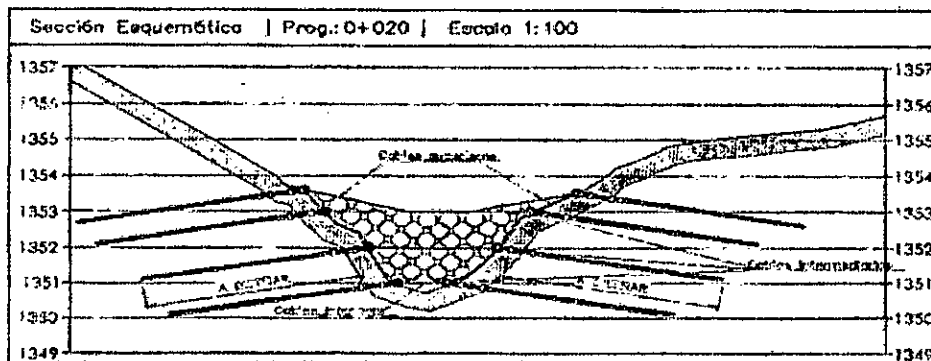


Ilustración 81. Detalle Barrera 0+020  
Fuente: Maccaferri, 2024

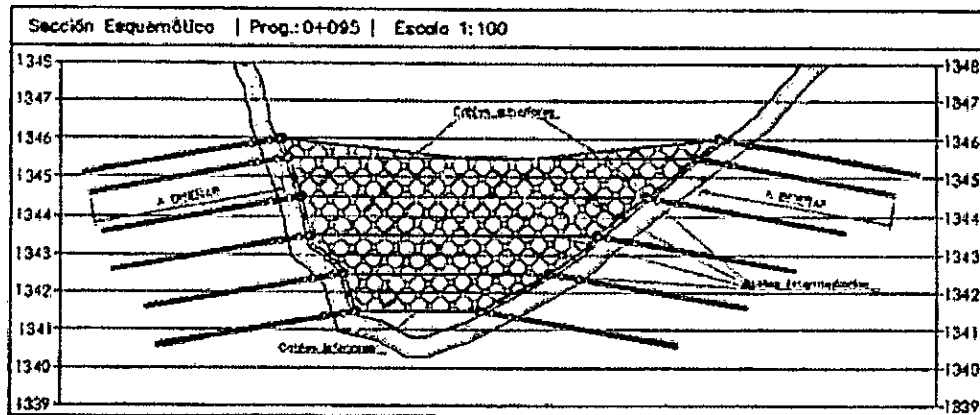


Ilustración 82. Detalle Barrera 0+095  
Fuente: Maccaferri, 2024

- Canal rectangular 3.5 x 2  
Tramo 1

El tramo 1 corresponde a las abscisas K0+150-K0+275, donde el canal llega hasta la carrera 9 y entrega a el box culvert existente.

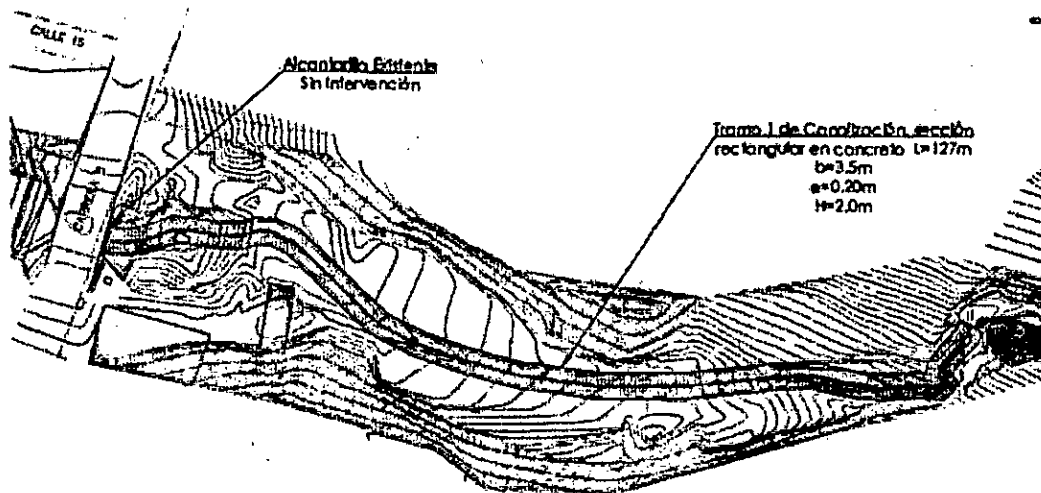

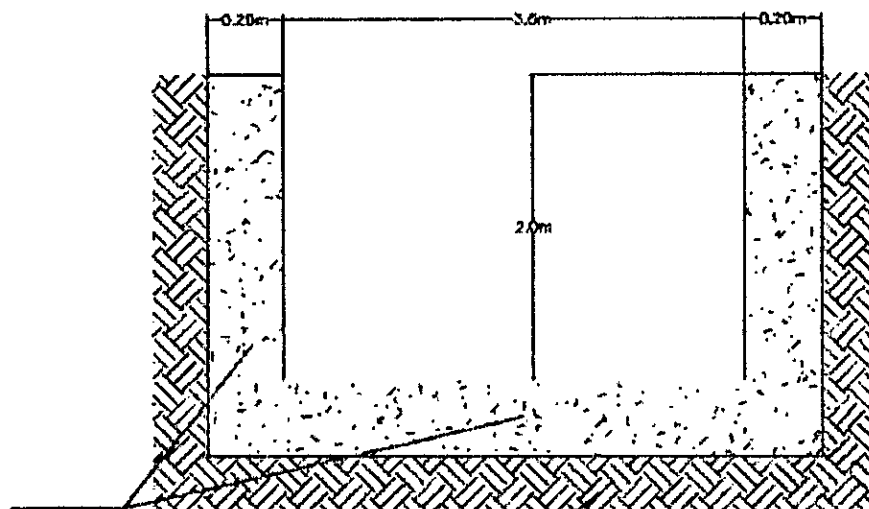


Ilustración 83. Ubicación del tramo 1, quebrada El Balso  
Fuente: Girmava SAS, 2024

Se propone la construcción de un canal de sección cuadrada en concreto de 28 MPa de 3.5 m de base x 2.0 m de altura el cual cumplirá la función de direccionar y transportar las aguas Lluvias y servidas. En la ilustración 84 se pudo observar un pre-dimensionamiento de canal a construir.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18



Concreto Clase D  
 $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

**Terreno**

**DETALLE CUNETAS RECTANGULAR TIPO 2**

Ilustración 84. Detalle cuneta rectangular 3.5 x 2.0 m

Fuente: Girmava SAS, 2024

**Tramo 2**

El tramo 2 abarca las abscisas K0+290 a K0+387, siendo una extensión del tramo 1 tras el cruce de la quebrada por la carrera 8, como se muestra en la ilustración 85.

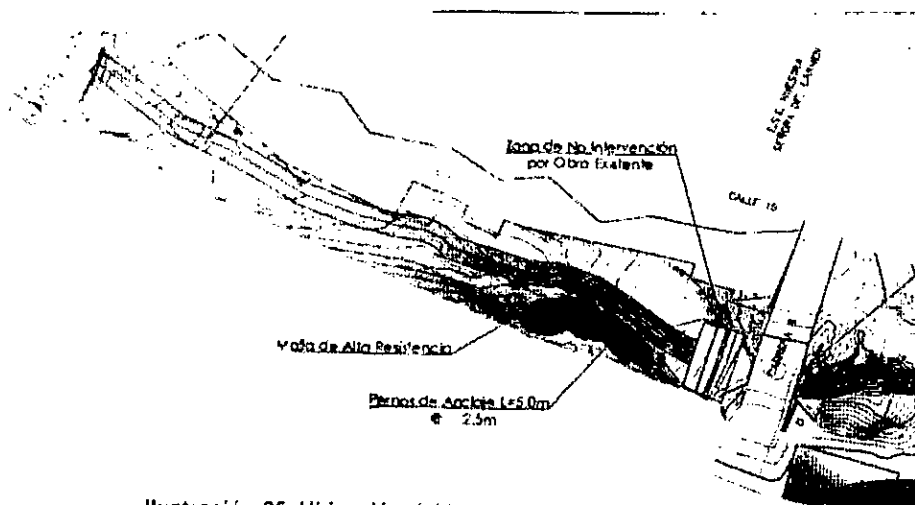


Ilustración 85. Ubicación del tramo 2, quebrada El Balso

Fuente: Girmava SAS, 2024

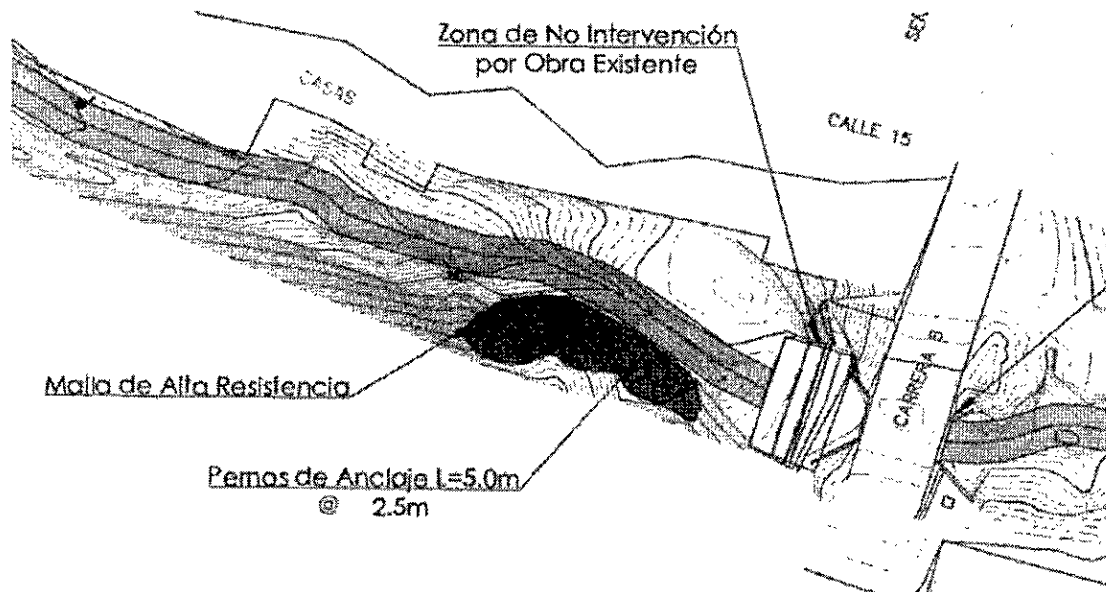
Se propone la construcción de un canal de sección cuadrada en concreto de 28 MPa de 3.5 m de base x 2.0 m de altura al igual que el canal ubicado en el tramo 1, el cual cumplirá la función de



direccionar y transportar las aguas lluvias y servidas. En la ilustración 84 se puede observar un pre-dimensionamiento de canal a construir.

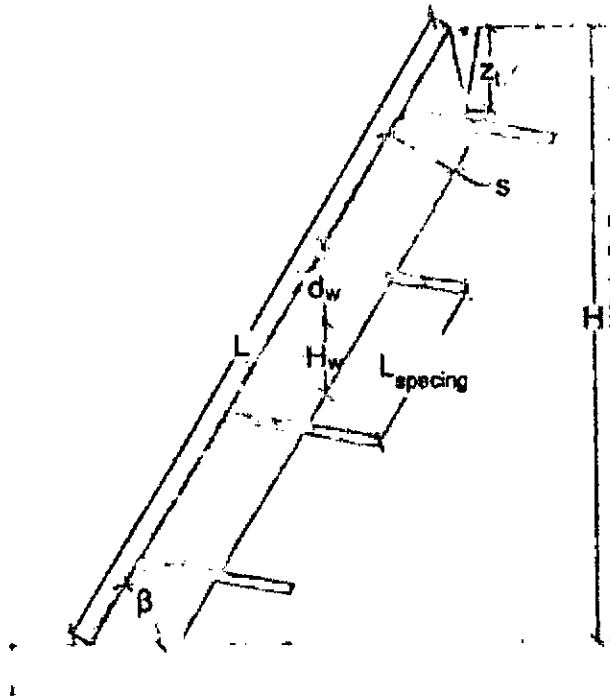
**Malla de alta resistencia con pernos**

Después de la parte intervenida en la carrera 8 del proyecto, se propone realizar en el margen izquierdo una malla de alta resistencia con pernos, con el fin de prevenir futuros deslizamiento sobre el canal planteado, en la ilustración 86 se puede observar la ubicación de la malla de alta resistencia a construir.



**Ilustración 86. Ubicación malla de alta resistencia**  
**Fuente: Girmava SAS, 2024**

Con el fin es estabilizar y sostener la malla de alta resistencias, se proponen pernos en el área con una separación tanto vertical como horizontal de 2.5 m, con una longitud total de 5 metros de profundidad. Se recomienda utilizar una malla compuesta por cables de acero asociados a una malla hexagonal de doble torsión, fabricada con alambres, y reforzada con una geomanta soldada en todos los puntos de contacto. Esta combinación tiene como objetivo revestir los taludes, previniendo el desprendimiento y calda de rocas, minimizando la erosión, y facilitando el crecimiento de vegetación.



**Ilustración 87. Características un talud con malla de alta resistencia y pernos**  
Fuente: Maccaferri, 2024

Se recomienda para la malla una resistencia longitudinal a la tracción mínima de 120 kN/m, tensión de cable de acero de 1770 MPa, tensión de rotura de los alambres de la malla mínima de 380 Mpa, diámetro de malla de 2.7 mm y un diámetro de cable de acero de 6 mm. Adicionalmente se recomienda una longitud mínima de pernos de 1.4 metros de longitud con el fin de estabilizar el terreno.

##### 5. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA EN CONDICIONES EXISTENTES (CE)

Los estudios hidráulicos tienen como fin determinar si se presenta encharcamientos o procesos de inundación en la zona de proyecto para un periodo de retorno de 100 años en condición actual y bajo la reconfiguración propuesta para controlar el caudal de diseño el sitio de interés. La información base para los estudios hidráulicos se recopiló en campo y a partir de información secundaria, y se refiere al levantamiento topográfico del predio en estudio y la cobertura del suelo, evaluada a partir de imágenes satelitales.

La modelación hidráulica parte de diferentes aproximaciones al flujo de agua en la naturaleza a partir de ecuaciones físicas que lo modelan desde diferentes aproximaciones (unifásico, bifásico, unidimensional, bidimensional, tridimensional, permanente, no permanente), cuya solución permite estimar parámetros tales como profundidad, velocidad y energía.

La primera decisión que se toma cuando se pretende desarrollar un modelo hidráulico de inundaciones es el tipo de modelo a utilizar. Existen diferentes tipos de modelos según la complejidad

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

espacial de las ecuaciones que soluciona el mismo: unidimensionales, bidimensionales y tridimensionales (1D, 2D, 3D). Para el presente estudio, al tratarse de un estudio de inundación, se seleccionó un modelo de tipo bidimensional, mediante el uso del software HEC-RAS 2D V6.5 desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, cuyo uso se ha extendido a nivel mundial y además de que es de acceso libre (U.S Army Corps of Engineers, 2021).

## EL MODELO HEC-RAS

### Modelo Bidimensional (2D)

En modelos con áreas planas y cauces poco definidos, como es el caso de las quebradas, los modelos bidimensionales (2D) presentan la mayor utilidad, además que en estudios de inundabilidad permiten conocer con mayor fiabilidad zonas de inundación al implementar un dominio e interacción permanente de cauce con zonas inundables y no depende de la definición de las secciones transversales. Es por esto por lo que el marco de modelación seleccionado para evaluar la amenaza y riesgo por encharcamiento en el sector de estudio es un modelo en dos dimensiones.

El modelo bidimensional HEC-RAS V6.5 seleccionado para el estudio tres tipos de ecuaciones simplificada de las ecuaciones de Navier-Stokes, como son la Onda de difusión, ecuaciones de Aguas Someras (SWE) o SWE-EM, las cuales asumen flujo incompresible y de densidad uniforme, así como, el movimiento turbulento se aproxima utilizando la viscosidad de Eddy. Por otra parte, se asume también que la escala vertical del flujo es mucho más pequeña que la escala horizontal del mismo y como consecuencia, la velocidad vertical es pequeña y se puede asumir presión hidrostática. En este punto es importante resaltar que el modelo hidráulico seleccionado resuelve las ecuaciones utilizando una técnica de volúmenes finitos.

A continuación, se presentan las ecuaciones de Aguas Someras utilizadas en el modelo HEC-RAS V6.5:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hU_x}{\partial x} + \frac{\partial hU_y}{\partial y} = M_s$$

$$\frac{\partial hU_x}{\partial t} + \frac{\partial hU_x^2}{\partial x} + \frac{\partial hU_xU_y}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial x} + \frac{\tau_{sx}}{\rho} - \frac{\tau_{bx}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + 2 \Omega \sin \lambda U_y + \frac{\partial h\tau_{xx}^e}{\partial x} + \frac{\partial h\tau_{xy}^e}{\partial y} + M_x$$

$$\frac{\partial hU_y}{\partial t} + \frac{\partial hU_xU_y}{\partial x} + \frac{\partial hU_y^2}{\partial y} = -gh \frac{\partial Z_s}{\partial y} + \frac{\tau_{sy}}{\rho} - \frac{\tau_{by}}{\rho} - \frac{g h^2}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - 2 \Omega \sin \lambda U_x + \frac{\partial h\tau_{xy}^e}{\partial x} + \frac{\partial h\tau_{yy}^e}{\partial y} + M_y$$

En donde:

$h$ ; Profundidad.

$U_x, U_y$ ; Velocidades horizontales promediadas en profundidad.

$g$ ; Aceleración de la gravedad.

$Z_s$ ; Elevación de la lámina libre.

$\tau_s$ ; Fricción en la superficie libre debida al rozamiento producido por el viento.

$\tau_b$ ; Fricción debido al rozamiento del fondo.


$\rho$ ; Densidad del agua.

$\Omega$ ; Velocidad angular de rotación de la tierra.

$\lambda$ ; Latitud del punto considerado.

$\tau_{xx}^e, \tau_{xy}^e, \tau_{yy}^e$ ; Tensiones tangenciales efectivas horizontales.

$M_s, M_x, M_y$ ; Términos de fuente/sumidero de masa y de momento, mediante los cuales se realiza la modelización de precipitación, infiltración y sumideros.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

### **Flujo No Permanente y Flujo No Uniforme**

#### **- Flujo No Permanente**

*La clasificación del flujo en permanente o no permanente obedece a la utilización del tiempo como variable. El flujo es permanente si los parámetros de flujo, tales como la velocidad y profundidad de lámina de agua entre otros, no cambian con respecto al tiempo; es decir, en una sección del canal en todos los tiempos los parámetros de flujo permanecen constantes.*

*Si los parámetros cambian con respecto al tiempo el flujo se denomina no permanente, es decir que para cada intervalo de tiempo se tienen condiciones distintas de profundidad, velocidad, caudal y otros parámetros de flujo para un mismo punto. El esquema seleccionado para la modelación es el flujo no permanente, pues para evaluar el fenómeno de encharcamiento es necesario tener en cuenta la variación de los parámetros mencionados a través del tiempo.*

#### **- Flujo No Uniforme**

*El flujo no uniforme es conformado por los flujos rápidamente variado y gradualmente variado, los cuales contemplan todas las perturbaciones de flujo en un cuerpo de agua y representan dichas condiciones por medio de perfiles de flujo. Para la modelación a realizar se utilizará este tipo de flujo, pues este es el único que se encuentra disponible en el software de modelación HEC-RAS V6.5.*

#### **- RAS Mapper**

*RAS Mapper es una herramienta implementada en HEC-RAS 2D, con la intención de mostrar los resultados de la modelización hidráulica y realizar algunas tareas previas a la ejecución del modelo numérico. Asimismo, las tareas básicas, que se desarrollan en RAS Mapper son:*

- *Definición del sistema de referencia espacial de trabajo*

*Para montar, ejecutar y presentar los resultados del modelo es necesario que este se encuentre georreferenciado. Para poder georreferenciar el modelo, el programa trabaja los archivos de extensión .prj (ESRI projection file), vinculados con la base datos que contiene el software ArcGIS u otros programas GIS.*

- *Generación del modelo digital de terreno (MDT)*

*A partir de una superficie generada en un software externo a HEC-RAS se genera el modelo digital de elevaciones en el cual se basan los cálculos de la modelación hidráulica para la determinación de parámetros tales como velocidad de flujo, dirección de flujo, profundidad de lámina de agua, entre otros. Los formatos reconocidos por el programa son: Floating Grid Point (\*.flt), GeoTIFF (\*.tif), ESRI grid files, entre otros. Cualquiera de los formatos elegidos serán convertirlos en formato GeoTIFF (\*.tif), el cual será comprimido para permitir un menor espacio de almacenamiento y mayor rapidez en la velocidad de cómputo al momento de generar mapas de inundación.*

- *Visualización de los Resultados*

*Una vez ejecutados los cálculos de modelación hidráulica, en la herramienta RAS Mapper se generan los archivos de tipo ráster con los resultados de los parámetros de profundidad de lámina de agua, elevación de la lámina de agua, velocidad de flujo, infiltración total y precipitación de exceso, entre otros. Cualquiera de los resultados puede ser exportado en formato TIFF (\*.tif), el cual puede*

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

ser visualizado y analizado en herramientas de sistemas de información geográfica como lo es el software QGIS.

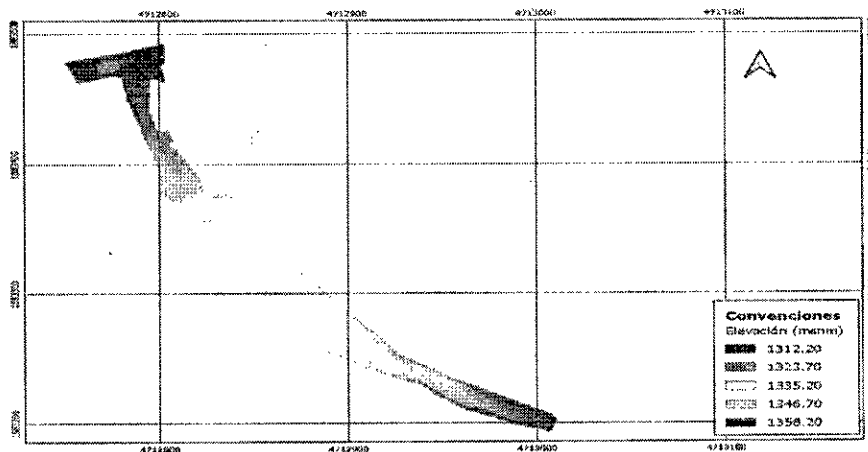
### Parámetros de Modelación y Controles Hidráulicos

Para poder realizar un cálculo con HEC-RAS 2D, se deben realizar los siguientes pasos:

- Crear o importar un modelo de terreno.
- Construir una malla de cálculo.
- Asignar una serie de parámetros de entrada (rugosidad del fondo, parámetros de infiltración)
- Asignar condiciones de contorno e iniciales.
- Asignar opciones generales de cálculo (tiempo de cálculo, parámetros del esquema numérico, etc).
- Lanzar el cálculo.

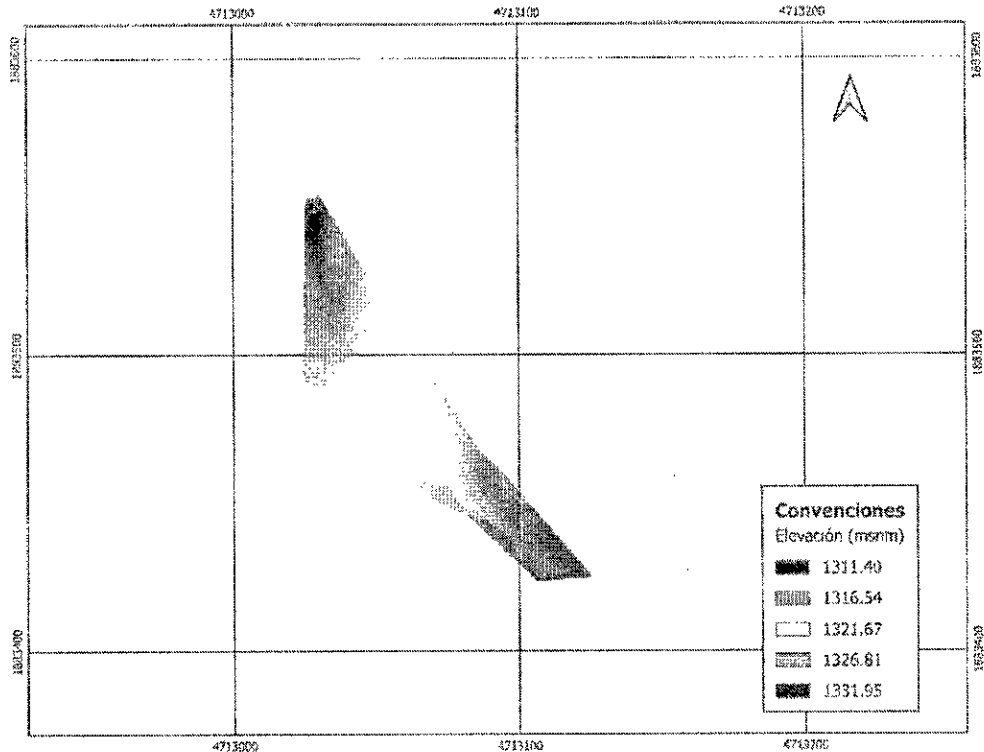
### Modelo Digital de Elevaciones MDT

El modelo digital de elevaciones de la zona de estudio se elaboró basado en el levantamiento topográfico del predio presentado en el numeral **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y el Anexo 2. El MDT generado para la quebrada El Balso se puede observar en la Ilustración 1 y para la quebrada Sur Gas en la Ilustración 2.



**Ilustración 1. Modelo Digital de Elevaciones Quebrada El Balso**

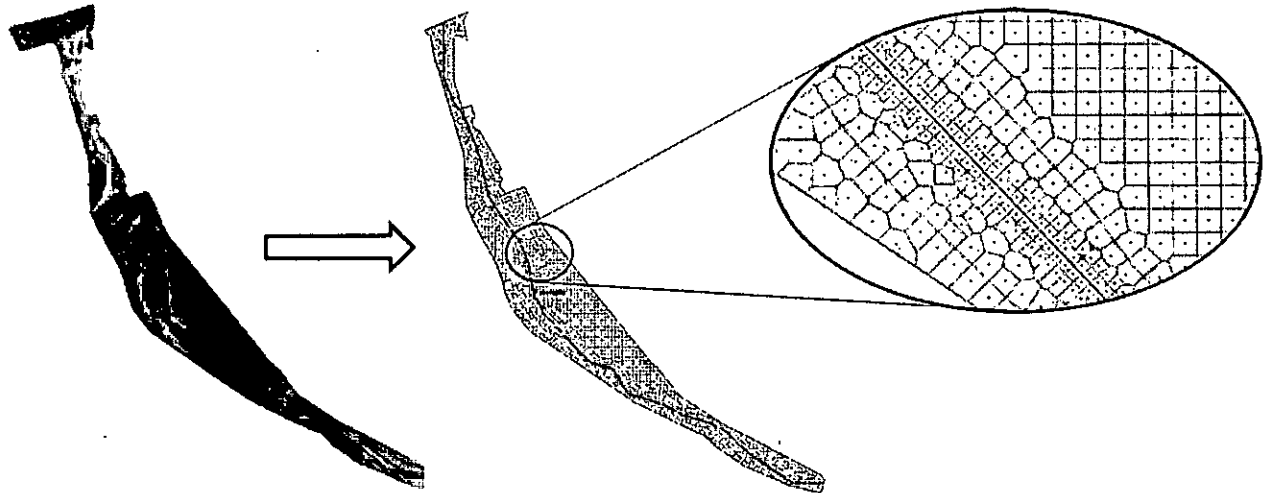
**Fuente: Girmava, 2024**



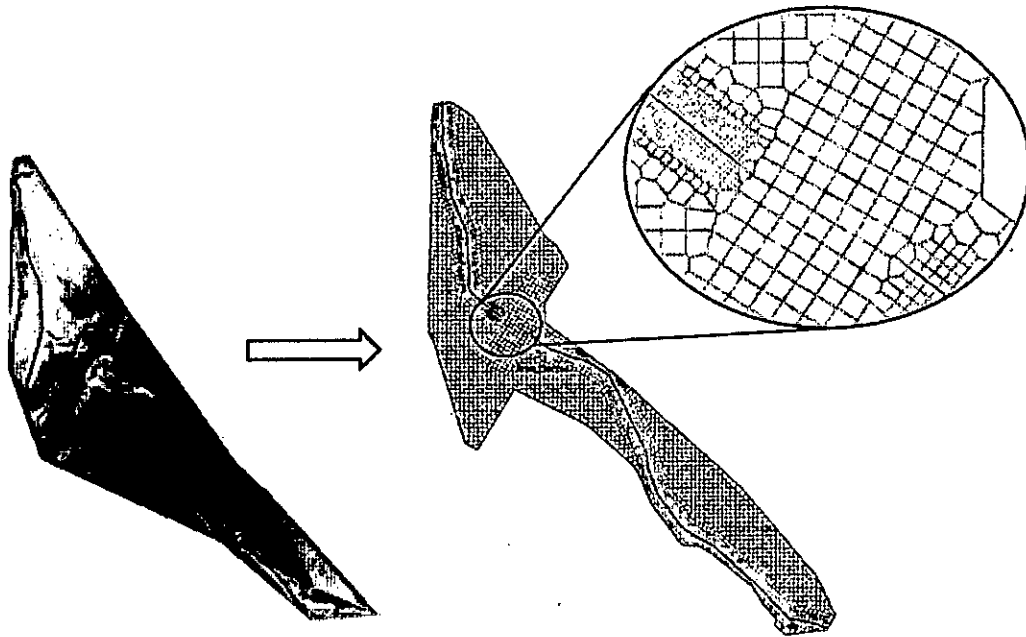
**Ilustración 2. Modeló Digital de Elevaciones Quebrada Sur Gas**  
**Fuente: Girmava, 2024**

**Malla de Cálculo**

La generación de la malla de cálculo se ha realizado para cada una de las modelaciones de las quebradas a partir de la información del modelo digital de elevaciones, mediante una malla no estructurada, formada por polígonos de tres a ocho lados de diferentes tamaños que se ajusten de mejor manera a la realidad del terreno, para la malla no estructura de la quebrada El Balso se estableció en la zona del cauce un tamaño de malla de 0.5 m y para las bancas y el resto del dominio un tamaño máximo de 2.00 m. por otro lado para la quebrada Sur Gas se tiene un tamaño de malla de 0.50 para la zona de cauce y 1.00 m máximo para el resto del dominio. Si bien es cierto, que este tipo de mallas generan un tiempo de cálculo más ineficiente que las mallas estructuradas, los resultados finales son más cercanos a la realidad, por lo tanto, se considera adecuado realizar este tipo de mallado para el presente proyecto (es posible que dentro del mallado existan sectores estructurados). En la Ilustración 3 se presenta la malla resultante para la quebrada El Balso y en la Ilustración 4 la malla de la quebrada Sur Gas. Esto se presenta en los escenarios de modelación.



**Ilustración 3. Malla No Estructurada de Modelación Quebrada El Balso**  
Fuente: Girmava, 2024



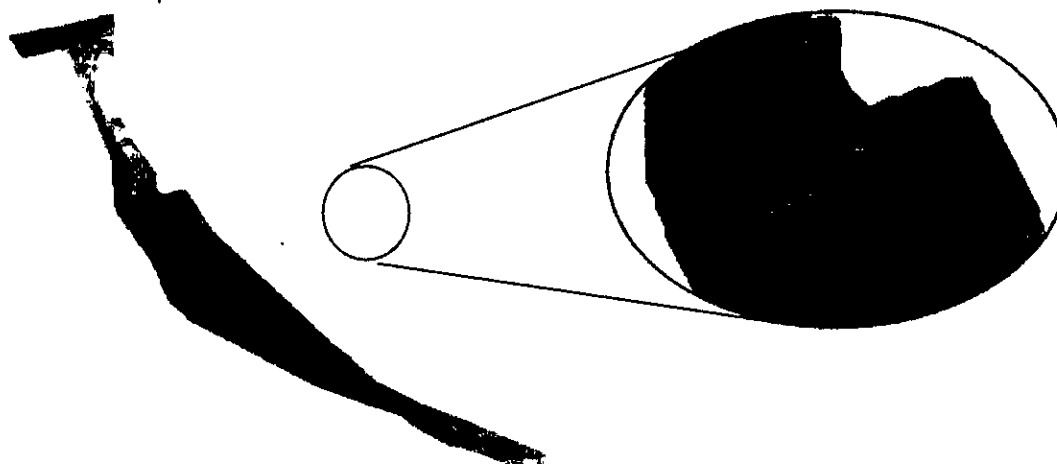
**Ilustración 4. Malla No Estructurada de Modelación Quebrada Sur Gas**  
Fuente: Girmava, 2024

**Estructuras de Cruce**

- Quebrada El Balso

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Aguas abajo de la quebrada sobre la carrera 8, se identifica una estructura de cruce de tipo Box Culvert (3.5 m x 1.50 m) sobre la cota 1330.535. A continuación, en la Ilustración 5 se identifica la alcantarilla modelada para el cruce de la vía.

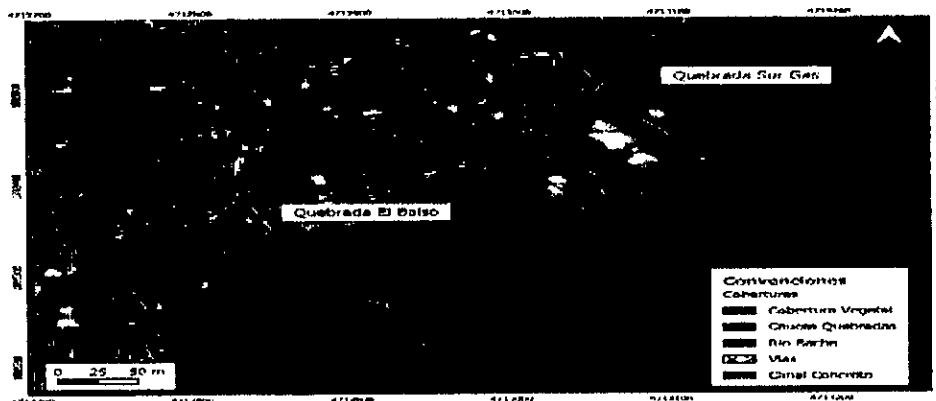


**Ilustración 5. Ubicación Box Culvert Quebrada El Balso – Cruce Vía Carrera 8**  
Fuente: Girmava, 2024

#### Parámetros de Rugosidad


Como se mencionó anteriormente es necesario conocer la rugosidad de la superficie, para lo cual se utilizará el coeficiente de rugosidad de Manning ( $n$ ) que en este caso se determinó de acuerdo con lo estipulado en (Chow V. , 1994). (McCuen & et al, 1996) y las coberturas de la zona de estudio.

Las coberturas del suelo se obtuvieron a partir de la ortofoto de la zona de proyecto, y en este caso se estableció un valor de coeficiente de rugosidad de Manning para las dos quebradas de 0.050 para las bancas del río (Cobertura Vegetal), 0.065 para los cauces de las quebradas debido a que tiene una gran cantidad de gravas y bolos de tamaño importante, 0.015 para las estructuras en concreto y 0.023 vías, en la se presentan fotografías de las quebradas. El resultado de la clasificación se presenta en la Ilustración 6.



**Ilustración 6. Cobertura de Suelos y Manning Quebrada El Balso**  
Fuente: Girmava, 2024



	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

**Condición Inicial**

Para el sector de estudio se establece como condición inicial un valor de la altura de la lámina de agua al inicio de la modelación de 0 m, es decir que en el instante inicial no habrá agua sobre la superficie analizada.

**Condiciones de Contorno**

Para poder realizar la corrida del módulo hidrodinámico, es necesario ingresar las condiciones de frontera al modelo hidráulico, teniendo en cuenta que para determinar si se presenta encharcamiento en la zona de proyecto se evaluarán los caudales de diseño (Periodo de Retorno igual a 100 años). Para esto se definieron las condiciones de entrada de caudal sobre la quebrada El Balso y Sur Gas, para posteriormente imponer los caudales calculados.

Además, como condición de frontera de salida del modelo, se estableció en el perímetro norte de la malla una condición de flujo normal con una pendiente igual a 0.10714 m/m para la quebrada El Balso.

Para el modelo de la quebrada Sur Gas se empleó la curva de capacidad del box culvert ubicado aguas abajo del levantamiento. Esta estructura es tiene dimensiones de 1.90 m X 1.50 m con una pendiente del 1.00%. Para determinar la capacidad de esta estructura, se empleó el Software computacional HY8 (Ver Anexo 4) y se presenta en la Ilustración 7.

Headwater Elevation (m)	Total Discharge (cms)	Culvert 1 Discharge (cms)	Roadway Discharge (cms)
0.63	1.19	1.19	0.00
0.75	1.57	1.57	0.00
0.86	1.95	1.95	0.00
0.96	2.33	2.33	0.00
1.05	2.71	2.71	0.00
1.14	3.09	3.09	0.00
1.25	3.59	3.59	0.00
1.31	3.86	3.86	0.00
1.39	4.24	4.24	0.00
1.47	4.62	4.62	0.00
1.55	5.00	5.00	0.00
2.00	7.00	7.00	0.00

**Ilustración 7. Curva de Capacidad de la Estructura Aguas Debajo de la quebrada Sur Gas**  
Fuente: Generado y Extraído de HY8.

Los sitios donde se proponen las condiciones fronteras de salida se escogieron debido a que son los puntos del contorno más bajo y por donde tiene posibilidad de descolar el agua.

Con las condiciones definidas se creó el escenario Condición Actual. A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presenta las condiciones de contorno de salida para la quebrada El Balso.



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

### Intervalo de tiempo para la simulación

El intervalo de simulación es uno de los parámetros más importantes para garantizar la estabilidad de modelo. Existen relaciones como el número de Courant y el de Peclet que buscan que el flujo en la simulación sea lo más semejante al flujo real y por lo tanto no se presente resultados inesperados o incoherentes (inestabilidades).

En general, estas relaciones están en función del tiempo de modelación y del tamaño del elemento, en este caso el tamaño de la celda. Por lo anterior, una vez seleccionado el tamaño de la celda en la creación de la malla, se debe seleccionar un paso de tiempo que se ajuste  $\Delta x$  seleccionado.

#### - Número de Courant

El número de Courant relaciona la velocidad de modelación y la velocidad de flujo expresado como la celeridad de la onda. La condición de Courant es por lo tanto un cociente entre las velocidades, y su valor es estable depende del tipo de ecuación a emplear. El Modelo Computacional HEC-RAS permite emplear la ecuación de la Onda difusión, SWE o SWE-EM.

$$\text{Onda de Difusión: } C = \frac{V\Delta T}{\Delta X} \leq 2.0 \text{ (Con } C = 5.00) \text{ o } \Delta T \leq \frac{2\Delta X}{V} \text{ (Con } C = 1.00)$$

$$\text{SWE ELM: } C = \frac{V\Delta T}{\Delta X} \leq 1.0 \text{ (Con } C = 3.00) \text{ o } \Delta T \leq \frac{2\Delta X}{V} \text{ (Con } C = 1.00)$$

$$\text{SWE EM: } C = \frac{V\Delta T}{\Delta X} \leq 1.0 \text{ (Con } C = 1.00) \text{ o } \Delta T \leq \frac{2\Delta X}{V} \text{ (Con } C = 1.00)$$

Donde,

C= Número de Courant

V= velocidad de propagación o celeridad de la onda (m/s)

$\Delta X$  (m) = tamaño del elemento en el espacio o tamaño promedio de la celda en la malla

$\Delta T$  (s) = Tiempo de modelación, tamaño del paso de tiempo

De acuerdo con la documentación de modelo HEC-RAS 2D, cuando se realizan corridas del modelo bajo las ecuaciones de la onda difusiva, es posible manejar números de Courant hasta de 3 obteniendo resultados estables. Mientras que cuando se realizan corridas con las ecuaciones de Saint-Venant completas se obtienen resultados más precisos, pero más inestables, haciendo más estricta la consecución de un número de Courant menor o igual a 1.

Para la modelación del presente estudio se seleccionó el esquema de ecuaciones de la onda difusiva, siendo así más permisivos con la condición de Courant; y seleccionando la opción de que el programa calculara el número de Courant más apropiado, poniendo como límite superior 0.9 y límite inferior 0.3. Al Hacer esto, se garantiza que se emplea el intervalo de tiempo para la modelación, obteniendo una corrida muy estable.

### Tiempo de Modelación

Para el modelo se establece como tiempo máximo total de modelación 2 horas, tiempo en el cual se alcanza el caudal pico para ver la condición más crítica y así ver los resultados del evento más extremo de acuerdo con los estudios hidrológicos presentados en este informe.

Con base en la información previamente descrita, se lanzan los cálculos para la modelación hidráulica y se obtienen los resultados correspondientes. A continuación, se presentan los resultados



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

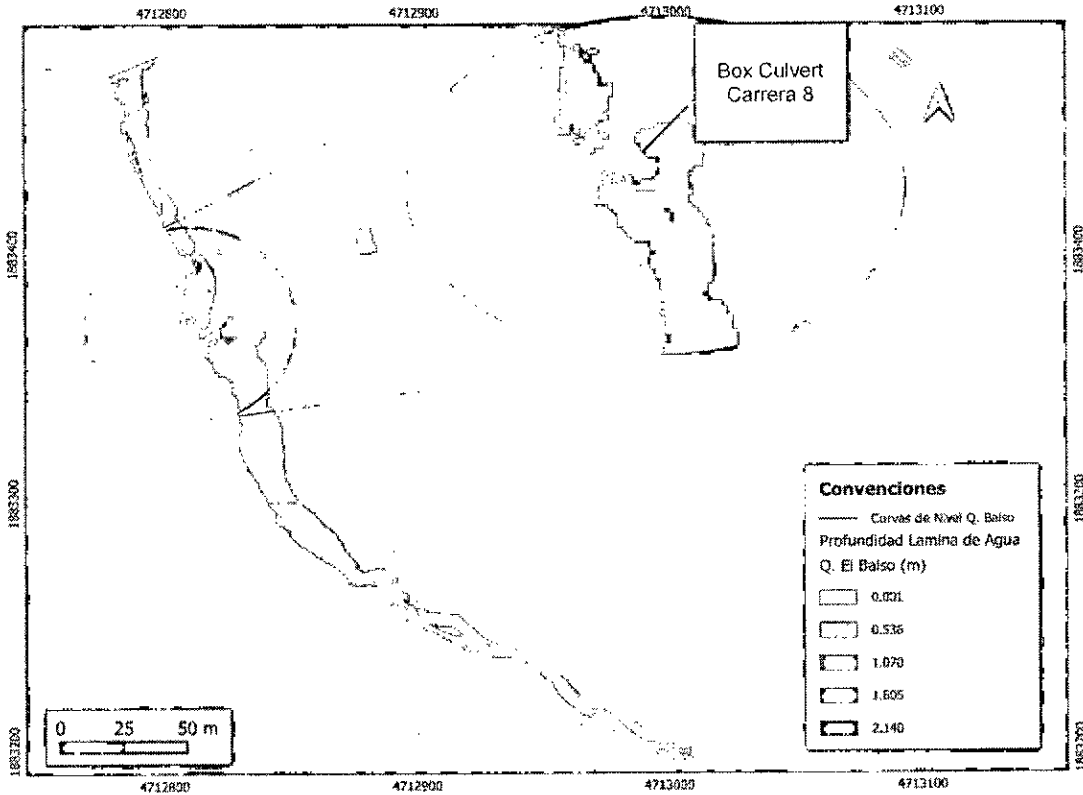
Fecha: 05 Jul 18

obtenidos para la lámina de agua y velocidad para los escenarios de planteados, mientras que en el Anexo 3, se presenta la modelación hidráulica en el lenguaje propio del programa.

### RESULTADO DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA QUEBRADA EL BALSO

#### Lámina de Agua

En la Ilustración 8 se observa que, para las condiciones establecidas en la modelación, las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada El Balso sufre desbordamientos al costado oriental del cruce de la vía (Carrera 8) (Ver Ilustración 8) generando inundaciones con láminas de agua hasta de 0.55 m, que podría afectar las zonas aledañas, por otro lado, la profundidad de lámina de agua en la entrada de la estructura (Box Culvert) del cruce de la vía puede variar entre 1.00 m a 2.14 m. En general el drenaje se mantiene dentro del área de su cauce y lo que ocupa naturalmente; finalmente aguas abajo en la desembocadura del río Bache se presentan láminas de agua bajas excepto en un punto donde se presentan alturas hasta de 1.50m



**Ilustración 8. Resultados Hidráulicos de Profundidad Lámina de Agua Quebrada El Balso**  
Fuente: Girmava, 2024



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

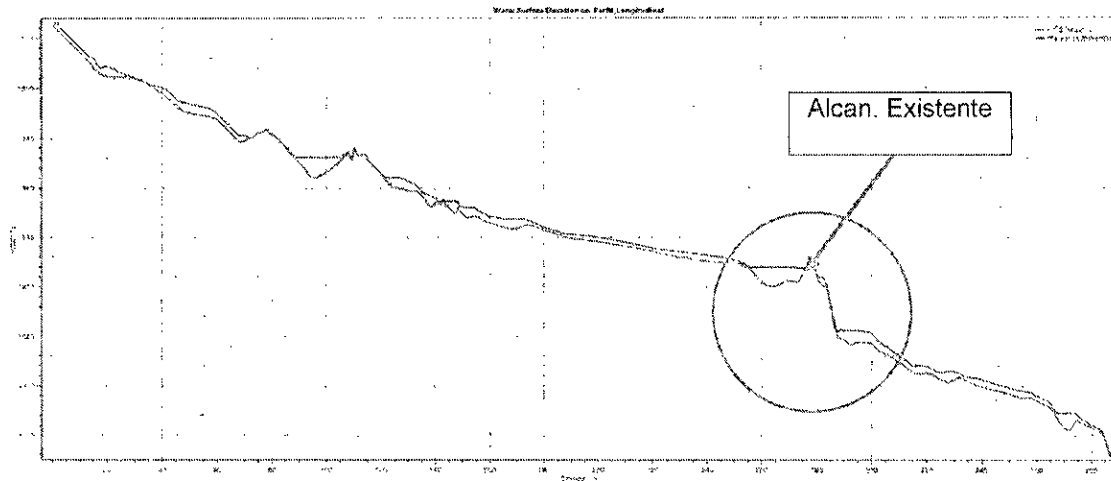
Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

### Velocidad

En la Ilustración 10 se observa en la zona de proyecto velocidades de flujo de 0.001 a 8.30 m/s, las mayores velocidades se presentan al inicio del cauce y en la salida de la alcantarilla (Box Culvert) ubicada en la parte media del cauce, velocidades que varían entre 6.00 m/s y 8.00 m/s, en general para la quebrada El Balso se tienen velocidades menores a 2.50 m/s.

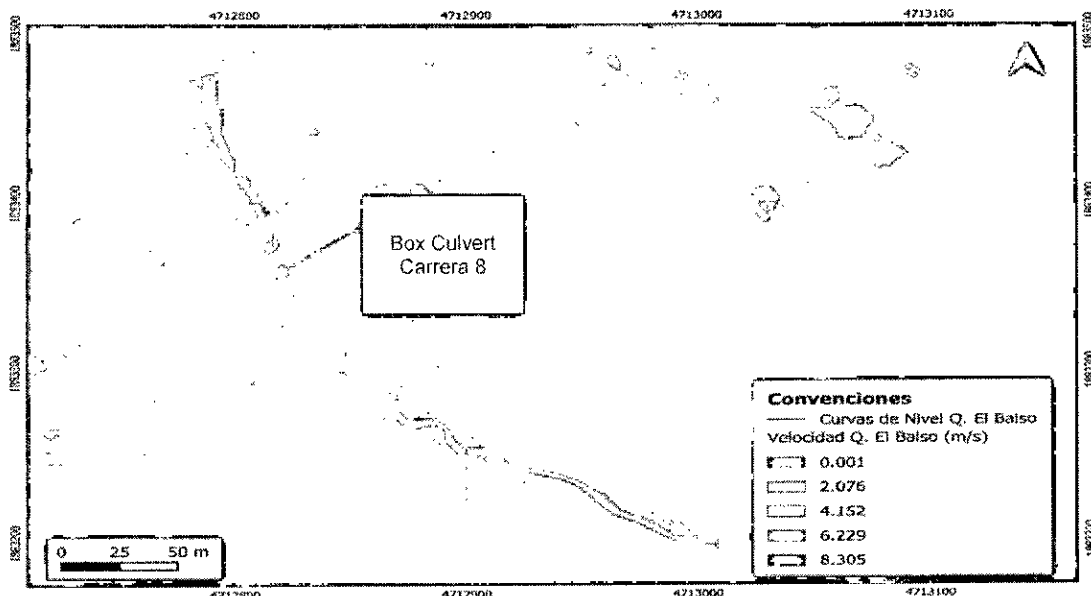
A la salida de la alcantarilla se observa una caída hidráulica de 6.00 m aproximadamente. Esta genera que se acelere el flujo y se presentes estas velocidades altas. No obstante, estas velocidades solo se observan en este sector y son concordantes con lo que cabe esperar para este tipo de situaciones.



**Ilustración 9. Perfil Longitudinal Quebrada el Balso.**

**Fuente: Girmava, 2024**

De acuerdo con los desbordamientos que se pueden presentar con respecto a lo mencionado en el capítulo anterior, a la altura de la estructura de concreto y la vía se mantiene velocidad baja, por otro lado, en la zona de descarga al Río Bache se presentan velocidades de alrededor de 4.00 m/s.




**Ilustración 10. Resultados Hidráulicos de Velocidad de Flujo Quebrada El Balso**

Fuente: Girmava, 2024

### **COMPARACIÓN DE LOS ESTUDIOS (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) ANÁLISIS Y COMPARACIÓN**

La recopilación de información se basó en el estudio hidrológico e hidráulico de la construcción de obras de mitigación del riesgo por inundaciones y avenidas torrenciales en el área urbana del municipio de Santa María departamento del Huila, cuyos estudios fueron realizados por la (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021).

De acuerdo a lo anterior el consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) en el capítulo 4 análisis hidrológico, se recopila la información climática sobre la zona de estudio para esto se recoge información de las estaciones climática ordinaria Santa María (21125010) y pluviométrica Hacienda Paraguay (21120010), el parámetro de precipitación se basó en la información de las dos estaciones, el consultor propuso en informe completar los datos pluviométricos de la estación Santa María con la estación Hacienda Paraguay, al no contar con datos antes del año 2002, se aclara que las estación Santa María tiene datos desde el año 2002 hasta 2021, por lo que, para este análisis los datos desde 1995 hasta 2001 se completaron con la estación más cercana como lo es Hacienda Paraguay. A continuación, se presenta los valores de precipitación para la estación Santa María con datos completados en la Tabla 1 e **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra el comportamiento de las precipitaciones mensuales y anuales.

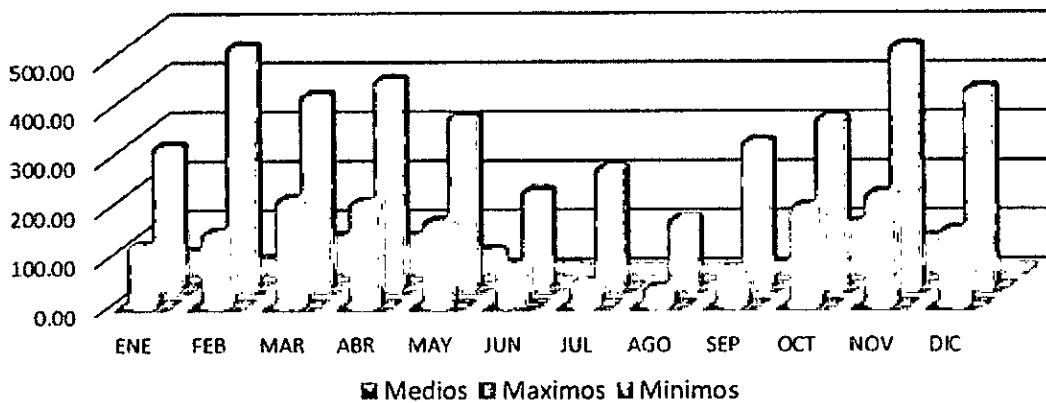
	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

**Tabla 1. Distribución máxima mensual de precipitación total de la estación Climatológica seleccionada en el área de influencia del estudio.**

REGISTROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
<b>ESTACIÓN SANTA MARÍA</b>													
Medios	132.65	159.20	226.40	220.03	181.93	90.22	58.51	46.93	83.29	211.32	237.62	162.93	1811
Máximos	296.9	731.7	400.2	431.6	357	204.4	250.6	148.1	305.3	352.2	536.8	413.2	4428
Mínimos	43.8	28.2	75.9	74.8	45.7	14.2	2.5	2.6	14.6	100.5	71.8	7.3	481.9

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

### VALORES TOTALES DE PRECIPITACIÓN



**Ilustración 11. Valores de precipitación total mensual de la Estación seleccionada.**

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

Por otro lado, el consultor presenta valores de temperatura y humedad relativa de la zona del proyecto, tomando los valores mensuales multianuales de la estación climática ordinaria Santa María, en donde los rangos de temperatura promedio son de 22 °C y de humedad relativa del 83.24%.

### ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Para el análisis hidrológico en estudio de la (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), se presenta una caracterización morfométrica del área de drenaje sobre las quebradas El Balso y Sur Gas, en este caso no se presentan planos que permitan ver el trazado de las hoyas hidrográficas para cada caso, sin embargo, se presentan características calculadas como el área, perímetro, forma, etc. A continuación, en la Tabla 2 se presenta las principales características morfométricas para la quebrada El Balso y en la Tabla 3 para la quebrada Sur Gas.

**Tabla 2. Características morfométricas de la cuenca "El Balso"**



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

CARACTERÍSTICAS MORFOMETRICAS	VALOR
Área (A)	0.18 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	1.92 Km.
Longitud axial (La)	0.83 Km.
Ancho máximo	0.30 Km.
Ancho mínimo	0.12 Km.
Ancho medio	0.22 Km.
Altura máxima	1500 msnm.
Altura mínima	1300 msnm.
Factor de forma (Ff)	0.26
Coefficiente de compacidad (Kc)	1.27
Índice de alargamiento (Ia)	2.77
Relación de elongación	0.58
Relación de circularidad	0.62
Pendiente media (Em)	24%

**Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)**

**Tabla 3. Características morfométricas de la cuenca "Sur Gas"**

CARACTERÍSTICAS MORFOMETRICAS	VALOR
Área (A)	0.08 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	1.24 Km.
Longitud axial (La)	0.56 Km.
Ancho máximo	0.18 Km.
Ancho mínimo	0.11 Km.
Ancho medio	0.14 Km.
Altura máxima	1450 msnm.
Altura mínima	1300 msnm.
Factor de forma (Ff)	0.24
Coefficiente de compacidad (Kc)	1.26
Índice de alargamiento (Ia)	3.11
Relación de elongación	0.56
Relación de circularidad	0.63
Pendiente media (Em)	27%

**Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)**

- Tiempo de Concentración

El consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) utilizó diferentes metodologías de autores para el cálculo del mismo, el tiempo de concentración para las cuencas de las quebradas El Balso y Sur Gas fue de 10 minutos. Los resultados para diferentes metodologías se presentan en las siguientes tablas.

**Tabla 4. Tiempo de concentración – Cuenca Q. El Balso**

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Nombre Cauce	(Tc) Ecuación Kirpich	(Tc) Ecuación Témez	(Tc) Ecuación Giandotti	(Tc) Ecuación Ventura - Heras	(Tc) Min. Asumido
El Balso	5.96	8.53	15.62	8.62	10

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

**Tabla 5. Tiempo de concentración – Cuenca Q. El Balso**

Nombre Cauce	(Tc) Ecuación Kirpich	(Tc) Ecuación Témez	(Tc) Ecuación Giandotti	(Tc) Ecuación Ventura - Heras	(Tc) Min. Asumido
Sur Gas	4.23	6.20	11.92	6.29	10

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

- Curvas intensidad – duración – frecuencia

La elaboración de las curvas intensidad duración frecuencia el consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) presentó dos diferentes metodologías tales como D. F. Campos A., 1978 y Curvas Sintéticas Regionalizadas para Colombia.

Las cuantías de la lluvia de diseño para frecuencias de 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años en su evolución en minutos, se muestra en la siguiente tabla, de acuerdo a la primera metodología planteada por el consultor para la estación Santa María. Se aclara que el consultor toma datos de 1990 hasta el 2017 para el análisis, de acuerdo a la metodología utilizada la media de la precipitación máxima en 24 horas es 78.30 mm.

**Tabla 6. Intensidad de la lluvia (mm /hr) – Tiempo de duración – Periodo de retorno**

Intensidad - Tiempo de duración - Período de retorno						
Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Período de retorno						
Frecuencia	Duración en minutos					
años	5	10	15	20	25	30
2	128.42	83.77	65.24	54.64	47.62	42.56
5	143.74	93.76	73.03	61.16	53.30	47.64
10	156.53	102.10	79.52	66.60	58.04	51.87
25	175.20	114.28	89.01	74.55	64.97	58.06
50	190.79	124.45	96.93	81.18	70.75	63.23
100	207.77	135.53	105.56	88.40	77.04	68.85
500	253.24	165.19	128.66	107.75	93.91	83.93
1000	275.78	179.89	140.11	117.34	102.26	91.39
Frecuencia	Duración en minutos					
años	35	40	45	50	55	60
2	38.70	35.64	33.15	31.06	29.29	27.76
5	43.32	39.89	37.10	34.77	32.78	31.07
10	47.17	43.44	40.40	37.86	35.70	33.84
25	52.80	48.63	45.22	42.38	39.96	37.87
50	57.50	52.95	49.25	46.15	43.52	41.24
100	62.61	57.67	53.63	50.26	47.39	44.91





## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

<i>Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno</i>						
<i>Tabla de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno</i>						
<i>Frecuencia</i>	<i>Duración en minutos</i>					
500	76.32	70.29	65.37	61.26	57.76	54.74
1000	83.11	76.54	71.18	66.71	62.90	59.62
<i>Frecuencia</i>						
años	90	120	140	160	180	200
2	21.62	18.11	16.47	15.17	14.10	13.22
5	24.20	20.27	18.43	16.98	15.79	14.79
10	26.35	22.07	20.07	18.49	17.19	16.11
25	29.50	24.71	22.47	20.69	19.24	18.03
50	32.12	26.90	24.46	22.53	20.95	19.64
100	34.98	29.30	26.64	24.54	22.82	21.38
500	42.64	35.71	32.47	29.91	27.81	26.06
1000	46.43	38.89	35.36	32.57	30.29	28.38
<i>Frecuencia</i>						
años	300	400	500	1000	1500	2000
2	10.29	8.62	7.51	4.90	3.82	3.20
5	11.52	9.65	8.41	5.49	4.27	3.58
10	12.55	10.51	9.16	5.97	4.65	3.90
25	14.04	11.76	10.25	6.69	5.21	4.36
50	15.29	12.81	11.16	7.28	5.67	4.75
100	16.66	13.95	12.16	7.93	6.18	5.17
500	20.30	17.00	14.82	9.67	7.53	6.30
1000	22.11	18.51	16.14	10.53	8.20	6.87

**Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)**

Por otro lado, se presentan los resultados para las curvas sintéticas regionalizadas para Colombia en la Tabla 7.



**RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO**

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

**Tabla 7. Curva Intensidad Duración Frecuencia (Valores en mm/hr)**

T=	DURACIÓN EN MINUTOS																		
	AÑO	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	100	120	140	160	180	200
2.33	210.5 3	133.2 4	101.9 6	84.33	72.78	64.53	58.28	53.37	49.38	46.06	43.25	40.84	29.1 5	25.8 5	23.3 4	21.3 8	19.7 8	18.4 5	14.1 2
5	241.5 5	152.8 7	116.9 8	96.75	83.50	74.03	66.87	61.23	56.65	52.85	49.62	46.85	33.4 4	29.6 5	26.7 8	24.5 2	22.6 9	21.1 7	16.2 0
10	273.6 5	173.1 9	132.5 2	109.6 1	94.60	83.87	75.76	69.37	64.18	59.87	56.22	53.08	37.8 9	33.5 9	30.3 4	27.7 8	25.7 1	23.9 8	18.3 5
25	322.7 2	204.2 4	156.2 9	129.2 6	111.5 6	98.91	89.34	81.81	75.69	70.60	66.30	62.60	44.6 8	39.6 2	35.7 8	32.7 7	30.3 2	28.2 8	21.6 4
50	365.6 0	231.3 8	177.0 5	146.4 4	126.3 8	112.0 5	101.2 1	92.68	85.74	79.98	75.11	70.92	50.6 2	44.8 8	40.5 4	37.1 2	34.3 4	32.0 4	24.5 1
100	414.1 8	262.1 3	200.5 8	165.8 9	143.1 8	126.9 4	114.6 6	104.9 9	97.14	90.61	85.09	80.34	57.3 5	50.8 5	45.9 3	42.0 5	38.9 1	36.2 9	27.7 7
500	553.3 6	350.2 1	267.9 8	221.6 4	191.2 9	169.6 0	153.1 9	140.2 7	129.7 8	121.0 6	113.6 8	107.3 4	76.6 2	67.9 3	61.3 6	56.1 8	51.9 8	48.4 9	37.1 0

Fuente: (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021)



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

- Precipitación Máxima en 24 horas

El consultor en el estudio (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), menciona que la precipitación máxima en 24 horas fue necesaria para determinar los caudales de escorrentía necesarios para determinar los niveles de agua máximos extraordinarios a través del modelamiento hidráulico realizado con el programa Hec-Ras. Los valores se presentan en la Tabla 8.

**Tabla 8. Valores de precipitación máxima en 24 horas de la estación Climatológica seleccionada en el área de influencia del estudio.**

REGISTROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	VALOR ANUAL
<b>ESTACION SANTA MARIA</b>													
<b>Medios</b>	37.88	39.74	48.95	52.19	46.58	31.95	20.62	18.18	28.95	45.54	46.98	37.24	455
<b>Máximos</b>	93.00	124.50	100.80	93.40	107.00	70.30	67.50	54.40	57.50	77.10	99.20	93.00	1037.7
<b>Mínimos</b>	10.70	5.60	24.00	17.30	12.50	7.70	1.50	2.10	5.20	26.00	20.70	6.20	139.5

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

- Numero de curva

De acuerdo al consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) "Los datos de precipitación usados son los de la estación pluviométrica Santa María, al ser esta la de influencia sobre las cuencas de las quebradas estudiadas, y cuenta con una serie de datos diarios de 26 años (1995-2020). Según estos registros la precipitación máxima en 24 horas ha sido de 100.8 mm. y la precipitación de los 5 días anteriores es de 73.4 mm. De este modo, según la tabla 20, las condiciones antecedentes de humedad para las cuencas son saturadas (AMC III)" De acuerdo a lo anterior y la tabla tomada del manual de drenaje del INVIAS, el consultor estima que el valor del número de curva CN = 76 para las dos quebradas.

- Cálculo de caudales máximos

El método empleado por el consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) fue el racional ampliamente utilizados para hoyas menores como es el caso de las cuencas de las quebradas El Balso y Sur Gas, el consultor emplea los parámetros ya mencionados anteriormente. A continuación, en la Tabla 9 se presentan los caudales máximos para la quebrada El Balso y en la Tabla 10 para la quebrada Sur Gas.



**RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO**

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

**Tabla 9. Valores de caudales Máximos por el método racional - Q. El Balso**

Fuente	Periodo de retorno	Área de Cuenca	Longitud del Cauce	So	Tc	I	CN	Pd	Po	Coef. de escorrentía "c"	Q
		(Km2)	(m)	(%)	horas	(mm/h)		(mm)	(mm)		(m3/s)
Q. EL BALSO	2	0.18	830	24.10	0.16	133.24	76	75.56	16.04	0.417	2.78
	5	0.18	830	24.10	0.16	152.87	76	93.77	16.04	0.493	3.77
	10	0.18	830	24.10	0.16	173.19	76	105.83	16.04	0.535	5.47
	25	0.18	830	24.10	0.16	204.24	76	121.06	16.04	0.581	5.94
	50	0.18	830	24.10	0.16	231.38	76	132.36	16.04	0.611	7.08
	100	0.18	830	24.10	0.16	262.13	76	143.58	16.04	0.638	8.37
	500	0.18	830	24.10	0.16	350.21	76	169.51	16.04	0.690	12.10

Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

**Tabla 10. Valores de caudales Máximos por el método racional - Q. Sur Gas**

Fuente	Periodo de retorno	Área de Cuenca	Longitud del Cauce	So	Tc	I	CN	Pd	Po	Coef. de escorrentía "c"	Q
		(Km2)	(m)	(%)	horas	(mm/h)		(mm)	(mm)		(m3/s)
Q. SUR GAS	2	0.08	560	26.80	0.16	133.24	76	75.56	16.04	0.417	1.23
	5	0.08	560	26.80	0.16	152.87	76	93.77	16.04	0.493	1.67
	10	0.08	560	26.80	0.16	173.19	76	105.83	16.04	0.535	2.43
	25	0.08	560	26.80	0.16	204.24	76	121.06	16.04	0.581	2.64
	50	0.08	560	26.80	0.16	231.38	76	132.36	16.04	0.611	3.15
	100	0.08	560	26.80	0.16	262.13	76	143.58	16.04	0.638	3.72
	500	0.08	560	26.80	0.16	350.21	76	169.51	16.04	0.690	5.38

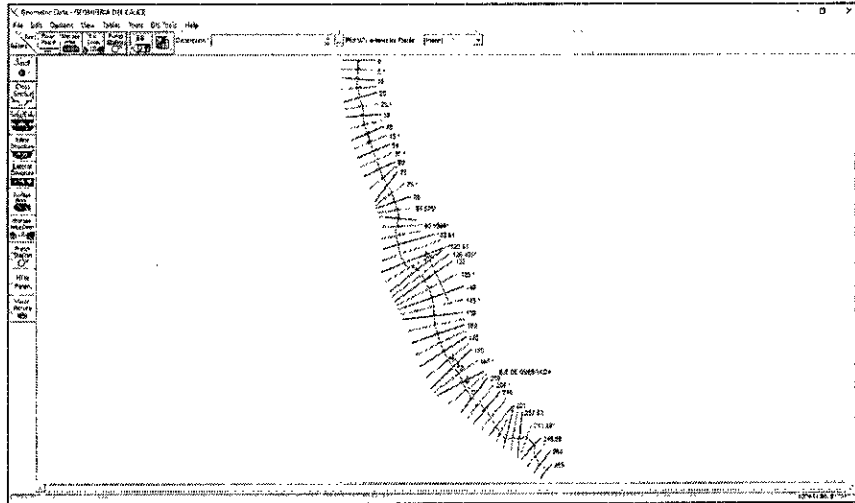
Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)

**ANÁLISIS HIDRÁULICO**

El consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), con el fin de evaluar el comportamiento hidráulico de los tramos de los cauces objeto del presente estudio, se utilizó el programa de computador HEC-RAS, del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, que permite estimar el perfil hidráulico de una corriente natural a flujo libre, bajo condiciones de flujo gradualmente variado. Para este análisis se necesitan algunas variables de entrada tales como:

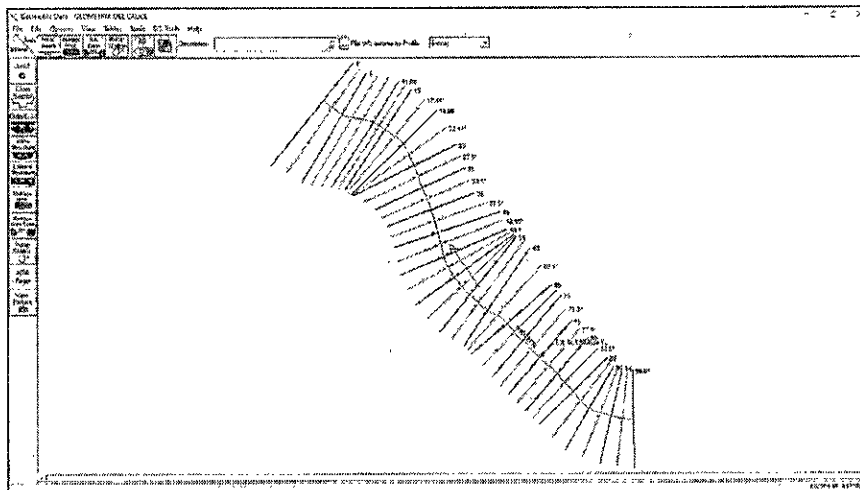
- Secciones Transversales, eje longitudinal y bancos del cauce: El levantamiento topográfico se llevó a cabo a lo largo de los cauces en una longitud de 265 m para la quebrada El Balso y 160m para la quebrada Sur Gas.
- Caudales de diseño a partir del modelo hidrológico (suministrado). (Ver capítulo 0)
- Coeficiente de rugosidad (n de Manning): Canal principal 0.050 y bancas 0.040 para las dos quebradas. estructuras revestidas en concreto 0.015.
- Perfil longitudinal. Condiciones de frontera y dimensionamiento de hoyas proyectadas

A continuación, se presentan la esquematización del modelo presentado por el consultor (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), donde se puede observar el abscisado para el modelo en 1D de las dos quebradas, en la Ilustración 12 para la quebrada El Balso y en la Ilustración 13 para Sur Gas.



**Ilustración 12. Esquema en planta de las secciones transversales al cauce "Q. El Balso" – HEC - RAS**


**Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)**



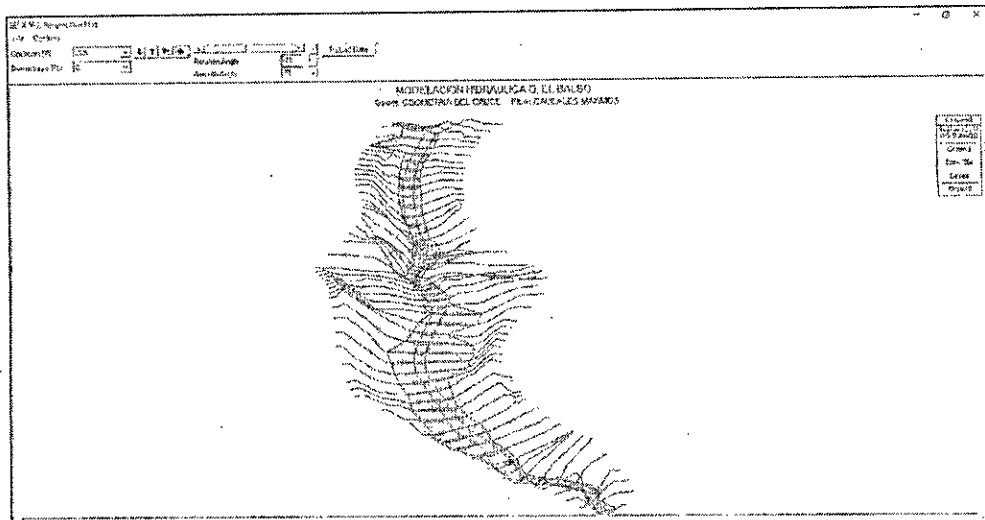
**Ilustración 13. Esquema en planta de las secciones transversales al cauce "Q. Sur Gas"**

**Fuente: (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)**

De acuerdo al consultor "para el análisis de los tirantes de caudal se hace necesario involucrar un modelo hidráulico que permita simular las condiciones esperadas en los diferentes periodos de retorno. El estudio ha considerado evaluar los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años." (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021). A continuación, en las siguientes

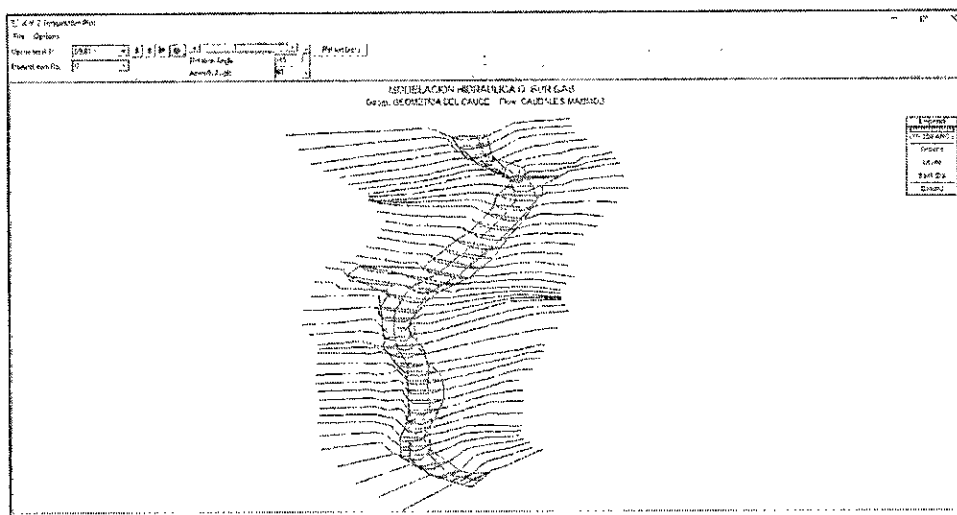
	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

ilustraciones se presenta el resultado de la modelacion para cada una de las quebradas para un periodo de retorno de 100 años



**Ilustración 14. Nivel máximo de la creciente en periodo de retorno de 100 años – Q. El Balso**

**Fuente: (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021)**



**Ilustración 15. Nivel máximo de la creciente en periodo de retorno de 100 años – Q. Sur Gas**

**Fuente: (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021)**

### COMPARACION DE ESTUDIOS

#### Área de drenaje

En la Tabla 11 se comparan las áreas de drenaje calculadas por esta consultoría y el estudio de (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021) para cada una de las quebradas en estudio, se



**RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO**

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

observa que para la quebrada Sur Gas se tiene mismas áreas, a diferencia de la quebrada El Balso que tiene una diferencia mayor, pero con órdenes de magnitud similares.

**Tabla 11. Comparación Área de Drenaje**

Consultoría	GIRMAVA	Consultoría y Construcciones
Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	
El Balso	0.15	0.18
Sur Gas	0.08	0.08

Fuente: Girmava, 2024

**Cálculo de Caudales Máximos**

- *Curvas Intensidad Duración Frecuencia*

A continuación, en la Tabla 12 se presentan las intensidades que corresponden al tiempo de concentración tomado para el cálculo de caudales de 10 minutos.

**Tabla 12. Comparación Intensidades Estación Santa María**


Periodo de retorno	Intensidades (mm)	
	CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES	GIRMAVA
Media Pmax 24 h	78.30	72.28
2	133.24	121.71
5	152.87	143.54
10	173.19	162.61
25	204.24	191.77
50	231.38	217.25
100	262.13	246.12

De acuerdo con lo anterior la diferencia radica como ya se había mencionado en el que el anterior consultor hace el análisis con menos años precipitación que van desde 1990 a 2017, por otro lado, para el análisis actualizado se utiliza datos de 1971 hasta el 2021, por lo que el análisis es más completo, debido a los estudios estadísticos realizados y la cantidad de años completados. Lo que refleja la disminución en el caudal de diseño de las quebradas.

- *Precipitación y CN: A continuación, en la Tabla 13 se presentan los resultados de la precipitación y CN, para cada una de las hoyas calculadas por la consultoría actual y los estudios (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021)*

**Tabla 13. Precipitación y CN**

GIRMAVA								
Cuenca	CN <sub>III</sub>	Po	Pd (mm)					
			T=2 Años	T=5 Años	T=10 Años	T=25 Años	T=50 Años	T=100 Años
El Balso	80.41	12.375	68.904	83.503	94.203	105.2	120.7	133.3
Sur Gas	79.51	13.088	68.904	83.503	94.203	105.2	120.7	133.3
CONSULTORIA Y CONSTRUCCIONES								
El Balso	76.00	16.04	75.56	93.77	105.83	121.06	132.36	143.58

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Sur Gas	76.00	16.04	75.56	93.77	105.83	121.06	132.36	143.58
---------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------

Fuente: Girmava, 2024

- *Coefficiente de escorrentía: A continuación, en la Tabla 14 se presenta la comparación de coeficientes de escorrentía para cada periodo de retorno calculado por cada una de las consultorías.*

**Tabla 14. Comparación Coeficientes de Escorrentía**

Periodo de retorno	GIRMAVA	Consultoría y Construcciones	GIRMAVA	Consultoría y Construcciones
	El Balso		Sur Gas	
2	0.48	0.42	0.46	0.42
5	0.54	0.49	0.52	0.49
10	0.58	0.54	0.57	0.54
25	0.62	0.58	0.60	0.58
50	0.67	0.61	0.65	0.61
100	0.70	0.64	0.68	0.64
500	-	0.69	-	0.69

Fuente: Girmava, 2024

- *Finalmente, de acuerdo con los resultados presentados en las tablas anteriores, se determinaron los valores de caudales máximos para cada una de las cuencas, teniendo en cuenta lo anterior; los resultados son diferentes a pesar de que las metodologías utilizadas son las mismas, a continuación, en la Tabla 15 se presentan los resultados calculados por las dos consultorías.*

**Tabla 15. Caudales Máximos Quebrada El Balso y Sur Gas**

Periodo de retorno	GIRMAVA	Consultoría y Construcciones	GIRMAVA	Consultoría y Construcciones
	El Balso m <sup>3</sup> /s		Sur Gas m <sup>3</sup> /s	
2	2.43	2.78	1.19	1.23
5	3.27	3.77	1.61	1.67
10	3.99	5.47	1.97	2.43
25	5.00	5.94	2.48	2.64
50	6.07	7.08	3.02	3.15
100	7.20	8.37	3.59	3.72
500	-	12.10	-	5.38

Fuente: Girmava, 2024

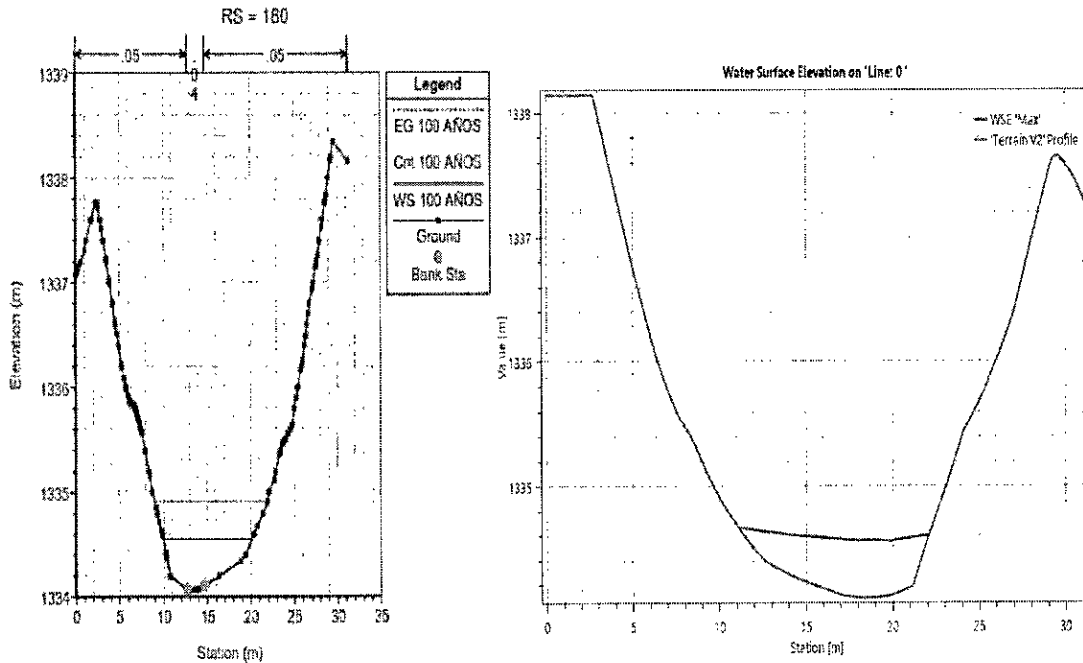
Como se puede observar las diferencias de caudales son pocas y difieren debido al cálculo de las curvas de intensidad frecuencia y los coeficientes de escorrentía.

Resultados de la modelación periodo de retorno 100 Años

- *Quebrada El Balso: De acuerdo con los resultados obtenidos por esta consultoría, se hace la comparación con los resultados del estudio (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021), se aclara que los modelos se diferencian por los resultados de los caudales máximos y su modelación en 2D Y 1D. A continuación, se comparan 3 secciones transversales ubicadas en el mismo sitio con el objetivo de ver la altura de la lámina de agua para un periodo de retronó de 100 años.*



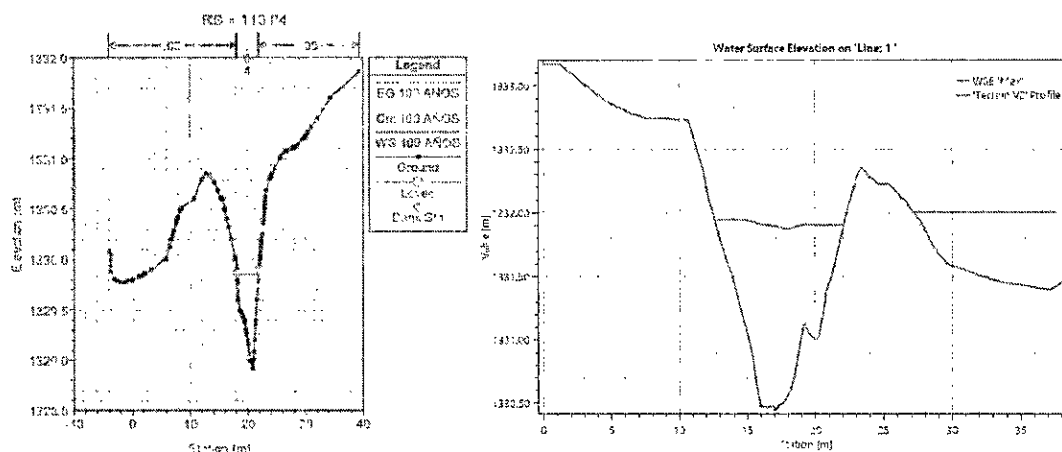
- K0+180: De acuerdo con los resultados de la modelación en la
- Ilustración 16 se puede observar que la diferencia de alturas respecto a la profundidad de la lámina de agua en esta sección no tiene mucha diferencia yendo a la misma cota en los dos modelos.



**Ilustración 16. K0+180 - Izquierda: Resultados Modelo 1D (Consultoria y Construcción - German Trujillo, 2021) – Derecha: Resultados Modelo 2D GIRMAVA**

**Fuente: Girmava, 2024**

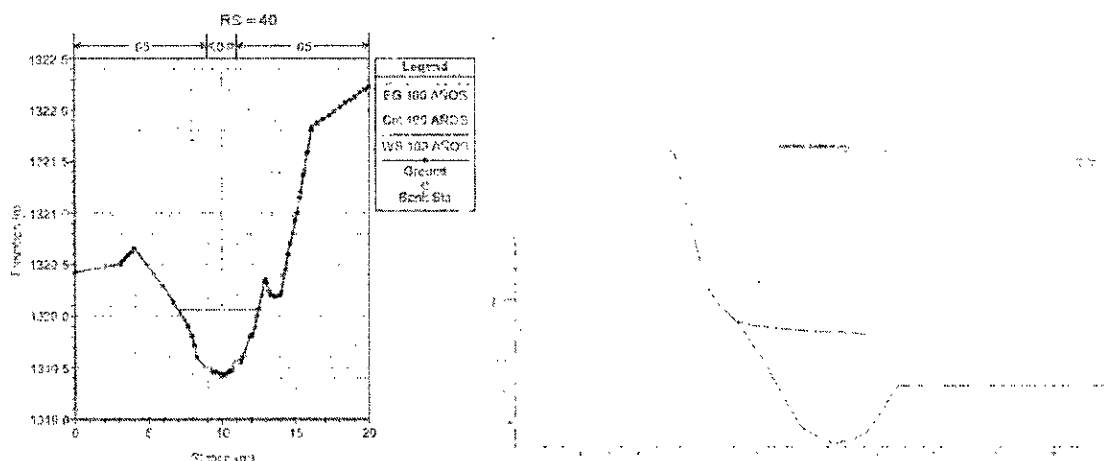
- K0+113.84: De acuerdo con los resultados de la modelación en la Ilustración 17 se puede observar que la diferencia de alturas respecto a la profundidad de la lámina de agua en esta sección es de aproximadamente 2.05 m. presentándose desbordamientos en el encole de la estructura.



**Ilustración 17. K0+113.84 - Izquierda: Resultados Modelo 1D (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) – Derecha: Resultados Modelo 2D GIRMAVA**

Fuente: Girmava, 2024

- K0+040: De acuerdo con los resultados de la modelación en la Ilustración 18 se puede observar que la diferencia de alturas respecto a la profundidad de la lámina de agua en esta sección no tiene mucha diferencia yendo aproximadamente a la misma cota en los dos modelos



**Ilustración 18. K0+040 - Izquierda: Resultados Modelo 1D (Consultoría y Construcción - German Trujillo, 2021) – Derecha: Resultados Modelo 2D GIRMAVA**

Fuente: Girmava, 2024

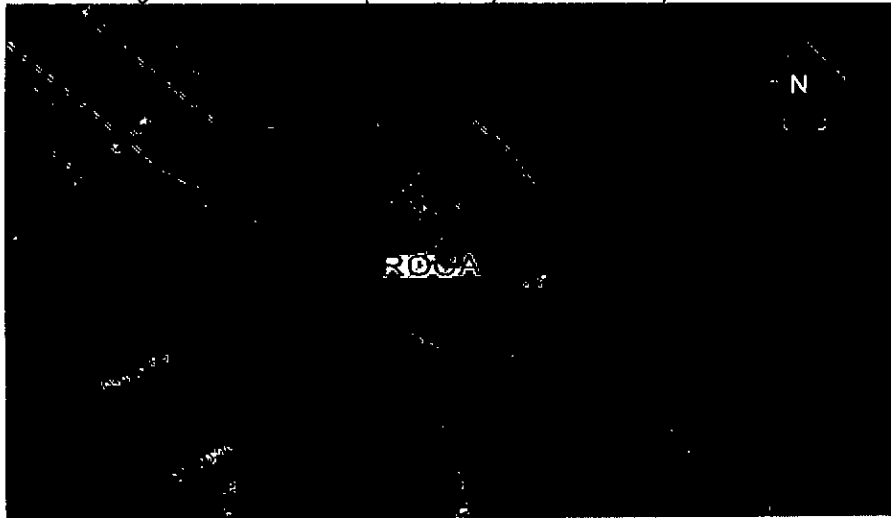
### DIMENSIONAMIENTO DE LA SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta los problemas de inundación que se están presentando en ambas quebradas, se considera necesario la reconfiguración de las mismas para mejorar su capacidad hidráulica e intentar controlar los caudales de diseño.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

### **Descripción Reconformación Propuesta Quebrada El Balso**

En el caso de la quebrada El Balso, se propone que la reconformación de la misma se empiece en la abscisa K0+143 hasta la abscisa K0+386, en la desembocadura con el río Baché, con una longitud total de 243 m. Se propone que la estructura de cruce de la Carrera 8 se mantenga. Para esta quebrada se propone una sección transversal rectangular de 3.50 m de base por 2.00 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m). El diseño se presenta en el Plano 5.



**Ilustración 19. Inicio de la Reconformación Propuesta.**

**Fuente: Girmava, 2024**

### **Dimensionamiento de los Canales (Reconformación)**

La hidráulica de los canales se llevó a cabo a partir de la fórmula de flujo uniforme la cual corresponde a la ecuación de Manning que va de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

En donde:

Q: Caudal aferente (m<sup>3</sup>/s)

n: Coeficiente de rugosidad (adimensional)

A: Área mojada de la sección (m<sup>2</sup>)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente del fondo de canal (m/m)

Como ya se mencionó anteriormente, para la quebrada el Balso se propone una sección transversal rectangular de 3.50 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m). Mientras que para la quebrada Sur Gas se propone una sección transversal rectangular de 2.00 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m). En la Tabla 16 se presentan los cálculos hidráulicos realizados para dichos canales.



**RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO**

Código: F-CAM-110


Versión: 9

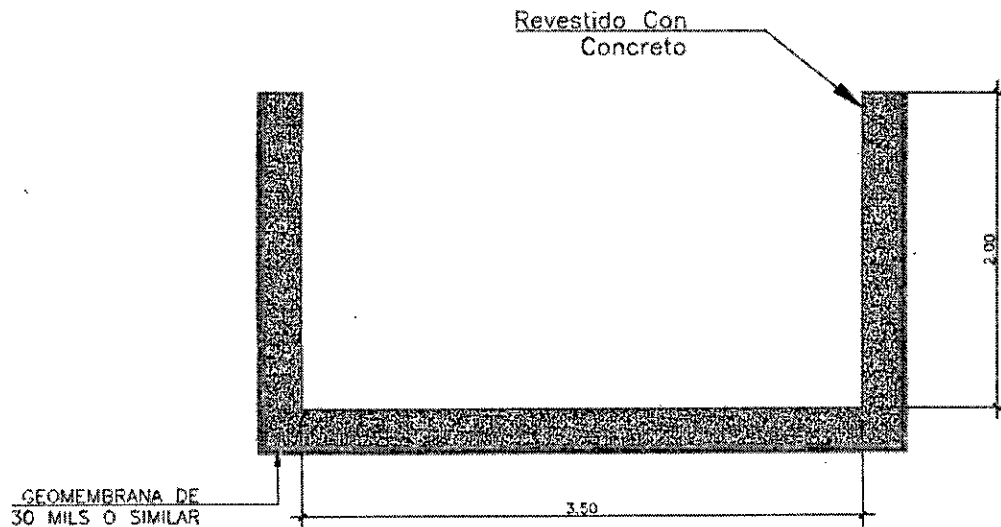
Fecha: 05 Jul 18

**Tabla 16. Características Hidráulicas Canales**

Quebrada	Abscisa	Q (m³/s)	n	b (m)	z	So (m/m)	So (%)	yn (m)	yc (m)	Área norm al (m²)	Vn (m/s)	Área crític a (m²)	Vc (m/s)	No. Froud e	Estado de flujo	Altura Propuest a	Hc (m)	Hn (m)	Bord e Libre
Q. Balso	K0+143 - K0+386	7.19 7	0.01 5	3.5 0	0. 0	0.002 0	0.200 0	0.9 5	0.7 6	3.33	2.16	2.64	2.72	0.71	Subcrític o	2.00	1.3 2	1.3 1	0.55
Q. Sur Gas	K0+096 - K0+110	3.59 0	0.01 5	2.0 0	0. 0	0.002 0	0.200 0	0.9 7	0.6 9	1.93	1.86	1.38	2.60	0.60	Subcrític o	1.50	1.2 1	1.2 3	0.53

Fuente: Girmava, 2024

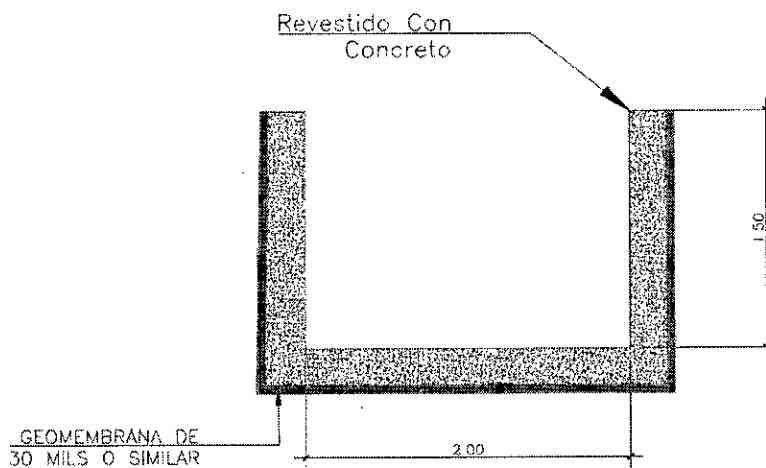
	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18



SECCIÓN TRANSVERSAL  
PROPUESTA CANAL Y EST. ESCALONADA

**Ilustración 20. Sección Transversal Quebrada El Balso**

**Fuente: Girmava, 2024**



**Ilustración 21. Sección Transversal Quebrada Sur Gas**

**Fuente: Girmava, 2024**

**Hidráulica de las estructuras escalonadas (número de caída)**

En el caso de la quebrada el Balso, se proponen escalones que se presentan a lo largo del perfil para adecuarse al terreno natural.



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

Esta verificación hidráulica se hace para corroborar que la altura de lámina de agua generada aguas abajo de la caída (Y<sub>2</sub>) no sobrepasa la altura de canal propuesta. Posteriormente, en la modelación hidráulica se verificará las alturas de lámina de agua aguas abajo de la caída hidráulica. La hidráulica de las estructuras escalonadas se llevó a cabo a partir de las fórmulas experimentales de Moore, Bakhmeteff y Feodoroff, de acuerdo con (CHOW, 1959), donde se define la geometría de flujo mediante la ecuación del número de caída, y así se determina la capacidad hidráulica. Se llevó a cabo a partir de la siguiente expresión:

$$D = \frac{q^2}{g * h^3}$$

En donde:

D: Numero de caída (adimensional)

q: Caudal unitario (m<sup>3</sup>/s\*m)

g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

h: Altura de caída (m)

A partir de esta ecuación se define la longitud de caída y la altura de la lámina al final del escalón por medio de las siguientes expresiones:

$$\frac{L_d}{h} = 4.30 * D^{-0.27}$$

En donde:

L<sub>d</sub>: Longitud de caída (m)

h: Altura de caída (m)

D: Numero de caída (adimensional)

$$\frac{y_2}{h} = 1.66 * D^{-0.27}$$

En donde:

Y<sub>2</sub>: Profundidad secuente a Y<sub>1</sub> (m), en donde este último valor corresponde a la lámina de agua que se forma inmediatamente en la caída del agua.

h: Altura de caída (m)

D: Numero de caída (adimensional)

Los resultados de los cálculos se muestran en la Tabla 17. Como se observa La altura de lámina de agua secuente, Y<sub>2</sub>, es menor que la altura propuesta, razón por la se concluye que el flujo está contenido dentro de la estructura propuesta.

**Tabla 17. Cálculo de lámina de agua después del escalón.**

Quebrada	Ancho o Base (m)	Contrahuella (m)	Caudal Transportado (m <sup>3</sup> /s)	Caudal Unitario (m <sup>3</sup> /s*m)	Numero de caída (adimensional)	L <sub>d</sub> (m)	Huella Mínima (m)	Y <sub>2</sub> (m)
Q. Balso	3.50	1.00	7.197	2.056	0.43100	3.426	3.500	1.323
Q. Sur Gas	2.00	0.50	3.590	1.795	2.62688	2.791	2.800	1.077

Fuente: Girmava, 2024

Hidráulica de las estructuras escalonadas (Flujo Rasante)

Tanto para la quebrada Sur Gas como para el Balso, se propone estructuras escalonadas con una inclinación menor al 55°, pero mayores al 10°, por lo que se propone este tipo de estructuras de

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

disipación de energía a la salida de las estructuras de cruce de las vías, donde actualmente se presentan caídas hidráulicas.

Para el dimensionamiento de la estructura de caída se utilizó la metodología empleada por Ohtsu I., Yasuda Y., Takahashi M., en "Flow Characteristics of Skimming Flows in Stepped Channels", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, September 2004.

En relación con el diseño de estructuras de caída escalonadas con flujo rasante, para controlar las velocidades en los canales con altas pendientes, se emplean estructuras escalonadas que producen una gran pérdida de energía, disminuyendo así la velocidad del flujo y modificando su régimen de supercrítico a subcrítico.

El flujo sobre estas escaleras puede darse en tres diferentes condiciones:

1. **Flujo Rasante ("skimming flow"):** Para esta condición el agua fluye sobre las esquinas externas de las escaleras como una nata sobre un pseudo-fondo, produciéndose una recirculación del agua en la parte interna del escalón. La reducción de energía se da entonces por recirculación de agua en el escalón y por impacto en el escalón aguas abajo.
2. **Flujo escalón a escalón ("nappe flow"):** En este caso el flujo de cada escalón sigue una trayectoria tipo jet con un lente de aire bajo la napa, golpeando la huella del escalón aguas abajo y generando un resalto hidráulico. La pérdida de energía se produce entonces por la dispersión del chorro en el aire, por la mezcla del agua en el impacto y por el desarrollo total o parcial del resalto hidráulico. La metodología para el análisis de este flujo es presentada por Chanson (1994) y Ven Te Chow en su libro de canales abiertos (Método del Número de Caída).
3. **Flujo de transición:** Condición intermedia entre las dos anteriores en que la napa sobre el lente de aire puede o no formarse y se produce una recirculación parcial del agua en cada escalón.

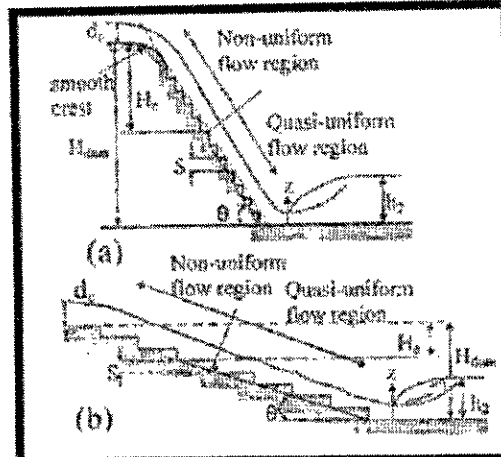
Para las características topográficas de la zona, con una muy alta pendiente, se requiere una estructura de caída escalonada con flujo rasante, las cuales han sido analizadas para pendientes entre 5.7° y 55°, pues la formación total o parcial del resalto hidráulico para un flujo escalón a escalón implica pendientes suaves del terreno.

El diseño consiste entonces en determinar la velocidad,  $v_w$ , y la profundidad del flujo,  $d_w$ , en la estructura, la energía al final de la estructura,  $E_{res}$ , y el incremento de la profundidad del flujo por efecto del aire ( $y_{0.9}$ ) para determinar la altura de muros de la estructura,  $H_w$ .

Las metodologías de diseño para estructuras de caída escalonadas con flujo rasante son variadas y todas de carácter experimental, habiendo seleccionado en este diseño la aconsejada por la referencia bibliográfica mencionada anteriormente, que recoge las últimas experiencias de numerosos investigadores del tema.

Dados un ancho de canal,  $B$ , una caída total,  $H_{dam}$ , un ángulo del canal  $\theta$ , y un caudal de diseño  $Q_w$ , la profundidad crítica se calcula como  $dc = [(Q_w/B)^2/g]^{1/3}$ , valor con el que la altura total relativa de caída es  $H_{dam}/dc$ .

**Ilustración 22. Esquema de definiciones Esquema de definiciones: (a) Escalones para  $\theta=19^\circ$ ,  $23^\circ$ ,  $30^\circ$  y  $55^\circ$ , (b) Escalones tomados para  $\theta=5.7^\circ$ ,  $8.5^\circ$  y  $11.3^\circ$**



Fuente: (Ohtsu, Yasuda, & Takahashi, 2004)

Posteriormente se selecciona la caída en cada escalón.  $S$ , de manera que se forme una condición de flujo tipo rasante. Para ello debe cumplirse la siguiente condición:

$$0.1 \leq S/d_c \leq (S/d_c)_s \quad (1)$$

$$(S/d_c)_s = \frac{7}{6} (\tan \theta)^{1/6} \quad (2)$$

En las anteriores ecuaciones  $\theta$  se encuentra en grados, y se aplica para valores entre  $5.7^\circ$  y  $55^\circ$ . Los autores recomiendan valores de  $S/d_c > 0.25$  para incrementar las pérdidas de energía en la estructura.

De acuerdo a la experimentación realizada por Ohtsu, las condiciones de flujo cambian en función del ángulo  $\theta$  y de la altura relativa del escalón  $S/d_c$ , por lo que el flujo rasante puede clasificarse como tipo A cuando  $\theta > 19^\circ$  o cuando  $S/d_c < (S/d_c)_B$ , o como tipo B en otro caso. La expresión para tal clasificación es:

$$\left(\frac{S}{d_c}\right)_B = 13(\tan \theta)^2 - 2.73 \tan \theta + 0.373 \quad \text{para } 5.7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ \quad (3)$$

Para el flujo Tipo A, la lámina de agua es paralela al pseudo-fondo formado por las esquinas exteriores de los escalones, mientras que para el flujo tipo B la lámina de agua fluye parcialmente paralela a la huella del escalón.

El flujo rasante es altamente turbulento, generándose la entrada de grandes cantidades de aire a lo largo del canal desde un punto de "inceptión" hasta un cierto punto en el cual el flujo llega a ser cuasi-uniforme, sección a partir de la cual no se producen variaciones en la profundidad, concentración de aire y velocidad para un caudal dado.

La altura necesaria del canal para que se alcance el flujo cuasi-uniforme,  $H_e$ , está dada por la siguiente expresión:

$$\frac{H_e}{d_c} = (-1.2 * 10^{-5} \theta^3 + 1.6 * 10^{-3} \theta^2 - 7.13 * 10^{-2} \theta + 1.3)^{-1} * [5.7 + 6.7 e^{(-6.5 * S/d_c)}] \quad (4)$$

Si el flujo alcanza la condición cuasi-uniforme, la altura representativa del flujo,  $d_w$ , y la velocidad promedio  $v_w$  ( $v_w = (Q_w/B)/d_w = q_w/d_w$ ), pueden ser predichas a partir de las siguientes ecuaciones:



	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

$$\frac{dw}{dc} = \left( \frac{f}{8\text{seno}\theta} \right)^{1/3} \quad (5)$$

En que el factor de fricción  $f$  del flujo es:

$$f = f_{\max} - A * \left( 0.5 - \frac{S}{dc} \right)^2 \quad \text{para } 0.1 \leq S/dc \leq 0.5$$

$$f = f_{\max} \quad \text{para } 0.5 \leq S/dc \leq (S/dc)_s \quad (6)$$

Siendo para  $5.7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ$ :

$$A = -1.7 * 10^{-3} * \theta^2 + 6.4 * 10^{-2} * \theta - 1.5 * 10^{-1} \quad (7)$$

$$f_{\max} = -4.2 * 10^{-4} * \theta^2 + 1.6 * 10^{-2} * \theta + 3.2 * 10^{-2} \quad (8)$$

y para  $19^\circ < \theta \leq 55^\circ$ :

$$A = 0.452 \quad (9)$$

$$f_{\max} = 2.32 * 10^{-5} * \theta^2 - 2.75 * 10^{-3} * \theta + 2.31 * 10^{-1} \quad (10)$$

Para el flujo cuasi-uniforme, la energía residual,  $E_{res}$ , en el extremo inferior de la estructura se determina con la primera parte de las siguientes expresiones:

Para flujo tipo A:

$$\left( \frac{E_{res}}{dc} \right)_u = \frac{dw}{dc} \cos\theta + \frac{1}{2} \left( \frac{dc}{dw} \right)^2 = \left( \frac{f}{8\text{seno}\theta} \right)^{1/3} \cos\theta + \frac{1}{2} \left( \frac{f}{8\text{seno}\theta} \right)^{-2/3} \quad (11)$$

Para flujo tipo B:

$$\left( \frac{E_{res}}{dc} \right)_u = \frac{dw}{dc} + \frac{1}{2} \left( \frac{dc}{dw} \right)^2 = \left( \frac{f}{8\text{seno}\theta} \right)^{1/3} + \frac{1}{2} \left( \frac{f}{8\text{seno}\theta} \right)^{-2/3} \quad (12)$$

Finalmente, para el flujo cuasi-uniforme la altura de los muros del canal,  $H_w$  está dada por:

$$H_w = 1.4 * y_{0.9} \quad (13)$$

Siendo  $y_{0.9}$  la profundidad del flujo para una concentración de aire de 0.9. Este valor de  $y$  0.9 se calcula como:

$$y_{0.9} = \frac{dw}{1 - C_{mean}} \quad (14)$$

$$C_{mean} = D - 0.30 \exp \left\{ -5 \left( \frac{S}{dc} \right)^2 - 4 \frac{S}{dc} \right\} \quad (15)$$

$$D = 0.300$$

para  $5.7^\circ \leq \theta \leq 19^\circ$

$$D = -2.0 * 10^{-4} \theta^2 + 2.14 * 10^{-2} \theta - 3.57 * 10^{-2} \quad \text{para } 19^\circ \leq \theta \leq 55^\circ \quad (16)$$

La variable  $C_{mean}$  es la concentración media de aire.

En las estructuras en que no se alcanza a desarrollar el flujo cuasi-uniforme, la energía residual,  $E_{res}$  se calcula como:

$$\frac{E_{res}}{dc} = 1.5 + \left[ \left( \frac{E_{res}}{dc} \right)_u - 1.5 \right] \left[ 1 - \left( 1 - \frac{H_{dam}}{H_e} \right)^{-\theta/25 + 4} \right] \quad (17)$$

La anterior ecuación es válida para  $5.0 \leq H_{dam}/dc \leq H_e/dc$ .

El parámetro  $(E_{res}/dc)_u$  se calcula con la segunda parte de las ecuaciones (11) y (12).

Se calcula entonces para este flujo no uniforme la altura representativa del flujo,  $dw$ , y la velocidad promedio,  $v_w$ , por tanteos a partir de la ecuación:



**RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO**

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

$$Eres = dw \cos \theta + \frac{v_w^2}{2g} \quad \text{para flujo tipo A} \quad (18)$$

$$Eres = dw + \frac{v_w^2}{2g} \quad \text{para flujo tipo B}$$

Al igual que para el flujo cuasi-uniforme, para el flujo no uniforme, se calcula aplicando las ecuaciones (13) a (16).

Con las variables de funcionamiento hidráulica de la estructura de escalones, se revisan que las velocidades en el canal sean inferiores a las máximas permitidas en función del revestimiento seleccionado, que la altura de muros no sea desbordada por el flujo y la geometría y condiciones del canal de salida al final de la estructura.

A partir de la metodología expuesta y la geometría de las escalonadas se realizó el diseño de la escalonada para la zanja con pendiente más crítica, por otro lado, se tendrá el caudal mayor que posea el área aferente a esta zanja.

**Tabla 18. Diseño de Estructuras Escalonadas Obras Hidráulicas**

Obra	Caudal (m³/s)	Ancho (m)	Altura Total (m)	Ángulo Escalón (°)	Altura Escalón (m)	Huella Escalón (m)	Sección	Profundidad Crítica (m)	Velocidad Crítica (m/s)	S/dc	(S/dc)S
Q. Balso	7.20	3.50	1.50	45.00	1.00	1.50	Rectangular	0.76	2.72	1.32	1.17
Q. Sur Gas	3.59	2.00	1.50	45.00	0.50	0.50	Rectangular	0.69	2.60	0.72	1.17

He/dc	He (m)	dw/dc	Altura Lámina a Agua dw (m)	Tipo Flujo	f máx	f	D	Concentración Aire (Cmean)	y0.9	Altura Teórica de Muros Hw (m)	Altura Total Muros (m)
24.91	18.82	0.30	0.23	Flujo Tipo A	0.15	0.15	0.52	0.52	0.69	0.97	1.50
25.17	17.36	0.30	0.21	Flujo Tipo A	0.15	0.15	0.52	0.52	0.59	0.82	1.50

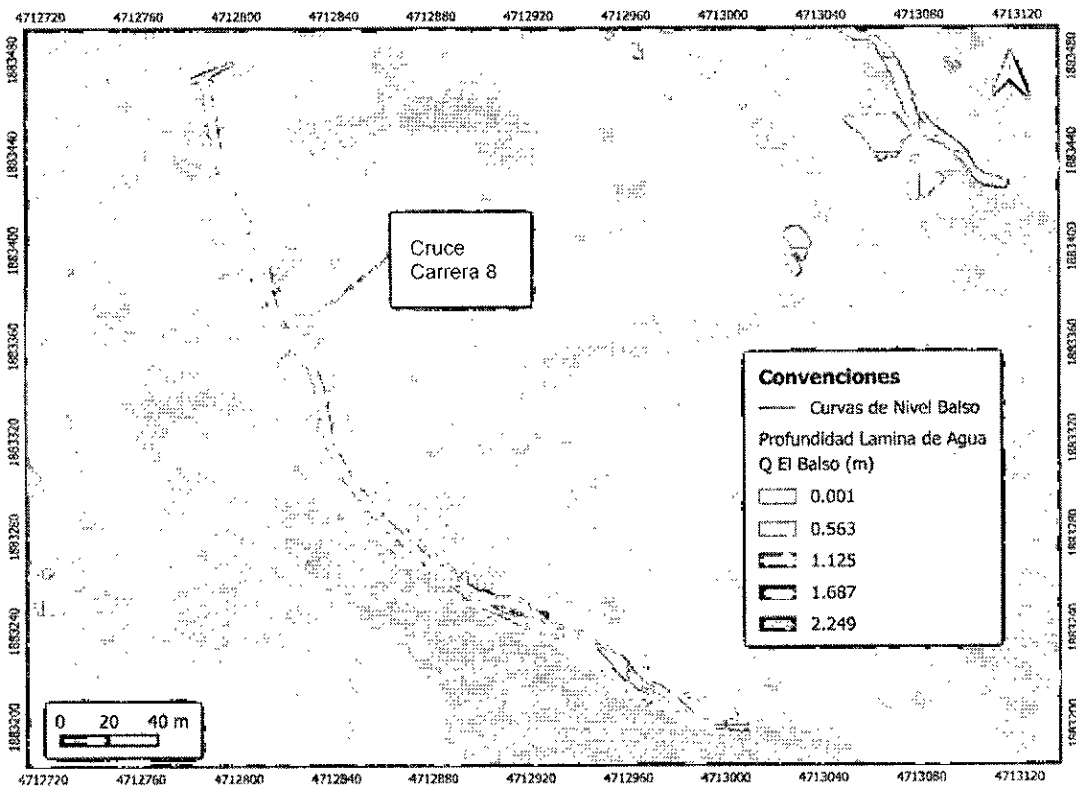
Fuente: Girmava, 202

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

**RESULTADO DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA QUEBRADA EL BALSO RECONFORMADA**

**Lámina de Agua**

En la Ilustración 23 se observa que, para las condiciones establecidas en la modelación, las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.24 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada El Balso, no presenta desbordamientos, a lo largo de su recorrido y se encuentra encauzada por el canal proyectado. Después del cruce de la vía la quebrada se observa que los desbordamientos que se estaban presentando están controlados, y se tiene un adecuado manejo de aguas en el sitio de interés, mejorando sustancialmente la condición hidráulica del sector.

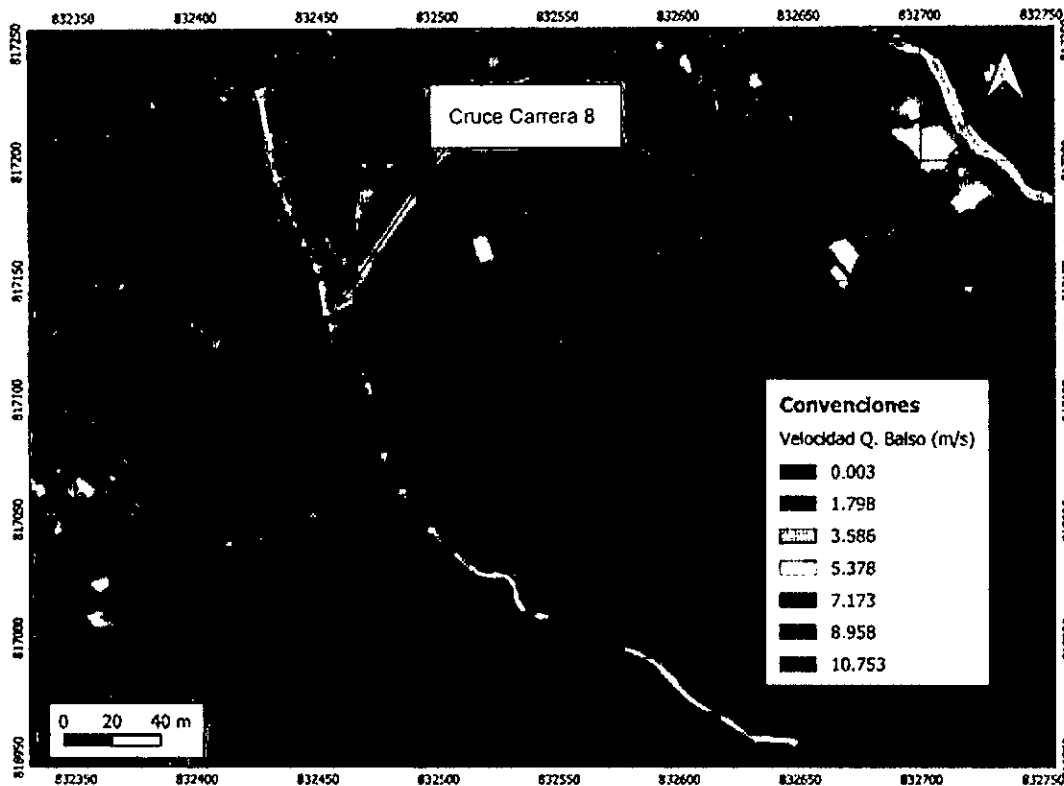


**Ilustración 23. Resultados Hidráulicos de Profundidad Lámina de Agua Diseño - Quebrada Sur Gas**

Fuente: Girmava, 2024

**Velocidad**

En la Ilustración 24 se observa en la zona de proyecto velocidades de flujo de 0.001 a 9.34 m/s. Las mayores velocidades se presentan cercanas a la estructura de cruce de la carrera 8 con velocidades y aguas abajo de esta, donde se diseñó la estructura escalonada. En esta estructurase observan velocidades máximas de 9.34 m/s.



**Ilustración 24. Resultados Hidráulicos de Velocidad de Flujo Diseño - Quebrada El Balso**

**Fuente: Girmava, 2024**

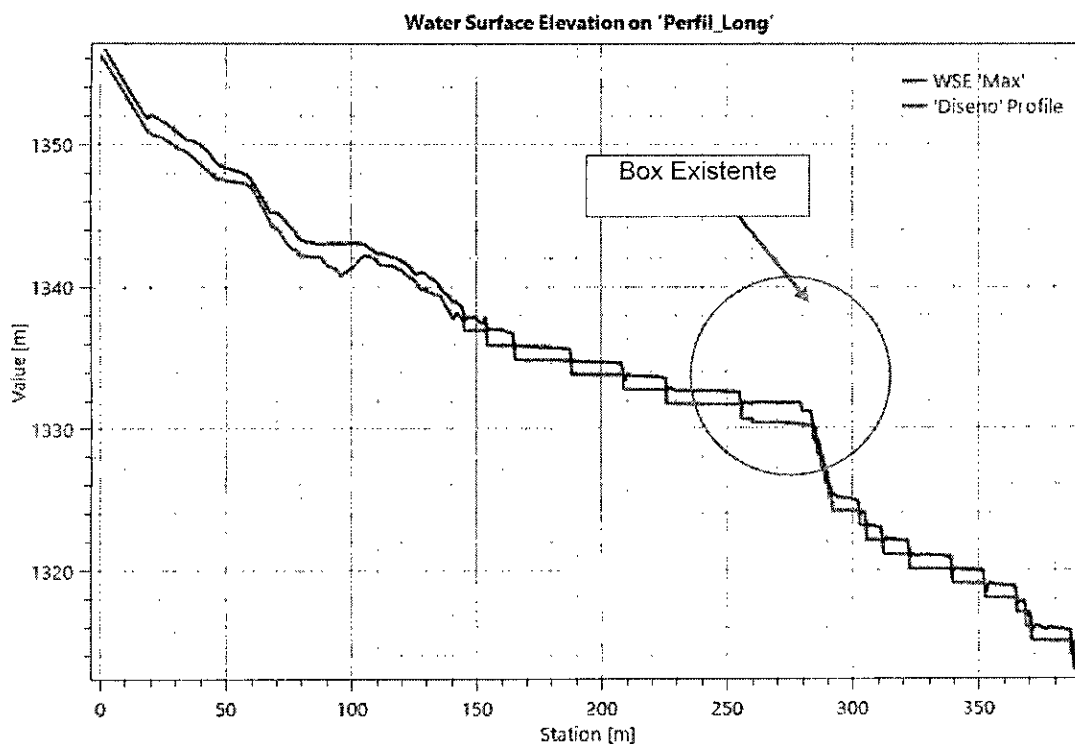
Es importante tener en cuenta, que este tipo de modelos hidráulicos de 2D presentan limitaciones a la hora de entender el funcionamiento de las estructuras escalonadas, y en especial el flujo rasante, toda vez que es un flujo más complejo de análisis y que puede generar inestabilidades en el proceso de cálculo en estos modelos. No obstante, en el numeral 0 se presenta la metodología y verificación hidráulica para este tipo de estructuras.

Si bien es importante conocer las limitaciones que estos modelos presentan, NO desvirtúa el empleo de estos para la comprensión general del comportamiento hidráulico tanto de las estructuras escalonada como de la quebrada.

En la Ilustración 25 se observa el perfil longitudinal de la quebrada. En esta se observa el perfil propuesto para el tramo reconfirmado, donde se observa la estructura de disipación de energía y las láminas de aguas que se presentan en este. Con esta estructura (Escalonada) se controla las

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

velocidades del flujo y la altura de lámina de agua que se desarrolla dentro del canal propuesto previniendo afectaciones en la misma.



**Ilustración 25. Perfil Longitudinal Diseñado - Quebrada El Balso.**

**Fuente: Girmava, 2024**

### VERIFICACIÓN RESOLUCIÓN 957 DE 2018

Se procedió a verificar lo solicitado por la resolución 957 de 2018, en la que se debe garantizar que la elevación de la lámina de agua no supere los 30 centímetros, y que la velocidad del flujo no incremente en más del 10% en comparación con las condiciones originales sin alteración, de acuerdo con la (GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA. MADS, 2018).

Para realizar la verificación solicitada dentro de la resolución es importante tener en cuenta que la Quebrada el Balso entrega sus aguas al río Baché, y la reconformación propuesta llega hasta este punto, razón por la cual se realizará la verificación solamente aguas arriba de la reconformación propuesta, la cual corresponde a la sección K0+130 del abscisado del levantamiento topográfico, sin embargo, se realiza la evaluación del impacto de las obras sobre el río Baché en el capítulo 11. En la Ilustración 26 se presenta la ubicación de la sección analizada. En la Ilustración 27 se presenta la sección transversal con las alturas de lámina de agua encontradas, comparando los resultados de

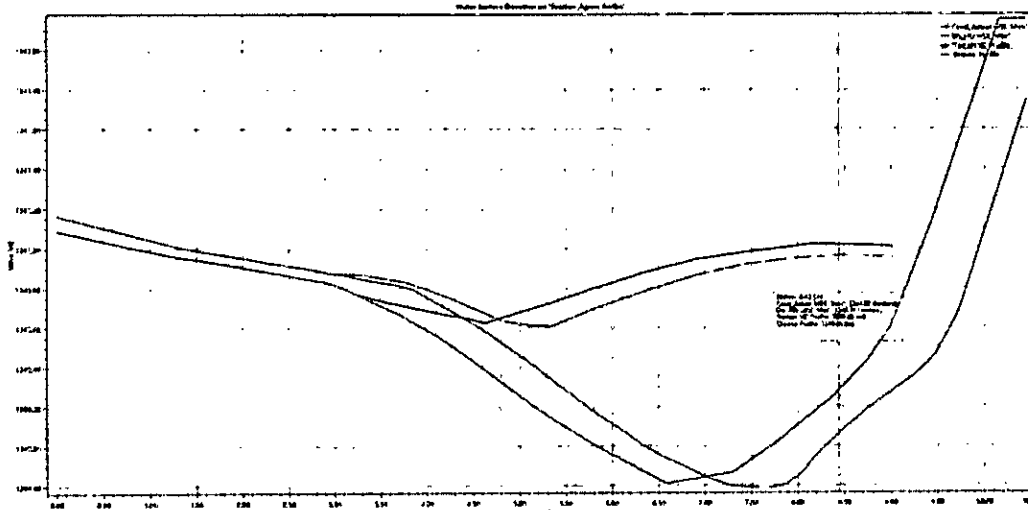
	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

la condición actual y la condición futura (con reconformación). De este análisis se observa que las alturas de lámina de agua para la condición actual es 1341.021 msnm, mientras que para la condición futura la altura de lámina de agua es igual a 1340.965 msnm, una reducción igual a 6 cm. De igual manera, en la Ilustración 28 se presenta se presenta la sección transversal con las velocidades de flujo encontradas, comparando los resultados de la condición actual y la condición futura (con reconformación). De este análisis se observa que la velocidad máxima para esta sección en la condición actual es igual a 2.543 m/s, mientras que para la condición futura la velocidad de flujo es igual a 2.683 m/s, un aumento de velocidad igual a 0.14 m/s, lo que corresponde a un 5.5 %. De acuerdo con lo anterior, para la quebrada el Balso se concluye que se está respetando la resolución 957 de 2018.



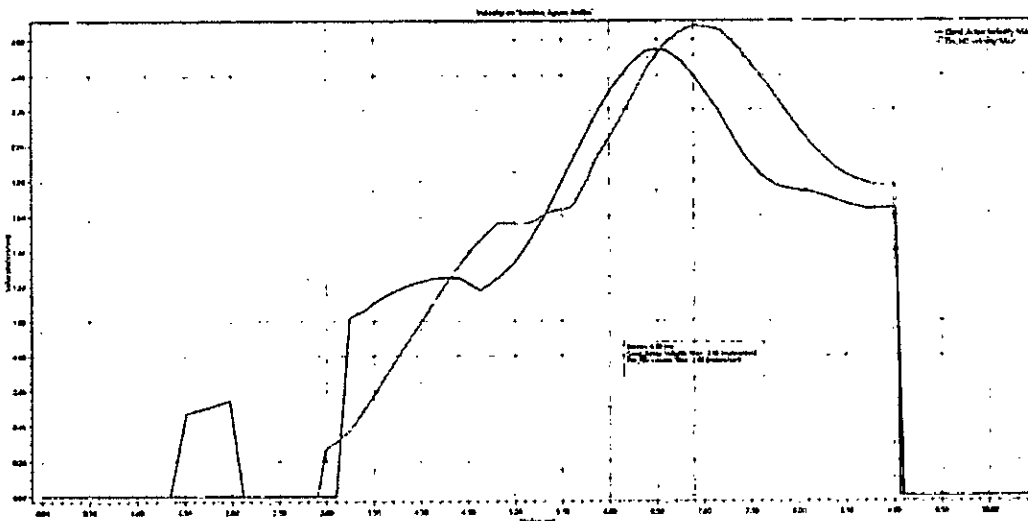
**Ilustración 26. Ubicación Sección Analizada – K0+130 – Quebrada el Balso.**

**Fuente: Girmava, 2024**



**Ilustración 27 . Sección Transversal K0+130 – Perfil de Altura de Lámina de Agua Condición Actual Vs Futura – Quebrada el Balso.**

Fuente: Girmava, 2024



**Ilustración 28. Sección Transversal K0+130 – Perfil de Velocidades Condición Actual Vs Futura – Quebrada el Balso.**

Fuente: Girmava, 2024

### ANÁLISIS DE PROCESOS DE SOCAVACIÓN

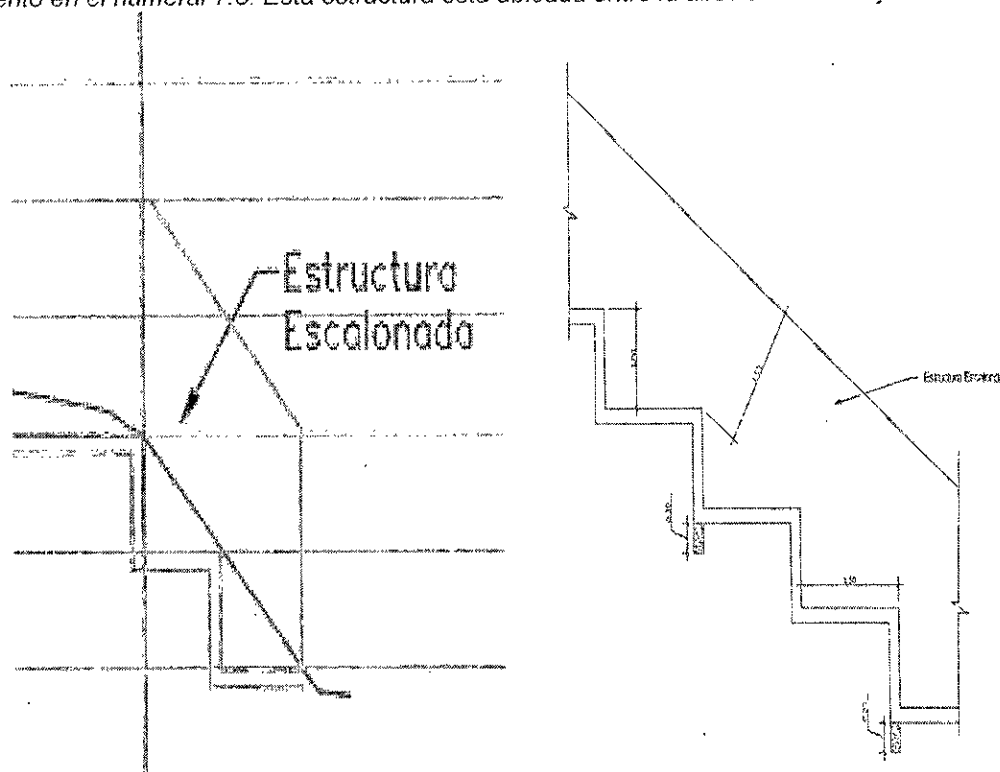
Teniendo en cuenta que de acuerdo con los diseños propuestos para las quebradas el Balso y Sur Gas están propuestas en concreto y que en el caso de la quebrada Sur Gas esta entrega en un canal en concreto existente, razón por la cual no se presentaría procesos de socavación en el área de

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

intervención.

Por otro lado, para la quebrada El Balso, la cual entrega sus aguas al río Bache, es importante analizar las posibles afectaciones que puede llegar a tener la reconfiguración de la quebrada en el río.

Dentro de la reconfiguración propuesta, en la entrega de la quebrada en el río bache se propone la construcción de una estructura de disipación de energía, tipo escalonada, tal como se calculó y se presentó en el numeral 7.5. Esta estructura está ubicada entre la abscisa K0+384 y K0+387.



**Ilustración 29. Estructura Escalonada Propuesta a la Entrega de la Quebrada El Balso en el río Bache.**

**Fuente: Girmava, 2024**

La implantación de esta estructura garantiza que se disminuyan los efectos del flujo de la quebrada El Balso en el río Bache, tal como se observó en la modelación hidráulica realizada.

En la modelación realizada para la condición actual, se observa que en la desembocadura se presente velocidades máximas del orden de 8.54 m/s, tal como se puede observar en la Ilustración 30. Por otro lado, en la Ilustración 31 se presenta las velocidades máximas para la condición futura, donde se observan velocidades máximas de 6.82 m/s. (Se aclara que en la estructura escalona propuesta en concreto, en el modelo hidráulico dan velocidades más altas, pero estas están dentro de la estructura de concreto y no en el río Bache).





**Ilustración 30. Velocidades de Flujo en Desembocadura quebrada el Balso en el Río Bache – Condición Actual.**

**Fuente: Girmava, 2024**




**Ilustración 31. Velocidades de Flujo en Desembocadura quebrada el Balso en el Río Bache – Condición Futura.**

**Fuente: Girmava, 2024**

Teniendo en cuenta lo anterior, y sabiendo que el pico de velocidad en el río Baché se reduce de 8.54 m/s a 6.82 m/s, una reducción del 20.14 %, se considera que los efectos de la socavación generalizada y localizada se disminuyen en la condición futura con respecto a la condición actual, mejorando sustancialmente las condiciones en el río Baché.

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Con base en la información proporcionada por el IGAC existente para la zona de proyecto se trazaron las cuencas hidrográficas de las quebradas El Balso y Sur Gas hasta el punto de. Las principales características de las cuencas se presentan en la siguiente tabla.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Hoya No.	Área Cuenca (km <sup>2</sup> )	Longitud del Cauce (km)	Altura Mayor	Altura Menor	H (m)	Pendiente del Cauce S (m/m)
			(msnm)	(msnm)		
1-Quebrada El Balso	0.15	0.88	1518	1315	203	0.2303
2-Quebrada Sur Gas	0.08	0.58	1504	1314	190	0.3291

Los estudios de caudales consisten en las hoyas sin datos y el cálculo de los caudales máximos instantáneos para corrientes de agua con cuencas menores a 2.5 km<sup>2</sup> se ha definido a través del método Racional. El método o fórmula Racional se utiliza ampliamente para áreas de drenaje de hoyas hidrográficas, como ya ha sido mencionado anteriormente, hasta aproximadamente 2.5 km<sup>2</sup>. Los caudales hallados para cada una de las quebradas para diferentes periodos de retorno se presentan en la siguiente tabla.

Nombre	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud de Cauce (km)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)					
			T= 2 Años	T= 5 Años	T= 10 Años	T= 25 Años	T= 50 Años	T= 100 Años
Quebrada El Balso	0.151	0.88	2.430	3.272	3.990	5.005	6.074	7.197
Quebrada Sur Gas	0.077	0.58	1.191	1.613	1.973	2.482	3.023	3.590

Se llevaron a cabo levantamientos topográficos del sector de estudio, los cuales fueron utilizados como base para las modelaciones hidráulicas que se adelantaron en este informe. Los levantamientos topográficos entregados a esta Consultoría se presentan en el Anexo 2, junto con la superficie generada para la modelación.

Los estudios hidráulicos tienen como fin determinar si se presenta encharcamientos o procesos de inundación en la zona de proyecto para un evento extremo donde se presente el caudal pico de cada una de las quebradas tomando como referencia los estudios hidrológicos. La información base para los estudios hidráulicos se recopiló en campo y a partir de información secundaria, y se refiere al levantamiento topográfico del predio en estudio y las coberturas del suelo, evaluada a partir de imágenes satelitales.

Las coberturas del suelo se obtuvieron a partir de la ortofoto de la zona de proyecto, y en este caso se estableció un valor de coeficiente de rugosidad de Manning para las dos quebradas de 0.050 para las bancas del río (Cobertura Vegetal), 0.065 para los cauces de las quebradas debido a que tiene una gran cantidad de gravas y bolos de tamaño importante y 0.014 para las estructuras en concreto y vías.

Para el modelo se estableció como tiempo total máximo de modelación 2 horas, tiempo en el cual se alcanza el caudal pico para ver la condición más crítica y así ver los resultados del evento extremo. Con base en la información previamente descrita, se lanzan los cálculos para la modelación hidráulica y se obtienen los resultados correspondientes.

De acuerdo con los resultados de la modelación hidráulica para la condición actual de la quebrada El Balso, las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada El Balso sufre desbordamientos al costado oriental del cruce de la vía (Carrera 8) (Ver Ilustración 8) generando inundaciones con láminas de agua hasta de 0.55 m, que podría afectar las zonas aledañas, por otro lado, la profundidad de lámina de agua en la entrada de



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

la estructura (Box Culvert) del cruce de la vía puede variar entre 1.00 m a 2.14 m. En general el drenaje se mantiene dentro del área de su cauce y lo que ocupa naturalmente; finalmente aguas abajo en la desembocadura del río Bache se presentan láminas de agua bajas excepto en un punto donde se presentan alturas hasta de 1.50m.

Las velocidades de flujo para la quebrada El Balso varían entre 0.001 a 8.30 m/s, las mayores velocidades se presentan al inicio del cauce y en la salida de la alcantarilla (Box Culvert) ubicada en la parte media del cauce, velocidades que varían entre 6.00 m/s y 8.00 m/s, en general para la quebrada El Balso se tienen velocidades menores a 2.50 m/s. De acuerdo con los desbordamientos que se pueden presentar con respecto a lo mencionado en el capítulo anterior, a la altura de la estructura de concreto y la vía se mantiene velocidad baja, por otro lado, en la zona de descarga al Río Bache se presentan velocidades de alrededor de 4.00 m/s.

De acuerdo con los resultados de la modelación hidráulica para la condición actual para la quebrada Sur Gas las profundidades de la lámina de agua varían entre 0.01 y 2.14 m. Al analizar el cauce se encuentra que la quebrada Sur Gas sufre un desbordamiento aguas abajo a la altura de la alcantarilla (32"), que afecta la vía (Carrera 8) con profundidades de lámina de agua entre 0.01 m a 0.53 m sobre la vía, después del cruce de la vía la quebrada sobre desbordamientos sobre la margen izquierda, en este punto la quebrada no tiene suficiente capacidad hidráulica para transportar el flujo hasta la condición de frontera la cual es la estructura de la vía de cruce de la quebrada Sur Gas.

Las velocidades de flujo para la quebrada Sur Gas varían entre 0.001 a 8.30 m/s. Las mayores velocidades se presentan cercanas a la estructura de cruce de la carrera 9 con velocidades entre 6.00 m/s a 8.30 m/s, esto influye en el desbordamiento aguas arriba. En general para la quebrada Sur Gas se tienen velocidades entre 1.00 m/s y 2.076 m/s. por otro lado, para la velocidad a la entrada y descole de la alcantarilla esta entre 2.00 m/s y 4.00 m/s.

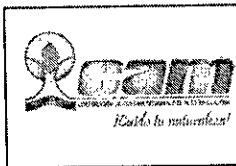
De acuerdo a la comparación del modelo respecto a la profundidad de lámina de agua se tiene que, en las secciones transversales trazadas en el mismo punto, se tienen diferencias de alturas entre 0.10 m a 2.00 m, la mayor diferencia de altura se presenta sobre el cauce de la quebrada El Balso a la altura de la estructura de cruce sobre la carrera 8.

Teniendo en cuenta los problemas de inundación que se están presentando en ambas quebradas, se considera necesario la reconfiguración de las mismas para mejorar su capacidad hidráulica e intentar controlar los caudales de diseño.

En el caso de la quebrada El Balso, se propone que la reconfiguración de la misma se empiece en la abscisa K0+143 hasta la abscisa K0+386, en la desembocadura con el río Baché, con una longitud total de 243 m. Se propone que la estructura de cruce de la Carrera 8 se mantenga. Para esta quebrada se propone una sección transversal rectangular de 3.50 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m).

Para la quebrada Sur Gas, se propone que la reconfiguración desde el inicio de la tipografía, pasando por la estructura de cruce sobre la Carrera 8, Abscisa K0+096.92, hasta la unión con el canal existente en la Abscisa K0+111.41, con una longitud total de 111.41 m. Se propone que la estructura de cruce de la Carrera 8 se amplíe para mejorar su capacidad hidráulica, ampliándola a un box culvert de 2.00m X 1.50 m. Para esta quebrada se propone una sección transversal rectangular de 2.00 m de base por 1.50 m de altura, con una pendiente longitudinal de 0.20 % (0.002 m/m).

Para realizar la verificación solicitada dentro de la resolución es importante tener en cuenta para que la Quebrada el Balso entrega sus aguas al río Baché, razón por la cual se realizará la verificación solamente aguas arriba de la reconfiguración propuesta, la cual corresponde a la sección K0+130



## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

del abscisado del levantamiento topográfico. De este análisis se observa que las alturas de lámina de agua para la condición actual es 1341.021 msnm, mientras que para la condición futura la altura de lámina de agua es igual a 1340.965 msnm, una reducción igual a 6 cm. Mientras que la velocidad máxima para esta sección la condición actual es 2.543 m/s, mientras que para la condición futura la velocidad de flujo es igual a 2.683 m/s, un aumento de velocidad igual a 0.14 m/s, lo que corresponde a un 5.5 %. De acuerdo con lo anterior, para la quebrada el Balso se concluye que se está respetando la resolución 957 de 2018.

De igual manera, el ejercicio se realizó la verificación solicitada dentro de la resolución para la quebrada Sur Gas. Para esta quebrada es importante tener en cuenta para que esta entrega sus aguas a un canal existente recubierto en concreto, lo que es una condición presente pero no una condición natural, razón por la cual se realizará la verificación solamente aguas arriba de la reconfiguración propuesta, la cual corresponde a la sección K0-005 del abscisado del levantamiento topográfico.

Del análisis realizado para la quebrada Sur Gas en la sección transversal aguas arriba del inicio de la intervención, se observa que las alturas de lámina de agua para la condición actual es 1329.598 msnm, mientras que para la condición futura la altura de lámina de agua es igual a 1329.609 msnm, un aumento de 1 cm. En relación con la velocidad máxima para esta sección en la condición actual es igual a 2.790 m/s, mientras que para la condición futura la velocidad de flujo es igual a 2.700 m/s, una disminución de velocidad igual a 0.09 m/s, lo que corresponde a un 3.2 %. De acuerdo con lo anterior, para la quebrada Sur Gas se concluye que se está respetando la resolución 957 de 2018. Se aclara que para la quebrada Sur Gas el alcance del presente informe no alcanza a llegar la modelación al río Baché queda alrededor de 75 m antes de la entrega y entrega sus aguas a un canal en concreto existente, que posteriormente entregará sus aguas al río.

Teniendo en cuenta lo anterior, en el capítulo 11 se presenta el análisis realizado para la quebrada El Balso y de acuerdo con el análisis realizado, se encontró que el pico de velocidad en el río Baché se reduce de 8.54 m/s (Condición Actual) a 6.82 m/s (Condición Futura), una reducción del 20.14 %, se considera que los efectos de la socavación generalizada y localizada se disminuyen en la condición futura con respecto a la condición actual, mejorando sustancialmente las condiciones en el río Baché.

### **Revisión CAM - memorando interno No. 515 de 2025**

De acuerdo al apoyo suministrado por la oficina Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, mediante memorando interno No. 515 de 2025, se emite concepto técnico con fecha del 05 de marzo de 2025, conforme al cual se establece lo siguiente:

"Mediante memorando No. 473 de 2025, la directora territorial Norte, CAROLINA TRUJILLO CASANOVA, solicitó a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental (SRCA) apoyo en la evaluación de los requerimientos realizados al MUNICIPIO DE SANTA MARIA, identificado con NIT 891 180.076-3, dentro del trámite de Permiso de Ocupación de Cauce (POC) para la construcción de obras de contención en las fuentes hídricas El Balso y Canal 1 Sur Gas

Se revisó la información allegada en los expedientes POC-00181-24, que consta de 309 folios, incluyendo un CD en el folio 21, y POC-00182-24, que contiene 288 folios, incluyendo un CD en el folio 82 Adicionalmente, se recibió una memoria USB que contiene la respuesta a las observaciones, junto con los estudios hidráulicos en formato PDF, anexos con Información climática del IDEAM, topografía, modelaciones hidráulicas en HEC-RAS, archivos de respaldo y demás documentación técnica asociada.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

De acuerdo con la normatividad ambiental vigente Decreto 1076 de 2015, Decreto 2245 de 2017 y Resolución 957 de 2018-, relativa a la ocupación del cauce para infraestructura vial, es necesario que todas las estructuras hidráulicas se diseñen para permitir el paso de caudales máximos asociados a un periodo de retorno de 100 años. En estas condiciones alteradas, se debe garantizar que la elevación de la lámina de agua no supere los 30 centímetros, y que la velocidad del flujo no incremente en más del 10% en comparación con las condiciones originales sin alteración.

En este contexto, y de acuerdo con las orientaciones técnicas de los componentes hidrológico e hidráulico brindadas al MUNICIPIO DE SANTA MARÍA en relación con el trámite del Permiso de Ocupación de Cauce, se presentan las consideraciones para las obras, ubicadas en el área urbana del municipio de Santa María, departamento del Huila.

La revisión del componente hidrológico comprendió el análisis de la información allegada haciendo énfasis en la verificación de la climatología, características morfométricas, curvas Intensidad-Duración-Frecuencia - IDF y las metodologías empleadas para la estimación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno sobre los drenajes naturales en cada uno de los sitios donde se proyecta la construcción de las obras, cuyas magnitudes se presentan en la Tabla 1

Periodo de retorno (Años)	Caudal (m <sup>3</sup> /s) - Quebrada El Balso	Caudal (m <sup>3</sup> /s) - Quebrada Sur Gas
2	2.43	1.19
5	3.27	1.61
10	3.99	1.97
25	5.01	2.48
50	6.07	3.02
100	7.20	3.59

**Tabla 1. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno**

Las intervenciones objeto del trámite de ocupación de cauce comprenden la construcción y adecuación de estructuras hidráulicas en las quebradas El Balso y Sur Gas, con el fin de garantizar la conducción de caudales y optimizar la capacidad hidráulica de los drenajes naturales en su interacción con la infraestructura vial A continuación, se describen las características de cada intervención

En la quebrada El Balso, la obra se extiende a lo largo de 265 m, con un canal rectangular de 3.50 m de base y 2.00 m de altura. En la intersección vial (carrera 8), se mantendrá el Box Culvert existente de 3.50 m x 1.50 m. Posteriormente se incluye un dissipador escalonado con huella de 1.50 m, contrahuella de 1.00 m y altura total de 1.50 m

En la quebrada Sur Gas, la obra inicia con un canal rectangular de 2.00 m de base y 1.50 m de altura que se extiende a lo largo de 106.89 m. En la intersección vial (carrera 9), se construirá un Box Culvert de 2.50 m x 1.50 m, sustituyendo la alcantarilla existente de 32 pulgadas. Posteriormente, se incluye un dissipador escalonado con huella de 0.50 m contrahuella de 0.50 m y altura total de 1.50 m

La evaluación hidráulica se realizó de manera integral para el tramo intervenido en cada una de las quebradas, considerando la interacción y continuidad de las estructuras proyectadas El análisis comprende dos escenarios, condiciones actuales e implantación de la estructura propuesta. Los resultados verifican que las intervenciones proyectadas cuentan con la capacidad hidráulica para garantizar el paso de caudales máximos asociados a un periodo de retomo de 100 años, cumpliendo con los requisitos normativos aplicables.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

#### Quebrada El Balso

Dado que la estructura proyectada no continúa sobre el mismo cauce intervenido, sino que entrega el flujo directamente al río Baché, los criterios de elevación de la lámina de agua (30 cm) y de incremento de velocidad del flujo (10%) no son aplicables en este tramo, ya que estos parámetros están definidos exclusivamente para el cauce intervenido y no para la fuente receptora

La modelación hidráulica demuestra que la obra permite una reducción progresiva de la velocidad pasando de 8.54 m/s a 6.52 m/s en el punto de descarga (reducción de 20,14 5%), lo que favorece la disipación de energía y minimiza impactos hidráulicos en la fuente receptora. Los resultados verificados de las modelaciones en cada escenario para la quebrada El Balso se presentan en la Tabla 2

Escenario	Sección	Velocidad (m/s)	Altura lámina agua (m)
Actual	Aguas arriba	2.54	0.06
	Aguas abajo	8.54	N/A (descarga al río)
Implantación	Aguas arriba	2.68	0.18
	Aguas abajo	6.82	N/A (descarga al río)

Tabla 2. Velocidades y altura de lámina de agua – Quebrada El Balso

#### Quebrada Sur Gas

La estructura proyectada entrega su flujo a un canal de concreto existente que posteriormente desemboca en el río Baché. En este caso, el análisis hidráulico se enfocó en la verificación de las condiciones hasta este punto. Los criterios de elevación de la lámina de agua (30 cm) y de incremento de velocidad del flujo (10%) no son aplicables en este tramo ya que estos parámetros están definidos para el cauce intervenido y no para la infraestructura receptora existente. Los resultados verificados de las modelaciones en cada escenario para la quebrada Sur Gas se presentan en la Tabla 3:

Escenario	Sección	Velocidad (m/s)	Altura lámina agua (m)
Actual	Aguas arriba	2.79	0.01
	Aguas abajo	8.54	N/A (descarga a canal existente)
Implantación	Aguas arriba	2.70	0.00
	Aguas abajo	6.82	N/A (descarga a canal existente)


Tabla 3. Velocidades y altura de lámina de agua – Quebrada Sur Gas

Conforme a lo anterior, se verifica el cumplimiento de los criterios establecidos en LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS, 2018), los cuales establecen que la velocidad del flujo no debe incrementarse en más del 10% respecto a las condiciones sin alteración (2.8 m/s en la quebrada El Balso y 3.07 m/s en la quebrada Sur Gas), ni debe haber una sobreelevación en los niveles mayor a 30 cm (0.36 m y 0.31 m, respectivamente).

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

#### CONCEPTO:

Se verifica que los componentes hidrológico e hidráulico de la intervención cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (MADS, 2018), garantizando que las modificaciones en la morfología

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

del sistema lótico asociadas a la implementación de los canales, box culvert y dissipador en las quebradas El Balso y Sur Gas se ajusten a las condiciones de diseño establecidas para un periodo de retorno de 100 años.

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- a. El presente concepto se sustenta en la información allegada en el expediente POC-00181-24 y POC-00182-24.
- b. Con base en la modelación hidráulica analizada, se establece que las estructuras propuestas garantizan una adecuada conducción del flujo en los escenarios evaluados.
- c. La Corporación, en el marco del trámite de ocupación de cauce, no evalúa aspectos estructurales, presupuestarios, de estabilidad, procesos constructivos ni materiales utilizados en la ejecución de la obra. Por lo tanto, la responsabilidad sobre estos aspectos recae exclusivamente en los diseñadores y responsables del proyecto


**5.CERTIFICADO DE USO DE SUELO**


Según el certificado de uso de suelo presentado por el solicitante menciona lo siguiente:

"Que de acuerdo a la Ley 388 de 1997 "Planes de ordenamiento territorial", y establecido en el "Plano No: R-05: "ZONIFICACIÓN PARA USO DEL SUELO" del esquema de ordenamiento territorial aprobado mediante el Acuerdo Municipal No. 031 del 30 de noviembre de 2007, la QUEBRADA EL BALSO, se encuentra entre la cota 1325 y la cota 1300 la cual desemboca en el Rio Bache del municipio de Santa María, Departamento de Huila, el uso de suelo es:

ÁREAS NO APTAS PARA DESARROLLO URBANO (ANAPDU): Se consideran áreas no aptas para el desarrollo urbano todas las áreas que corresponden al suelo de protección de los recursos naturales, las áreas afectadas por alto riesgo y las áreas que por su pendiente limita el desarrollo urbano. Sus tipos de uso son los siguientes":

USO PRINCIPAL	USO COMPLEMENTARIO	USO RESTRINGIDO	USO PROHIBIDO
Protección y conservación	Ninguno	Construcciones complementarias que contribuyan al uso principal	Todos los demás usos.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

	<b>MUNICIPALIDAD DE SANTA MARÍA</b> <small>BOGOTÁ, D. C. - COLOMBIA</small>	<b>Código:</b> MO 02-02
	<b>SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA</b>	<b>Fecha:</b> 05.07.2018
	<b>FORMATO DE CERTIFICACIÓN DE USO DE SUELO</b>	<b>Versión:</b> 01
	<small>ESTADO DE LA INFORMACIÓN: 01 - Borrador</small>	<b>Estado:</b> 1.00.1
	<small>ESTADO DE LA INFORMACIÓN: 02 - Aprobado</small>	

**EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA DE SANTA MARÍA -HUILA**

**HACE CONSTAR:**

Que de acuerdo a la Ley 388 de 1997 "Planes de ordenamiento territorial", y establecido en el "Plano No: E-03: "ZONIFICACIÓN PARA USO DEL SUELO" del esquema de ordenamiento territorial aprobado mediante el Acuerdo Municipal No. 031 del 30 de noviembre de 2007, la **QUEBRADA EL BALSO**, se encuentra entre la cota 1325 y la cota 1300 la cual desemboca en el Rio Dache del municipio de Santa María, - Departamento de Huila, el uso de suelo es:

- **ÁREAS NO APTAS PARA DESARROLLO URBANO (ANAPDU):** Se consideran áreas no aptas para el desarrollo urbano todas las áreas que corresponden al suelo de protección de los recursos naturales, las áreas afectadas por alto riesgo y las áreas que por su pendiente limita el desarrollo urbano. Sus tipos de uso son los siguientes:

USO PRINCIPAL	USO COMPLEMENTARIO	USO RESTRINGIDO	USO PROHIBIDO
• Protección y conservación	• Ninguno	• Construcciones complementarias que contribuyan al uso principal	• Todos los demás usos.

Se expide a los veinticuatro (24) días del mes de septiembre de 2018 a solicitud del interesado.

  
**WINSTON FERNEY LOPEZ QUINTERO**  
 Secretario de Planeación, Obras Públicas e Infraestructura.

PLANEACIÓN	OPERA	AVISO
<small>SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA</small>	<small>SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA</small>	<small>SECRETARÍA DE PLANEACIÓN, OBRAS PÚBLICAS E INFRAESTRUCTURA</small>
<small>BOGOTÁ, D. C. - COLOMBIA</small>	<small>BOGOTÁ, D. C. - COLOMBIA</small>	<small>BOGOTÁ, D. C. - COLOMBIA</small>

## 6. CONCEPTO TÉCNICO

Teniendo en cuenta la solicitud con todos los documentos técnicos allegados, y de conformidad a la visita de evaluación realizada en campo, así como la evaluación de la documentación realizada por parte de la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, se tiene que las obras objeto de la presente solicitud no generarían impactos ambientales adversos, por lo cual se considera técnica y ambientalmente viable otorgar el Permiso de Ocupación de Cauce Permanente sobre la fuente hídrica El Balso que discurre por el municipio de Santa María; para la ejecución de las siguientes obras:

- Dos (2) mallas contra el flujo de detritos en las abscisas K0+020 y K0+095, compuesta por pemos en el área con una separación tanto vertical como horizontal de 2.5 m, con una longitud total de 5 metros de profundidad.
- Canal rectangular que empieza en la abscisa K0+143 hasta la abscisa K0+386, con una longitud total de 265 m, con un canal rectangular de 3.50 m de base y 2.00 m de altura. En la intersección vial (carrera 8), se mantendrá el Box Culvert existente de 3.50 m x 1.50 m. Posteriormente se incluye un dissipador escalonado con huella de 1.50 m, contrahuella de 1.00 m y altura total de 1.50 m.

Las cuales se localizan en las siguientes coordenadas:





## RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

Punto	FUENTE HIDRICA	Municipio Santa María	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
Inicial canalización	El Balso	Casco Urbano	832410	817266
Final canalización	El Balso	Casco Urbano	832522	817046
Malla 1	El Balso	Casco Urbano	832566	816999
Malla 2	El Balso	Casco Urbano	832630	816962

TABLA No. 19. Coordenadas planas tomadas en campo sobre los puntos de intervención.

Las obras antes descritas hacen parte del proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA".

Se considera que los componentes hidrológico e hidráulico de la intervención cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (MADS, 2018), garantizando que las modificaciones en la morfología del sistema lótico asociadas a la implementación de los canales, box culvert y dissipador en las quebradas El Balso y Sur Gas se ajusten a las condiciones de diseño establecidas para un periodo de retorno de 100 años.


Se verifica el cumplimiento de los criterios establecidos en LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS, 2018), los cuales establecen que la velocidad del flujo no debe incrementarse en más del 10% respecto a las condiciones sin alteración (2.8 m/s en la quebrada El Balso y 3.07 m/s en la quebrada Sur Gas), ni debe haber una sobreelevación en los niveles mayor a 30 cm (0.36 m y 0.31 m, respectivamente).

Dichas obras de ocupación deben construirse acorde y de conformidad a las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente POC-00181-24, realizados y presentados por la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No.55.115.896 expedida en Santa María - Huila.

Por su parte la Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa la parte estructural, presupuestal, económica, de estabilidad, proceso constructivo, o de calidad de los materiales utilizados, entre otros, del proyecto en mención. Así como también cualquier responsabilidad relacionada con la implantación, ejecución y estabilidad de las obras será responsabilidad exclusiva del solicitante del presente permiso de ocupación, es decir la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No. 55.115.896 expedida en Santa María - Huila.

### OBLIGACIONES MINIMAS:

- Del mismo modo para la ejecución del proyecto en mención con el fin de garantizar la seguridad en el perímetro se recomienda la implementación de avisos provisionales de

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

información y precaución, así como también de cerramientos temporales, lo anterior con el fin de minimizar el riesgo de accidentes.

- Proteger las dos márgenes del cauce y áreas intervenidas para la ocupación, dando cumplimiento a lo siguiente:
  - a) Retirar del cauce todos los objetos extraños tras finalizar las obras.
  - b) Depositar los materiales sobrantes o de construcción en los sitios autorizados.
  - c) Disponer los residuos sólidos y líquidos en los sitios autorizados.
  - d) No lavar equipos o vehículos dentro de los cuerpos de agua.
  
- Evitar los procesos de erosión, socavación, arrastre y aporte de sedimentos a las corrientes, que sean debidos a las obras de ocupación, dando cumplimiento a lo siguiente:
  - a) Realizar las obras necesarias para la estabilización estabilidad de taludes, protección a la erosión, control de socavación y para controlar el arrastre y aporte de manejo de sedimentos a los cuerpos de agua a intervenir.
  - b) Hacer seguimiento detallado a las obras y realizar las reparaciones correspondientes en caso de deterioro.
  
- El plazo de ejecución de obras de la presente autorización de permiso de ocupación de cauce es por el término de doce (12) meses contados a partir de la notificación de la resolución por medio de la cual se otorga el permiso.
- Finalizada la ejecución de obras y obteniendo una ocupación permanente sobre la fuente hídrica, la CAM realizará seguimiento doce (12) meses después, por su parte evaluará los impactos ambientales que generen las obras con ocasión al presente permiso de ocupación, más no evaluará la estabilidad de las mismas, la cual es responsabilidad del peticionario o beneficiario del permiso.
- El permiso de ocupación de cauce no implica el establecimiento de servidumbre en interés privado sobre los predios donde se ubiquen las obras, la constitución de servidumbre que sea necesaria la gestionará el beneficiario ante la autoridad competente.
- El beneficiario está obligado a prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos adversos que puedan surgir por el proyecto.
- Los materiales pétreos para la construcción deberán provenir de fuentes autorizadas y que cuenten con los respectivos permisos de la autoridad ambiental.
- Los escombros que resulten de la construcción se les deben dar una adecuada disposición en un sitio técnicamente adecuado, no pueden ser arrojados a fuentes hídricas o drenajes.
- El material resultante de los trabajos de excavaciones y dragados no podrá ser comercializado, se recomienda disponerlo en un sitio técnicamente adecuado.
- El incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2019 o la norma que le adicione, modifique o sustituya, previo proceso sancionatorio ambiental adelantado por la entidad ambiental.
- Así mismo, el presente permiso no autoriza el aprovechamiento forestal, por tanto, si se requiere intervenir alguna especie forestal del lugar, deberá realizar el respectivo trámite de Permiso de Aprovechamiento Forestal.
- Como medida de compensación ambiental, el beneficiario del permiso deberá realizar una reforestación activa de 1000 metros cuadrados, para lo cual deberá establecerse en áreas que pertenezcan a la zona hidrográfica El Balso en el municipio de Santa María, cumpliendo además con los siguientes requerimientos:

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

- a) Establecer como mínimo 1000 individuos forestales teniendo en cuenta el área aproximada de ocupación de cauce y área de influencia.
- b) La reforestación debe ser con especies forestales protectoras - productoras, buscando generar hábitats y sitios de alimentación para fauna.
- c) El establecimiento de individuos forestales debe contar con unas alturas mínimas no inferiores a 50 cm que conserven buen estado físico y sanitario.
- d) Garantizar y planificar seguimientos por los primeros tres años.
- e) En caso de que seleccionen predios privados presentar actas firmadas por los propietarios para garantizar la conservación del área.

• Para la plantación se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) El individuo forestal debe estar en buen estado fitosanitario.
- b) El ahoyado debe ser de 0.30 X 0.30 de ancho por 0.30 de profundidad, aplica: fertilizantes de origen orgánico, que garanticen la supervivencia de las especies, con condiciones fitosanitarias óptimas y de vigor.
- c) Aplicar hidrorretenedor para garantizar la humedad requerida para el desarrollo de la planta.
- d) Garantizar el control fitosanitario (control de plagas y enfermedades).
- e) Tener en cuenta el sistema de riego a utilizar.
- f) El porcentaje de mortalidad que será manejado no deberá ser superior al 10%, en caso contrario deberá realizarse el replante o resiembra.

El termino establecido para el cumplimiento de la medida compensatoria relacionada con la actividad de restauración activa tres (3) años y/o hasta que los individuos alcancen una altura mínima de 1.5 m de altura, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, las cuales deberán ser ejecutadas de la siguiente manera:

- Dos (2) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, para la presentación del correspondiente plan de establecimiento forestal, el cual deberá ser aprobado por esta Corporación.
- En el primer año para realizar el establecimiento y resiembra correspondiente.
- En el segundo y tercer año deberá realizar los respectivos mantenimientos, presentando un informe semestral sobre el cumplimiento de la medida compensatoria.


#### 4. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar traslado del presente concepto junto con el expediente POC-00181-24 al área jurídica de la Dirección Territorial Norte para su respectivo trámite.
- Se programará la visita de seguimiento en el año siguiente después de quedar ejecutoriada la Resolución.

(...)"

#### ANALISIS DEL CASO PARTICULAR

Que mediante radicado CAM No. 2024-E 31760 de fecha 28 de octubre de 2024 y VITAL No. 4900891180076324002, la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No.55.115.896 expedida en Santa María - Huila, solicitó ante este Despacho Permiso de Ocupación de Playas, Cauces y Lechos, sobre la fuente hídrica El

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

Balso, en el punto con coordenadas X: 816.958.3957 Y: 832.648.4094 para realizar obras de contención, ubicado en al área urbana del municipio de Santa María, departamento del Huila. Solicitud que se presentó, bajo los parámetros previstos en el Decreto 1076 de 2015, "Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", en especial su artículo 2.2.3.2.12.1., que señala "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 Competente".

Revisada la documentación aportada por el solicitante y de acuerdo con lo conceptuado por el profesional encargado, esta Corporación considera viable otorgar el presente permiso de ocupación de cauce permanente sobre la fuente hídrica El Balso que discurre por el municipio de Santa María; para la ejecución de las siguientes obras:

- Dos (2) mallas contra el flujo de detritos en las abscisas K0+020 y K0+095, compuesta por pernos en el área con una separación tanto vertical como horizontal de 2.5 m, con una longitud total de 5 metros de profundidad.
- Canal rectangular que empieza en la abscisa K0+143 hasta la abscisa K0+386, con una longitud total de 265 m, con un canal rectangular de 3.50 m de base y 2.00 m de altura. En la intersección vial (carrera B), se mantendrá el Box Culvert existente de 3.50 m x 1.50 m. Posteriormente se incluye un dissipador escalonado con huella de 1.50 m, contrahuella de 1.00 m y altura total de 1.50 m.


Las cuales se localizan en las siguientes coordenadas:

Punto	FUENTE HIDRICA	Municipio Santa María	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
Inicial canalización	El Balso	Casco Urbano	832410	817266
Final canalización	El Balso	Casco Urbano	832522	817046
Malla 1	El Balso	Casco Urbano	832566	816999
Malla 2	El Balso	Casco Urbano	832630	816962

TABLA No. 19. Coordenadas planas tomadas en campo sobre los puntos de intervención.

Las obras antes descritas hacen parte del proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIONES Y AVENIDAS TORRENCIALES EN EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANTA MARÍA DEPARTAMENTO DEL HUILA".

Se considera que los componentes hidrológico e hidráulico de la intervención cumplen con los requerimientos técnicos establecidos en la Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia (MADS, 2018), garantizando que las modificaciones en la morfología del sistema lótico asociadas a la implementación de los

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

canales, box culvert y dissipador en las quebradas El Balso y Sur Gas se ajusten a las condiciones de diseño establecidas para un periodo de retorno de 100 años.

Se verifica el cumplimiento de los criterios establecidos en LA GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE-MADS, 2018), los cuales establecen que la velocidad del flujo no debe incrementarse en más del 10% respecto a las condiciones sin alteración (2.8 m/s en la quebrada El Balso y 3.07 m/s en la quebrada Sur Gas), ni debe haber una sobreelevación en los niveles mayor a 30 cm (0.36 m y 0.31 m, respectivamente).

Dichas obras de ocupación deben construirse acorde y de conformidad a las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente POC-00181-24, realizados y presentados por la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No.55.115.896 expedida en Santa María - Huila.

Por su parte la Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa la parte estructural, presupuestal, económica, de estabilidad, proceso constructivo, o de calidad de los materiales utilizados, entre otros, del proyecto en mención. Así como también cualquier responsabilidad relacionada con la implantación, ejecución y estabilidad de las obras será responsabilidad exclusiva del solicitante del presente permiso de ocupación, es decir la persona jurídica MUNICIPIO DE SANTA MARIA con Nit No. 891.180.076-3, representado legalmente por la señora Viancy Carolina García, identificada con cedula de ciudadanía No. 55.115.896 expedida en Santa María - Huila.

Se advertirá igualmente que, los criterios técnicos relacionados con el diseño y el funcionamiento de la obra serán responsabilidad exclusiva de los diseñadores, constructores, operadores e interventores, y no será responsabilidad de esta autoridad ambiental; así mismo cualquier responsabilidad que se derive respecto a la implantación, ejecución y estabilidad de las obras objeto del presente permiso de ocupación, estarán en cabeza exclusiva del titular del permiso.

En consecuencia, el plazo de ejecución de la obra del permiso de ocupación de cauce que se otorga se concederá por el término de doce (12) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo.

Que de conformidad con el Artículo 31 de la Ley 99 de 1993, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena es competente para otorgar el presente permiso de ocupación de cauce solicitado, y que una vez revisada la documentación y lo conceptuado por el profesional encargado, es viable autorizarlo en las condiciones descritas anteriormente, advirtiendo que el presente permiso conlleva al cumplimiento de unas obligaciones a cargo del beneficiario, las cuales se especifican en la parte resolutive del presente Acto Administrativo, cuyo incumplimiento acarrea el inicio de proceso sancionatorio ambiental, al tenor de la Ley 1333 de 2009 modificada por la Ley 2387 de 2024.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

En consecuencia, esta Dirección Territorial Norte en virtud de las facultades otorgadas por la Dirección General según Resolución 4041 de 2017, modificada por la resolución No. 104 de enero 21 del 2019, la Resolución No. 466 de febrero 28 del 2020, la Resolución No. 2747 de octubre 05 del 2022 y la Resolución No. 864 del 16 de abril de 2024 proferidas por el Director General de la CAM y de conformidad con el procedimiento establecido en el Decreto 1076 de 2015, específicamente establecido en el artículo 2.2.3.2.12.1 y acogiendo el concepto técnico emitido por el funcionario comisionado.

### RESUELVE

**ARTÍCULO PRIMERO: OTORGAR PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE PERMANENTE** al MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, o quien haga sus veces, sobre la fuente hídrica El Balso que discurre por el municipio de Santa María; para la ejecución de las siguientes obras:

- Dos (2) mallas contra el flujo de detritos en las abscisas K0+020 y K0+095, compuesta por pernos en el área con una separación tanto vertical como horizontal de 2.5 m, con una longitud total de 5 metros de profundidad.
- Canal rectangular que empieza en la abscisa K0+143 hasta la abscisa K0+386, con una longitud total de 265 m, con un canal rectangular de 3.50 m de base y 2.00 m de altura. En la intersección vial (carrera B), se mantendrá el Box Culvert existente de 3.50 m x 1.50 m. Posteriormente se incluye un dissipador escalonado con huella de 1.50 m, contrahuella de 1.00 m y altura total de 1.50 m.

Las cuales se localizan en las siguientes coordenadas:

Punto	FUENTE HIDRICA	Municipio Santa María	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
Inicial canalización	El Balso	Casco Urbano	832410	817266
Final canalización	El Balso	Casco Urbano	832522	817046
Malla 1	El Balso	Casco Urbano	832566	816999
Malla 2	El Balso	Casco Urbano	832630	816962

**PARÁGRAFO:** El presente Permiso de Ocupación de Cauce Permanente se otorga con fundamento en las consideraciones enunciadas en el presente acto administrativo y en el concepto técnico No. 5255 del 30 de diciembre de 2024 – complementado el 07 de marzo de 2025 conforme a memorando No. 515 2025.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

**ARTÍCULO SEGUNDO:** Las obras de ocupación deben construirse acorde y de conformidad con las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente POC.-00181-24.


**PARÁGRAFO:** La Corporación advierte que, dentro del trámite de ocupación de cauce, no evalúa la parte estructural, presupuestal, económica, de estabilidad, proceso constructivo, o de calidad de los materiales utilizados, entre otros, del proyecto objeto del presente permiso.

Igualmente se advierte que, los criterios técnicos relacionados con el diseño y el funcionamiento de la obra serán de responsabilidad exclusiva de los diseñadores, constructores, operadores e interventores, y no será responsabilidad de esta Autoridad Ambiental; así mismo, cualquier responsabilidad que se derive respecto a la implantación, ejecución y estabilidad de las obras objeto del presente permiso de ocupación, estarán en cabeza exclusiva del titular del permiso.

**ARTÍCULO TERCERO: OTORGAR UN PLAZO DE DOCE (12) MESES** para la construcción de las obras descritas en el artículo primero del presente permiso; término que será contado a partir de la ejecutoria del presente Acto Administrativo.

**ARTÍCULO CUARTO: OBLIGACIONES.** El titular del presente permiso deberá:

1. Con el fin de garantizar la seguridad en el perímetro, se recomienda la implementación de avisos provisionales de información y precaución, así como también de cerramientos temporales, lo anterior con el fin de minimizar el riesgo de accidentes.
2. Proteger las dos márgenes de los cauces y áreas intervenidas para la ocupación dando cumplimiento a lo siguiente:
  - a. Retirar del cauce todos los objetos extraños tras finalizar las obras.
  - b. Depositar los materiales sobrantes o de construcción en los sitios autorizados.
  - c. Disponer los residuos sólidos y líquidos en los sitios autorizados.
  - d. No lavar equipos o vehículos dentro de los cuerpos de agua.
3. Evitar los procesos de erosión, socavación, arrastre y aporte de sedimentos a las corrientes, que sean debidos a las obras de ocupación, dando cumplimiento a lo siguiente:
  - a. Realizar las obras necesarias para la estabilización de taludes, protección a la erosión, control de socavación y para controlar el arrastre y aporte de manejo de sedimentos a los cuerpos de agua a intervenir.
  - b. Hacer seguimiento detallado a las obras y realizar las reparaciones correspondientes en caso de deterioro.

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18


**ARTÍCULO QUINTO: MEDIDA DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL:** El beneficiario del permiso deberá realizar una reforestación activa, para esto deberá presentar a la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, un plan de establecimiento forestal para su aprobación, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. El plan de establecimiento forestal, consiste en la reforestación activa con mil (1000) individuos forestales como mínimo, en un área de 1000 metros cuadrados, los cuales deberán establecerse en la zona hidrográfica El Balso en el municipio de Santa María – Huila, cumpliendo además con los siguientes requerimientos:
  - a. La Reforestación debe ser con especies forestales protectoras – productoras, buscando generar hábitats y sitios de alimentación para fauna.
  - b. El establecimiento de individuos forestales debe contar con unas alturas mínimas no inferiores a 50 cm que conserven buen estado físico y sanitario.
  - c. Garantizar y planificar seguimientos por los primeros tres (3) años.
  - d. En caso de que seleccionen predios privados presentar actas firmadas por los propietarios para garantizar la conservación del área.
  
2. Así mismo, para la plantación se deberá cumplir con los siguientes requisitos:
  - a. El individuo forestal debe estar en buen estado fitosanitario.
  - b. El ahoyado debe ser de 0.30 X 0.30 de ancho por 0.30 de profundidad, aplica: fertilizantes de origen orgánico, que garanticen la supervivencia de las especies, con condiciones fitosanitarias optimas y de vigor.
  - c. Aplicar hidroretenedor para garantizar la humedad requerida para el desarrollo de la planta.
  - d. Garantizar el control fitosanitario (control de plagas y enfermedades)
  - e. Tener en cuenta el sistema de riego a utilizar.
  - f. El porcentaje de mortalidad que será manejado no deberá ser superior al 10%, en caso contrario deberá realizarse el replante o resiembra.

**PARÁGRAFO:** El término establecido para el cumplimiento de la medida compensatoria relacionada con la actividad de restauración activa será de tres (3) años y/o hasta que los individuos alcancen una altura mínima de 1.5 m de altura, contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, las cuales deberán ser ejecutadas de la siguiente manera:

- Dos (2) meses contados a partir de la ejecutoria del presente acto administrativo, para la presentación del correspondiente plan de establecimiento forestal, el cual deberá ser aprobado por esta Corporación.
- En el primer año para realizar el establecimiento y resiembra correspondiente.
- En el segundo y tercer año deberá realizar los respectivos mantenimientos. Presentando un informe semestral sobre el cumplimiento de la medida compensatoria.



	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

**ARTÍCULO SEXTO:** La Dirección Territorial Norte realizará visita de seguimiento a los doce (12) meses siguientes de ejecutoriado el presente acto administrativo, evaluando los impactos ambientales que generen las obras con ocasión al presente permiso de ocupación, más no evaluará la estabilidad de las mismas, la cual es responsabilidad del peticionario o beneficiario del permiso de ocupación.

**ARTÍCULO SÉPTIMO:** Los materiales pétreos que utilice el beneficiario de este permiso para la construcción de la obra, deberán provenir de fuentes autorizadas y que cuenten con los respectivos permisos de la autoridad ambiental.

**ARTÍCULO OCTAVO:** Los escombros que resulten de la construcción objeto del presente permiso, se les deberá dar una adecuada disposición en un sitio técnicamente adecuado y no podrán ser arrojados a fuentes hídricas o drenajes.

**ARTÍCULO NOVENO:** El material resultante de los trabajos de excavaciones y dragados no podrá ser comercializado, se recomienda disponerlo en un sitio técnicamente adecuado.

**ARTÍCULO DÉCIMO:** Con el fin de garantizar la seguridad en el perímetro durante la ejecución de la obra, se recomienda la implementación de avisos provisionales de información y precaución, así como también de cerramientos temporales, lo anterior con el fin de minimizar el riesgo de accidentes.

**ARTÍCULO DÉCIMO PRIMERO:** El presente permiso de ocupación de cauce no implica el establecimiento de servidumbre en interés privado sobre los predios donde se ubiquen las obras, la constitución de servidumbre que sea necesaria la gestionará el beneficiario ante la autoridad competente.

**ARTÍCULO DÉCIMO SEGUNDO:** El beneficiario del presente permiso está obligado a prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos adversos que puedan surgir por el proyecto.

**ARTÍCULO DÉCIMO TERCERO:** Se advierte al beneficiario que el presente permiso no autoriza el vertimiento de aguas residuales. El usuario que requiera hacer vertimientos puntuales deberá dar cumplimiento con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, la Resolución No. 0631 del 17 de marzo de 2015, la Resolución No. 1207 de 2014, la Resolución No. 1256 del 23 de noviembre de 2021, en cuanto a los residuos líquidos; para lo cual deberán tramitar con la Autoridad Ambiental Competente el respectivo permiso de vertimiento y/o reúso de aguas tratadas, según corresponda.

**ARTÍCULO DÉCIMO CUARTO:** Se advierte al beneficiario que el presente permiso no autoriza el aprovechamiento forestal, por lo tanto y en caso de requerirlo deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015 y demás normas concordante.

**ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO:** Se advierte al beneficiario del presente permiso que el incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2019 modificada

	<b>RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO</b>	Código: F-CAM-110
		Versión: 9
		Fecha: 05 Jul 18

por la Ley 2387 de 2024, previo proceso sancionatorio ambiental adelantado por la entidad ambiental

**ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO:** Notificar la presente resolución al MUNICIPIO DE SANTA MARIA identificado con Nit. 891.180.076-3 representado legalmente por la señora Viancy Carolina García identificada con cédula de ciudadanía No. 55.115.896 de Santa María – Huila, o quien haga sus veces, con dirección [contactenos@santamaria-huila.gov.co](mailto:contactenos@santamaria-huila.gov.co) – [viancycarolinagarcia@gmail.com](mailto:viancycarolinagarcia@gmail.com), en los términos del artículo 67 y siguientes de la Ley 1437 de 2011, Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo.

**ARTÍCULO DÉCIMO SÉPTIMO:** Contra el presente acto administrativo procede el recurso de reposición en los términos del artículo 76 y siguientes de la Ley 1437 de 2011.

**ARTÍCULO DÉCIMO OCTAVO:** La presente resolución requiere de publicación en la página web de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM.

**NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE**

Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena  
 Calle 100 No. 254-83, Bogotá, D.C.  
 Teléfono: (57) 1 254 83 00  
 Fax: (57) 1 254 83 00  
 E-mail: [contactenos@cam.gov.co](mailto:contactenos@cam.gov.co)  
 Web: [www.cam.gov.co](http://www.cam.gov.co)
  
**CAROLINA TRUJILLO CASANOVA**  
**CAROLINA TRUJILLO CASANOVA**  
 Directora Territorial Norte

Proyecto: Edna Pastrana – Contratista apoyo jurídico DTN  
 Expediente: POC- 00181-24