

**POR LA CUAL SE OTORGA UN PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE Y SE DICTAN
OTRAS DISPOSICIONES
(POC-00039-25)**

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. 2025-E38010 de fecha 27 de diciembre de 2024, la FUNDACION UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA identificada con Nit. 900.480.042-2 representada legalmente por la señora SANDRA LILIANA NAVARRO identificado con cedula de ciudadanía No.36.180.652, solicito a la Dirección Territorial Norte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, liquidación por servicios de evaluación para la obtención de permiso de ocupación de cauce permanente para la construcción de "Box Culvert paso No.3", sobre la fuente hídrica Quebrada GUAYABALOSA, ubicada en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva(H).

De acuerdo a lo anterior, la Dirección Territorial Norte mediante radicado CAM No. 2025-S 368 de fecha 10 de enero de 2025, dio respuesta a la solicitud de liquidación por servicio de evaluación, según solicitud radicada en la Corporación bajo el No. 2025- E38010 de fecha 27 de diciembre de 2024.

Que, mediante radicado CAM No. 2025-E 4280 del 20 de febrero de 2025, el usuario radicó documentación, una vez revisada se evidencio incompleta, por tanto, se remitió requerimiento con radicado 4758 2025-S del 27 de febrero de 2025.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2025-E6441 de fecha 12 de marzo de 2025 y Vital No.4900090048004225003, la señora SANDRA LILIANA NAVARRO PARRA identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562, en calidad de representante legal de la FUNDACION UNIVERSITARIA NAVARRA – UNINAVARRA identificada con Nit.900.480.042-2, solicito ante este despacho Permiso de Ocupación de Cauce, sobre la fuente hídrica Quebrada Guayabalosa, en el punto con coordenadas E:4757.562.32 N:1.882.159,09 para construcción de Box Culvert paso No.3, sobre el predio denominado " SIN DIRECCION LT1 " con matrícula inmobiliaria No.200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva (H).

Como soporte a su petición, el solicitante suministró la siguiente información:

- Formulario Único Nacional de Solicitud de Ocupación de Cauces.

- Soporte de pago de liquidación de costo por evaluación.
- No. del radicado VITAL de la solicitud del permiso
- Fotocopia de cédula de ciudadanía del solicitante
- Certificado de existencia y representación legal (Certificado cámara de comercio)
- Certificado de Libertad y Tradición del Predio
- Certificado de uso del suelo
- Descripción del proyecto a ejecutar y de las obras o actividades que requieren la ocupación del cauce, cálculos y memorias de la obra que ocupará el cauce (hidráulicas, hidrológicos y estructurales), en medio físico y medio magnético
- Plano de localización de la fuente hídrica en el área de influencia

Mediante radicado 7204 2025-S del 18 de marzo de 2025, se requiero información. De acuerdo a lo cual, mediante radicado CAM No. 2025-E 8130 del 28 de marzo de 2025, el usuario solicitó prórroga para dar respuesta al requerimiento, y mediante radicado 9951 2025-S del 10 de abril de 2025, se dio respuesta a la prórroga.

Mediante radicado CAM No. 2025-E 10793 del 25 de abril de 2025, dio respuesta al requerimiento.

La Dirección Territorial Norte de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, analizando y evaluando la información presentada por la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, con Nit No. 900.480.042-2, representado legalmente por la señora Sandra Liliana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila, da inicio mediante Auto No.90 de fecha 06 de mayo de 2025, a la solicitud del permiso de ocupación de cauce sobre la fuente hídrica Quebrada Guayabalosa, para la construcción de un de Box Culvert paso No.3, sobre el predio denominado " SIN DIRECCION LT1 " con matrícula inmobiliaria No.200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva (H).

En virtud de lo anterior, mediante memorando interno No.934 de fecha 06 de mayo de 2025, esta Dirección Territorial solicito a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental, apoyo en la evaluación de la solicitud del permiso de ocupación de cauce para la para la construcción de un de Box Culvert paso No.3, sobre el predio denominado "SIN DIRECCION LT1 " con matrícula inmobiliaria No.200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva (H), en los componentes hidrológico, hidráulico y de riesgos, dentro del expediente POC-00039-25.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2025-S12180 de fecha 07 de mayo de 2025, se notifica electrónicamente a la FUNDACION UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA identificada con Nit. 900.480.042-2, representada legalmente por la señora SANDRA LILIANA NAVARRO PARRA identificada con cédula de ciudadanía No.36.180.562, del auto de inicio del trámite POC-00039-25.

En respuesta al memorando antes mencionado, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental remite respuesta con memorando No. 934 del 09 de mayo de 2025, allegando un concepto técnico de evaluación de la documentación solicitada, de acuerdo al cual se hace necesario solicitar ajustes por parte del solicitante.

Mediante oficio con radicado CAM No. 2025-E12562 de fecha 15 de mayo de 2025, la FUNDACION UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA identificada con Nit.

900.480.042-2, allega comprobante de pago por concepto de costos de seguimiento frente al trámite del permiso de ocupación de cauce con expediente POC-00039-25.

Que, a través de radicado CAM No. 2025-S13511 de fecha 19 de mayo de 2025, se solicitó al municipio de Neiva – Huila, la fijación del aviso de la solicitud del trámite del permiso de ocupación de cauce con expediente POC-00039-25.

Con certificado de publicación web expedido el 23 de mayo de 2025, el Outsourcing del área TIC de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena – CAM, certifica que se realiza la respectiva publicación web del auto de inicio de trámite No.90 de fecha 05 de mayo de 2025 para el permiso de ocupación de cauce, entre los días 08 de mayo al 22 de mayo de 2025, dentro del expediente POC-00039-25.

Que según constancia de publicación emitida por el secretario de la Dirección Territorial Norte entre los días 20 de mayo y 03 de junio de 2025 se realizó la fijación y desfijación del aviso en la cartelera de la Corporación, quedando debidamente publicado. No se presentó ninguna oposición

El municipio de Neiva – Huila, remite mediante radicado CAM No. 2025-E13175 de fecha 21 de mayo de 2025 certificado de fijación donde se deja constancia que fue publicado el aviso del trámite de ocupación de cauce del expediente POC-00039-25 en la cartelera principal de la secretaria de Desarrollo Agropecuario y de Medio Ambiente, el día 20 de mayo de 2025 y desfijado el día 03 de junio de 2025.

Mediante, radicado cam No.2025-E13589 de fecha 27 de mayo de 2025, la FUNDACION UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA identificada con Nit. 900.480.042-2, presenta información complementaria para adjuntar al expediente POC-00039-25.

Mediante memorando interno No. 1185 del 03 de junio de 2025 se remite la documentación presentada bajo el radicado 2025-E 13589 a la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental para su respectiva evaluación

En respuesta al memorando No.1185 – 2025 de fecha 03 de junio de 2025, la Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental remite concepto técnico de evaluación de fecha 19 de junio de 2025 dentro del expediente POC-00039-25, en el cual se señala lo siguiente:

“(…)

CONCEPTO:

Se considera que los componentes hidrológico e hidráulico cumplen con los requerimientos técnicos de la GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MADS, 2018), para las modificaciones considerables en la morfología de este sistema lótico, en el periodo de retorno de 100 años, que generaría la implementación del Box Culvert en la quebrada Guayabalosa.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- a. La Corporación, en el marco del trámite de ocupación de cauce, no evalúa aspectos estructurales, presupuestales, de estabilidad, procesos constructivos, materiales utilizados, entre otros para la construcción de un Box Culvert sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa, en el municipio de Neiva, Huila por consiguiente, esta responsabilidad recae en los diseñadores, constructor y ejecutor del proyecto.
- b. Remitir el presente concepto técnico a la Dirección Territorial Sur para que este haga parte del expediente mencionado. (...)

Que el día 05 de junio de 2025 se realizó visita de inspección ocular al predio denominado "SIN DIRECCION LT1", ubicado en la vereda Ceibas Afuera, en jurisdicción del municipio de Neiva - 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, para la construcción de "Box Culvert paso No.3", sobre la fuente hídrica Quebrada GUAYABALOSA, ubicada en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva(H). 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.1879 de fecha 10 de junio de 2025 y complementado el 01 de julio 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 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 ibidem 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 ibidem 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.*"

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, para la construcción de "Box Culvert paso No.3", sobre la fuente hídrica Quebrada GUAYABALOSA, ubicada en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva(H).

CONCEPTO TÉCNICO

Que, a fin de adoptar la determinación procedente frente a la petición elevada, se emitió concepto técnico No. 1879 de fecha 10 de junio de 2025 y complementado el 01 de julio de 2025, en el que se indica:

"(...)

2. ACTIVIDADES REALIZADAS Y ASPECTOS TÉCNICOS EVALUADOS

→ REVISIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN

Se realiza revisión de la documentación, conforme la lista de chequeo revisión de requisitos mínimos para la solicitud de permiso de ocupación de playas, cauces y lechos F-CAM-249. Versión 6 de diciembre 04 de 2024:

DOCUMENTOS QUE DEBE ANEXAR

Formato Único Nacional de Solicitud de Concesión de Aguas Superficiales (debidamente diligenciado y firmado por cada uno de los solicitantes), adjuntando el No. del radicado del aplicativo VITAL de la solicitud del permiso.

Anexar el soporte de pago por costos de evaluación y adjuntar el No. del radicado del aplicativo VITAL (costos de evaluación).

Fotocopia de cédula de ciudadanía de cada uno del (os) solicitantes(s).

Documentos que acrediten personería jurídica del(os) solicitante(s)

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)

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)

Personería jurídica y/o Certificación e inscripción de dignatarios (expedida por la Gobernación)

Fotocopia de cédula de ciudadanía del(os)

OBSERVACIONES

Mediante radicado 2025-E 6441 del 12 de marzo de 2025 el usuario presenta el formulario único y vital con No. 4900090048004225003 del 11 de marzo de 2025.

Mediante radicado 2025-E 6441 del 12 de marzo de 2025 anexa soporte de pago por \$897.024.00 pesos por concepto de evaluación y mediante radicado mediante radicado 2025-E 12562 del 15 de mayo de 2025, anexa soporte de pago por \$897.024.00 pesos por concepto de seguimiento.

Mediante radicado CAM No. 2025-E 4280 del 20 de febrero de 2025 presenta copia de la cédula de ciudadanía de la señora Sandra Lilliana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila, como representante legal de la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, con Nit No. 900.480.042-2.

Mediante radicado 2025-E 6441 del 12 de marzo de 2025 el usuario presenta, el certificado de existencia y representación legal de instituciones de educación superior

N/A

N/A

N/A

representante(s) legal(es).

Poder debidamente otorgado cuando se actúe por medio de apoderado. N/A

Documentos que acrediten la calidad del solicitante frente al predio

En caso de actuar como propietario: Certificado de libertad y tradición (fecha de expedición no superior a 3 meses). Mediante radicado CAM No. 2025-E 6441 del 12 de marzo de 2025, presenta Certificado de libertad y tradición con matrícula inmobiliaria No. 200-253305 con fecha de expedición el 07 de febrero de 2025.

En caso de actuar como tenedor: Copia del documento que lo acredite como tal (contrato de arrendamiento, comodato) y autorización del propietario o poseedor para adelantar el trámite respectivo. N/A

En caso de actuar como Poseedor: Manifestación escrita y firmada de tal calidad, acompañada de dos declaraciones extra juicio. N/A

Permisos de Servidumbre (cuando se trate de proyectos lineales - líneas eléctricas, oleoductos, Vías) N/A

Poder debidamente otorgado, cuando actúe como apoderado N/A

Documentos técnicos

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. Mediante radicado CAM No. 2025-E 6441 del 12 de marzo de 2025, presenta la descripción del proyecto en medio físico y magnético CD.

Planos indicando:

1. Ubicación de la obra sobre la cuenca hidrográfica y la fuente hídrica a intervenir
2. Topobafimetría a detalle del tramo y llanura de inundación del cauce a intervenir
3. Detalle hidráulico con dimensiones de la obra y su implantación con vista en planta, transversal y longitudinal
4. Detalle hidráulico del cauce y socavación (láminas de agua y profundidades de socavación en el sitio de la obra)
5. Detalle estructural de la obra

Mediante radicado CAM No. 2025-E-6441 del 12 de marzo de 2025, presentan la documentación correspondiente a los planos del proyecto, junto con los ítems y soportes requeridos, entregados en medio físico y medio magnético (CD).
Mediante radicado CAM No. 2025-E 13589 del 27 de mayo de 2025, presenta información complementaria en medio físico y medio magnético (CD).

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 on su respectiva geodatabase) y en físico.

Estudio hidrológico, hidráulico y de socavación (cuando aplique, ver Nota1). Mediante radicado CAM No. 2025-E-6441 del 12 de marzo de 2025, presentan la documentación correspondiente Estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, junto con los ítems y soportes requeridos, entregados en medio físico y medio magnético (CD).

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 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) Mediante radicado CAM No. 2025-E 13589 del 27 de mayo de 2025, presenta información complementaria y ajustes a la documentación correspondiente de Estudio hidrológico, hidráulico y de socavación, junto con los ítems y

Nota1: No se requiere estudio de socavación cuando sean obras de tipo fusible tales como gaviones, bolsacretos, etc.

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:

- Registro histórico de estaciones hidrometeorológicas (.csv.txt*.xls)

- Área de drenaje al punto de cierre objeto de estudio, debidamente

georreferenciada (plano de la cuenca), (.shp .kml* o *.dwg)

- Hojas electrónicas de cálculo (*.xls o *.xlsx)

- Modelos hidrológico e hidráulico

- Otros soportes digitales editables que permita la evaluación integral.

Informe de Topobatemetría, con sus respectivos anexos que incluya el levantamiento (*.dwg) con la superficie sin explotar (Civil 3D)

Informe de diseño estructural, con sus respectivos anexos y memoria de cálculo.

Tarjeta profesional y memorial de responsabilidad del o los profesionales que acreditan los estudios presentados.

Certificado de vigencia de la tarjeta profesional no mayor a tres meses de expedido, por el Concejo Profesional de Ingeniería (COPNIA)

Otros Documentos

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

soportes requeridos, entregados en medio físico y medio magnético (CD).

Mediante radicado CAM No. 2025-E-6441 del 12 de marzo de 2025, presentan la documentación correspondiente, junto con los ítems y soportes requeridos, entregados en medio físico y medio magnético (CD).

Mediante radicado CAM No. 2025-E 13589 del 27 de mayo de 2025, presenta información complementaria y ajustes a la documentación correspondiente entregados en medio físico y medio magnético (CD).

Mediante radicado CAM No. 2025-E-6441 del 12 de marzo de 2025, presentan la documentación correspondiente, junto con los ítems y soportes requeridos, entregados en medio físico y medio magnético (CD).

Mediante radicado CAM No. 2025-E 13589 del 27 de mayo de 2025, presenta información complementaria y ajustes a la documentación correspondiente entregados en medio físico y medio magnético (CD).

Mediante radicado CAM No. 2025-E-6441 del 12 de marzo de 2025 y radicado CAM No. 2025-E 13589 del 27 de mayo de 2025, presentan la documentación correspondiente a tarjeta profesional y memorial de responsabilidad del o los profesionales que acreditan los estudios presentados.

Mediante radicado CAM No. 2025-E-6441 del 12 de marzo de 2025 y radicado CAM No. 2025-E 13589 del 27 de mayo de 2025, presentan la documentación correspondiente.

Mediante radicado CAM No. 2025-E 10793 del 25 de abril de 2025, presenta uso del suelo con fecha de expedición el 19 de marzo de 2025.

→ **OBSERVACIÓN SOBRE EL TERRENO Y UBICACIÓN**

El día 05 de junio del 2025, tal como se había programado, se realizó el desplazamiento hasta el punto objeto de ocupación, guiado por el Ingeniero Willian Navarro Parra, quien se desempeña como Director del Campus de la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, ubicado en las coordenadas 877199E – 815961N, en el predio denominado "SIN DIRECCION LT 1", ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva, departamento del Huila, con el propósito de evaluar la solicitud de permiso de ocupación de cauce para la construcción de "BOX CULVERT - PASO NO. 3".

Durante la visita técnica se realizó inspección ocular de la zona, observándose la fuente hídrica asociada al trámite de ocupación de cauce, así como el sitio donde se proyecta la construcción de la infraestructura tipo Box Culvert.

En el punto de coordenadas indicado, se identificó el paso de un cuerpo hídrico denominado, según la base de datos de la Corporación, como Quebrada Guayabalosa; en el momento de la visita, en la fuente hídrica, no se evidenció afluencia de caudal.

Como se indicó anteriormente, la obra proyectada contempla la construcción de un Box Culvert, que dentro del proyecto del Campus Universitario corresponde al Paso No. 3.

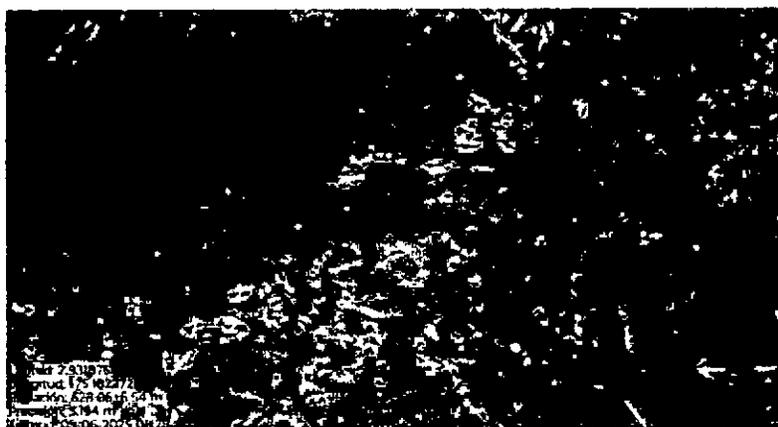


Imagen 1 y 2. Punto de intervención sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa.

Durante la visita de inspección, se pudo constatar que varias de las obras correspondientes al desarrollo del Campus Universitario ya se encuentran en ejecución.

A continuación, se indican la localización exacta de la obra objeto del permiso de ocupación:

Punto	FUENTE HIDRICA	Municipio Neiva	COORDENADAS	
			ESTE	NORTE
Box Culvert	Quebarda Guayabalosa	Vereda Ceibas Afuera	877210	815956

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

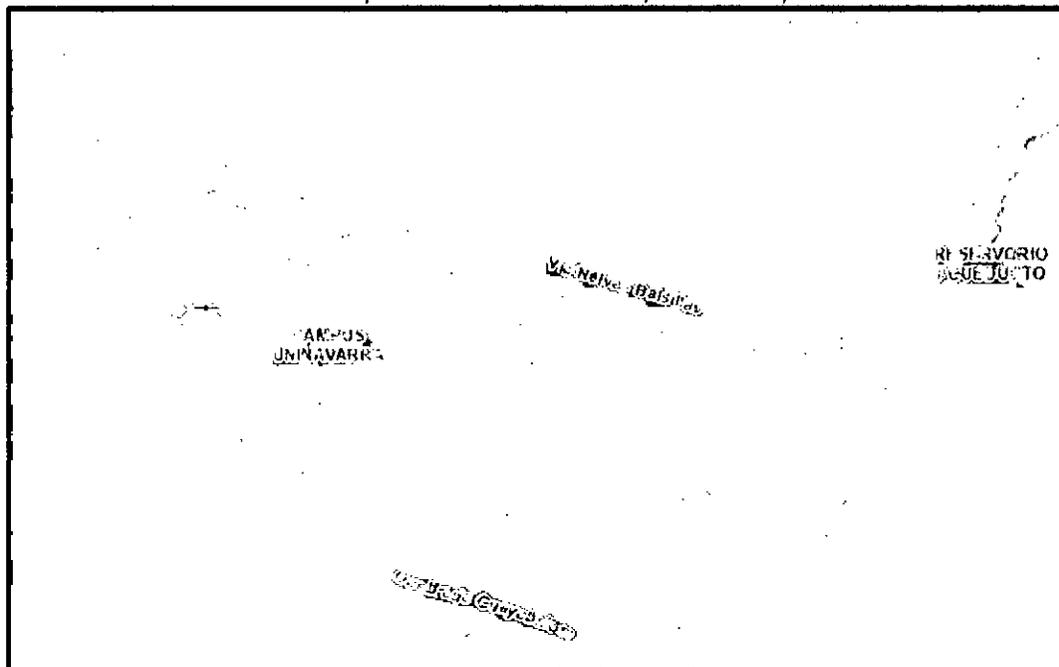


Imagen 3. Ubicación geográfica del punto a intervenir – coordenadas tomadas en campo –
Fuente: Google Earth (2025)

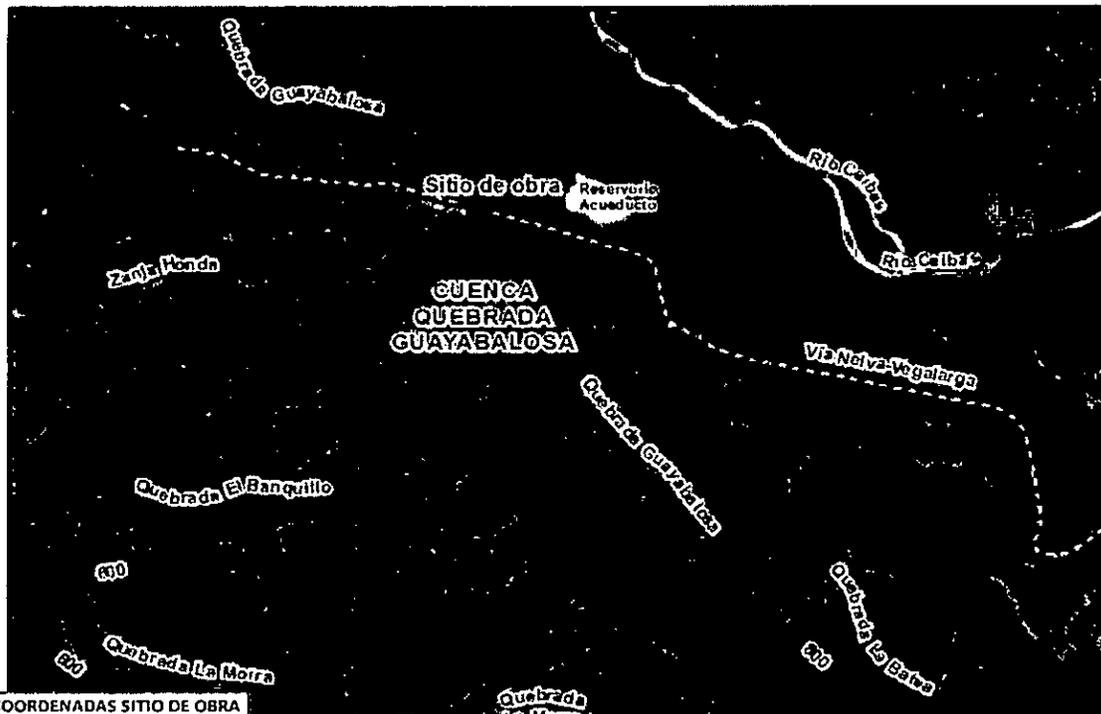
Según la información suministrada por la persona jurídica FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, con Nit No. 900.480.042-2, representado legalmente por la señora Sandra Liliana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila, para la construcción de "BOX CULVERT - PASO NO. 3", sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva, departamento del Huila, coordenadas planas "877210E -815956N"; está proyectado 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. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

"El área de estudio se localiza en la zona Oriental del Casco Urbano del Municipio de Neiva, en la parte baja de la cuenca de la quebrada Guayabalosa, sobre la vía que conduce hacia el Centro Poblado de Vegalarga".

"La zona donde se construirá el CAMPUS UNINAVARRA es atravesado sobre el cauce de la quebrada Guayabalosa, área rural del municipio de Neiva, con predomios de explotaciones agropecuarias".

"En el sitio de obra, queda el Boxculvert #3 con las coordenadas 4.757.562,32 mE; 1.882.159,09 mN (punto central de la obra)".



COORDENADAS SITIO DE OBRA	
ORIGEN NACIONAL - CTM12	
ESTE (m)	NORTE (m)
4757562.32	1882159.09

Fuente: Plancha IGAC 323IVB / Google Earth

4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

"Para el desarrollo del CAMPUS UNINAVARRA, dentro de las obras a ejecutar se encuentra el sistema vial, el cual cruza el cauce de la Quebrada Guayabalosa, por lo cual se requiere la construcción de un box culvert.

En este caso corresponde al Box culvert No 3, ubicado en las coordenadas 4.757.562,32 mE; 1.882.159,09 mN (punto central de la obra) tomando como referencia proyección nacional Magna Sirgas CTM-12.

La obra tiene una sección transversal de 3.1 m de ancho conformado por dos celdas de 1.55 metros de ancho, con una altura de 1.5 m, y una calzada de 5 m.

El diseño estructural determina que los muros tendrán una sección de 30 cm, la placa superior una dimensión de 40 cm, la placa base de 35 cm y un dentellón de 1.32 metros de profundidad, a la entrada ya a la salida del dentellón, se tiene proyectado la construcción de un empedrado de 6.28 metros de ancho en una longitud de 12.56 m, acorde a las recomendaciones que da el INVIAS para obras menores de drenaje.

El estudio hidráulico muestra que, con la dimensión transversal propuesta, una pendiente del 1% y un caudal de 10.75 m³/seg, la altura de la lámina de agua promedio es de 0,90 metros, quedando una altura libre de 0,60 metros que permiten el tránsito de material flotante de gran tamaño en una eventual creciente de tipo torrencial".

5. ESTUDIO HIDROLOGICO

EVALUACION DE PARAMETROS HIDROLOGICOS DE DRENAJE

Los caudales generados en una cuenca hidrográfica son producto de las precipitaciones que se presentan en la zona donde se localiza la fuente hídrica, pero están ligados a diferentes aspectos propios de la cuenca tales como los regímenes de precipitación, pendiente del terreno, cobertura del

suelo, intervención antrópica, propiedades de los suelos, que en conjunto ofrecen condiciones para que se genere la escorrentía que es la que da origen a los caudales de una fuente hídrica.

La determinación del caudal de una fuente hídrica se obtiene de los instrumentos de medición que para tal caso se instalen, tal es el caso de estaciones limnimétricas o limnigráficas, que registran durante largos periodos de tiempos niveles y que acorde a parametrización del tramo donde están instaladas permiten establecer el volumen de agua que pasa en la unidad de tiempo, siendo este el caudal de dicha fuente, en el sitio donde está la estación de medición.

En la microcuenca de la Quebrada Guayabalosa, no existen estaciones de medición de caudales, por lo cual su determinación se hace a través de métodos indirectos.

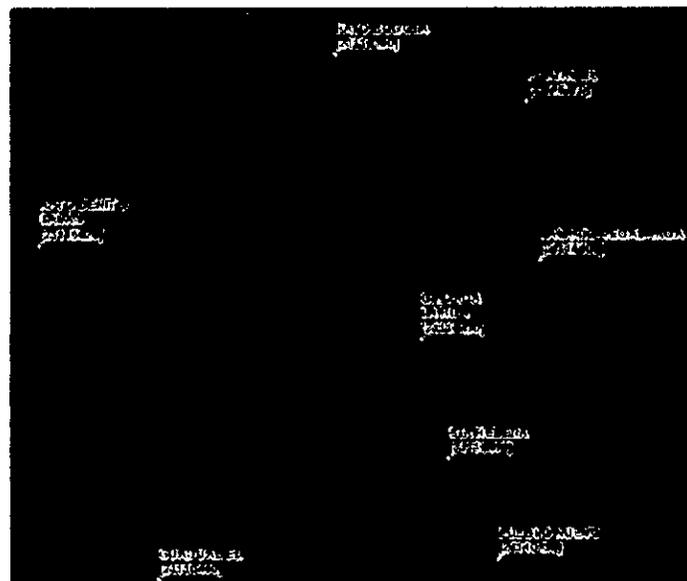
Los modelos lluvia – escorrentía son utilizados cuando no existe la posibilidad de obtener medidas directas de caudales de drenaje en hoyas hidrográficas, y son modelos en los cuales se calcula la escorrentía superficial.

Los insumos tenidos en cuenta para cálculos de caudal por métodos indirectos son los datos de precipitación (volumen, intensidad), aspectos morfométricos de la cuenca (área, pendiente, longitud de cauces), cobertura de la cuenca y coeficientes de escorrentía, los cuales se analizarán a continuación.

PLUVIOMETRIA

Para el análisis de la precipitación en el área de estudio, se consultó la ubicación espacial de las estaciones que registran precipitación en la zona, encontrando la estación La Gironda. Se hace la consulta de información disponible en la base de datos del IDEAM y se graficaron los polígonos de Thiessen, encontrando que la cuenca de la quebrada Guayabalosa se encuentra en el área de influencia de la estación Hacienda La Gironda, tal y como se muestra en la siguiente figura, ubicada a 7,62 Km del sitio de obra.

FIGURA. Polígonos de Thiessen de las estaciones meteorológicas presentes en el área de estudio



Fuente: IDEAM sobre BaseMap de ArcGis

Consultando el geoportal del IDEAM, para la estación Hda Gironda no se reporta la curva de intensidad duración frecuencia actualizada en el año 2016. Dicha curva fue elaborada por el Grupo de Investigación en ingeniería de los recursos hídricos de la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, utilizando para el ajuste la distribución de probabilidad de Gumbell, por lo tanto, se ajustó la estimación de la curva IDF bajo los mismos parámetros.

Dado que la información especificada en el POMCA del Río Las Ceibas esta solamente reportada hasta el año 2015, se ha efectuado la complementación de datos faltantes, hecho los análisis de confiabilidad y consistencia de los datos, hasta abordar el presente año electivo. Para los cálculos se retoma la información tratada en dichos estudios y se complementa para los periodos faltantes (2016-2025). Ver Anexo 1 – Registros IDEAM.

Teniendo presente las posibles afectaciones climáticas sobre las cuencas hidrográficas producidas por el fenómeno de la Niña para el periodo de 2010-2011, se hará el análisis y proceso de información para obtener una curva de intensidad duración frecuencia que abarque todos los años de registro y otra para el periodo 2010 al 2025, y se establezcan los datos para la estimación del caudal de la cuenca de la quebrada Guayabalosa.

Precipitación diaria máxima en 24 horas.

Para la estación Hda La Gironda, la precipitación máxima diaria en 24 horas registrada en el periodo 1983 al 2025, muestra una media de 92.89 mm, con un máximo histórico de 147.2 mm registrado en el año 1999. (Ver Anexo 1 – Registros IDEAM).

TABLA. Resumen precipitaciones máximas presentadas en 24 horas en estación Hacienda La Gironda. 1983 – 2025

PRECIPITACIONES MAXIMAS							
GIRONDA LA HACIENDA (21110430)							
ESTACION							
AÑO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)	AÑO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)	AÑO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)	AÑO	PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)
1983	50	1995	82.8	2006	80.3	2018	96.2
1984	82.8	1996	107.3	2007	127.8	2019	111.2
1985	50.1	1997	123	2008	76.5	2020	91
1986	101.2	1998	70.5	2009	127	2021	120
1987	113.5	1999	147.2	2010	82	2022	125
1988	102.5	2000	85.6	2011	83.1	2023	84.5
1989	0	2001	81.5	2012	120.4	2024	95
1990	51.3	2002	87.2	2013	95.7		
1991	48.3	2003	75.5	2014	82	Número datos	42
1992	128.3	2004	86.5	2015	80.3	Promedio	92.89
1993	108	2005	95.1	2016	104.5	Desviación Std.	27.85
1994	136	2006	80.3	2017	104.5	Coef. Asimetría	-0.780

Fuente: Construcción propia datos IDEAM

Para el periodo 1983-2025 se hizo la determinación de las curvas de intensidad duración frecuencia utilizando una hoja de cálculo en Excel, en la cual se toma como punto de partida la precipitación máxima diaria en 24 horas, determinando la precipitación máxima diaria probable, con ajustes a la probabilidad de Gumbell, constantes de regresión intensidades de precipitación para varios periodos de retorno y la intensidad para varias duraciones. Ver Anexo 2 – Modelo Hidrológico.

TABLA. Intensidad de lluvias para varios periodos de retorno, Estación Hda La Gironda, periodo 1983-2025.

T	Intensidad (mm)/(hora)							
	Periodo de retorno (años)							
	2.33	5	10	15	25	50	100	500

15	119.87	137.53	155.80	167.60	183.74	208.15	235.81	315.05
30	75.86	87.04	98.60	106.07	116.28	131.74	149.24	199.39
60	48.01	55.08	62.40	67.13	73.59	83.37	94.45	126.19
120	30.38	34.86	39.49	42.48	46.58	52.77	59.78	79.86
360	14.71	16.88	19.13	20.57	22.56	25.55	28.95	38.68

Fuente: Elaboración propia con datos IDEAM

Ahora teniendo presente el periodo anteriormente definido para evaluar el fenómeno de la Niña 2010-2011, se establece que de nuevo la precipitación máxima diaria en 24 horas, ajustada con la probabilidad de Gumbell y las constantes de regresión intensidades de precipitación.

TABLA. Intensidad de lluvias para varios periodos de retorno, Estación Hda La Gironda. periodo 2010-2025

T	intensidad (mm/(hora))							
	Periodo de retorno (años)							
	2.33	5	10	15	25	50	100	500
15	123.21	141.36	160.15	172.28	188.87	213.96	242.40	323.85
30	77.98	89.47	101.36	109.03	119.53	135.41	153.41	204.96
60	49.35	56.62	64.15	69.00	75.65	85.70	97.09	129.71
120	31.23	35.83	40.60	43.67	47.88	54.24	61.45	82.09
360	15.13	17.35	19.66	21.15	23.19	26.27	29.76	39.76

Fuente: Elaboración propia con datos IDEAM

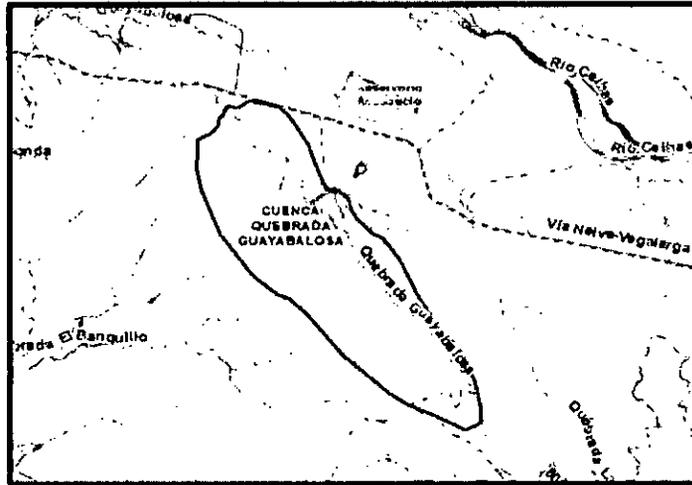
Los datos de la curva de IDF obtenidos por datos de la estación HDA La Gironda en el geoportal del IDEAM, mostrados en las anteriores tablas presentan un comportamiento similar entre si (los datos no varían más del 10%), por lo que se podría optar por un comportamiento desfavorable, es decir mayores valores de intensidad (período 2010-2025), sin embargo, se opta por sobreponer cantidad de registros de lluvia, por presentar una tendencia más adecuada a los lineamientos del manual obras menores INVIAS (2009), donde establece que tener mayor cantidad de datos representa una mayor fidelidad del comportamiento hidrológico de la cuenca.

Por este motivo, se harán uso de los datos de curva IDF para el periodo comprendido entre 1983-2025, pues al tener un mayor número de registros se genera una mejor respuesta de diseño por los datos, dando un mayor margen de seguridad a la obra a construir. Ver Anexo 2 – Modelo Hidrológico.

ÁREA DE DRENAJE

Es el área plana (proyección horizontal) incluida entre su divisoria topográfica. La hoya hidrográfica es el ente físico natural de todo cálculo en hidrología. Se define como un área limitada topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple, localizada en el punto más bajo de la misma. El límite topográfico es la divisoria, la cual se define como la línea que separa las precipitaciones que caen en hoyas inmediatamente vecinas, y que encaminan la escorrentía resultante para uno u otro sistema fluvial.

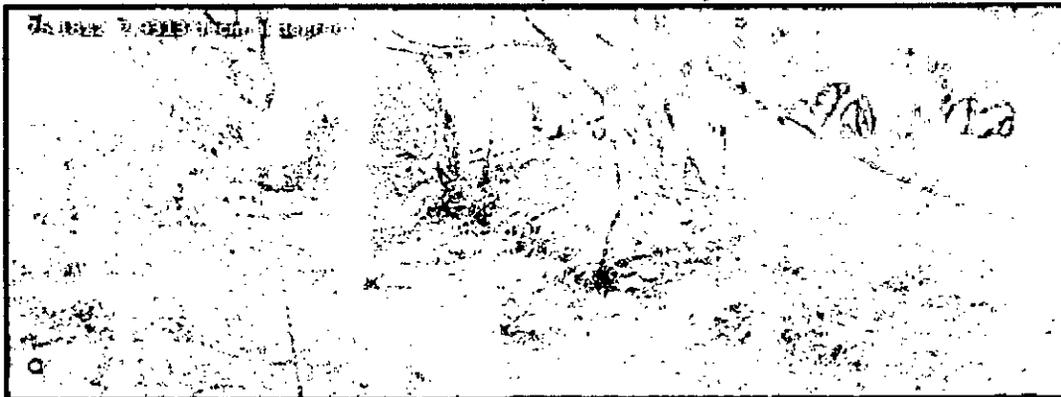
FIGURA. Cuenca hidrográfica quebrada Guayabalosa



Fuente: Elaboración propia con datos IGAC

La cuenca de la quebrada Guayabalosa tiene un área de 71.70 Ha, tiene su origen en la vereda Ceibas Afuera a una altura aproximada de 775 m.s.n.m., y discurre en sentido noroccidental hasta entregar sus aguas en la quebrada Zanja Honda en la cota 575 m.s.n.m.

FIGURA. Cauce de la quebrada Guayabalosa



Fuente: Elaboración propia

FORMA DE LA HOYA

Esta característica es importante, pues se relaciona con la capacidad de concentración del caudal pico de una creciente. En hoyas circulares esta concentración es mayor, mientras que en hoyas alargadas es menor.

El régimen hidrológico es una función compleja de numerosos factores, entre los que predomina el clima y la configuración del territorio en el cual se desarrolla el fenómeno. El análisis de estas características da los fundamentos para documentar la analogía territorial y así establecer las relaciones hidrológicas de generalización territorial.

Aunque las variables morfométricas y el carácter hidrológico son más cualitativas que cuantitativas, tienen gran influencia sobre este último. Los parámetros morfométricos tales como el área, la elevación media de la cuenca, la pendiente media de la corriente, la longitud de la corriente principal, la pendiente media de la cuenca y la densidad de drenaje, se establecieron para las cuencas de estudio, atendiendo la necesidad de interpretar la respuesta hidrológica esperadas para dichas corrientes.

FACTORES MORFOMÉTRICOS INTRÍNSECOS

Los factores intrínsecos determinados para la cuenca estudiada se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla. Factores intrínsecos de la cuenca Quebrada Guayabalosa

Área de ubicación	Área total (Km ²)	Perímetro (m)	Longitud del cauce principal (m)	Longitud de los cauces (m)
Quebrada Guayabalosa	0,7170	4.054,67	1.840,02	2.310,34

Forma de la cuenca

Índice de compacidad (Kc):

El índice de compacidad se fundamenta en la comparación de la cuenca con una circunferencia cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca. Se define así:

$$Kc = 0.2821 \frac{Pc}{Ac^{0.5}}$$

Dónde:

Kc: Índice de compacidad.

Pc: Perímetro de la cuenca (Km).

Ac: Área de la cuenca (Km²).

Su interpretación se facilita utilizando la clasificación de los rangos de factor de forma que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla. Clasificación de cuencas según el Índice de compacidad (Kc)

CATEGORÍA	FORMA DE LA CUENCA	RANGO DE VALORES
1	Redonda a oval redonda	1,00 - 1,25
2	Oval redonda a oval oblonga	1.26 - 1,50
3	Oval oblonga a rectangular oblonga	1.51 - 1,75

Se caracteriza y clasifica la cuenca de acuerdo a su forma, que refleja el comportamiento hidrológico; en la medida que Kc se aproxime a la unidad, la cuenca tendrá una mayor tendencia a concentrar fuertes volúmenes de escurrimiento en un corto tiempo y será propensa a las crecientes.

El cálculo del índice de compacidad (Kc) realizado para la fuente hídrica en estudio se relaciona en la siguiente tabla:

Tabla. Índice de compacidad de la fuente hídrica.

MUNICIPIO	NOMBRE CUENCA	INDICE DE COMPACIDAD	FORMA DE LA CUENCA
Neiva	Quebrada Guayabalosa	1,35	Redonda a oval redonda

De acuerdo a lo anterior, se determina que la cuenca estudiada presenta una forma oval redonda a oval oblonga, con tendencia alargada, la cual presenta baja susceptibilidad a eventos de crecientes.

Factor de forma (Kf)

Se basa en la comparación de la cuenca con un cuadrado que tiene la misma área. La evaluación del índice de forma se efectúa estimando la relación entre el ancho promedio del área de captación (A), con respecto a la longitud de la cuenca (L), medida desde el punto más remoto hasta la salida, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Kf = \frac{\bar{L}}{L} = \frac{A}{L^2}, \text{ siendo } \bar{L} = \frac{A}{L}$$

Dónde:

Kf: Factor de forma.

A: Área de la cuenca (Km²).

L: Longitud de la cuenca desde el punto más lejano a la salida (Km).

El valor del factor de forma (Kf) de la cuenca, para determinar la medida complementaria al índice de compacidad (Kc) e identificar sus efectos por la concentración de agua de precipitación durante una lluvia de gran intensidad, es 0,17.

Un valor aproximado a la unidad corresponde a una cuenca de forma casi cuadrada: un valor de Kf inferior a la unidad (1) supone una cuenca de forma alargada, y si es mayor a la unidad, será de forma achatada o con el drenaje principal corto. Igualmente, un valor cercano a la unidad significa que el sistema de drenaje concentraría sus aguas en un tiempo reducido, favoreciendo la regulación hidrológica con tiempos de concentración altos y escurrimientos moderados.

El factor de forma determinado para las principales fuentes hídricas de la zona del proyecto se muestra en la siguiente tabla:

Tabla. Factor de forma de la cuenca

NOMBRE CAUCE	FACTOR DE FORMA
Quebrada Guayabalosa	0,21

Como los valores de factor de forma para la cuenca en estudio es menor de 1, se hace la consideración que su morfología no tiende a ser circular sino alargada; por lo tanto, no es propensa a presentar crecidas súbitas cuando se presentan lluvias intensas simultáneas en toda o en gran parte de su superficie.

De acuerdo con su morfometría, la cuenca en estudio presenta características de flujo lento, donde la forma alargada propicia un tiempo de concentración alto que contribuye a la regulación de los caudales con respecto a su punto de salida.

Pendiente media de la cuenca (P1)

La determinación de la pendiente media de la cuenca se realizó por el coeficiente de Seyhan (1976), a saber:

Dónde:

$$P1 = \frac{Hm}{L}$$

P1: Índice de pendiente de la cuenca.

Hm: Diferencia hipsométrica entre el punto de máxima altitud y el punto de salida del agua (m).

L: Longitud del cauce principal dentro de la cuenca (m).

Con este coeficiente (P1) se puede clasificar la cuenca de acuerdo al tipo de relieve, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla. Clasificación de cuencas según el Índice de pendientes.

LIMITES DE P1	TIPO DE RELIEVE
0,011 - 0,1	Suave

0,1 - 0,24	Mediano
0,24 - 1,667	Accidentado

En la tabla siguiente se muestra los resultados del parámetro de pendiente para la cuenca de interés, donde se toma el valor de su cota más alta con respecto a la más baja en el punto de salida del cauce, con referencia al nivel del mar.

Tabla. Pendiente media de la cuenca

Cuenca	LCP	HI	HF	HM	P1
Quebrada Guayabalosa	1.840,02	766	643	123	0.07

LCP: Longitud del cauce principal (m).

HI: Elevación de la parte más alta de la cuenca (msnm).

HF: Elevación de la parte más baja de la cuenca (msnm).

HM: Diferencia hipsométrica.

P1: Índice de pendiente.

En conclusión, la cuenca en estudio, presentan un Índice de pendiente que corresponde a un tipo de relieve suave, por lo que la velocidad del agua va a ser lenta en una eventual lluvia de gran intensidad, lo que se traduce en un potencial bajo de erosión y del transporte de materiales de tamaño medio.

Sistema de drenaje

El sistema de drenaje de la cuenca está compuesto por la corriente principal y sus tributarios; la disposición de la red de drenaje, la densidad de las corrientes perennes e intermitentes y las características de éstas, son fundamentales en la eficacia del sistema de drenado. A su vez, la rapidez de respuesta de la corriente superficial y las características de los hidrogramas son dependientes de la eficiencia del drenaje; igualmente, las características de la red de drenaje pueden ser descritas por la densidad de drenaje. Según la teoría de Horton, se debe clasificar la red hidrográfica por medio de índices numéricos, determinando así cauces que carecen de tributarios de primer orden hasta que la corriente principal de la cuenca considerada que posee obtenga el orden más elevado.

Según la teoría de Horton, se debe clasificar la red hidrográfica por medio de índices numéricos, determinando así cauces que carecen de tributarios (de primer orden) hasta que la corriente principal de la cuenca considerada obtenga el orden más elevado.

Tabla. Clasificación Horton de la cuenca

CUENCA	CLASIFICACION HORTON
Quebrada Guayabalosa	2

Densidad de drenajes

Este indicador permite tener un conocimiento de la eficiencia del sistema de drenaje superficial de la cuenca, el cual se determina con la siguiente ecuación y cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

$$Dd = \frac{Lc}{Ac}$$

Dónde:

Lc: Longitud total de los cauces identificados (Km).

A: Área de la cuenca (Km²).

Tabla. Densidad de drenaje de la cuenca.

CUENCA	Área total (Km ²)	Longitud drenajes (Km)	Dd (Km/Km ²)
Quebrada Guayabalosa	0,72	2,31	3,22

La cuenca estudiada cuenta con una red de drenaje buena puesto que excede a 3 Km de cauce por kilómetro cuadrado, dando como resultado un área bien drenada.

Tiempo de concentración

Se define como el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la hoya contribuya al sitio de la obra de drenaje en consideración. o. en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de la misma. En general, el tiempo de concentración se calcula por medio de ecuaciones empíricas, dentro de las cuales se cuentan las siguientes:

1. Ecuación de Kirpich

$$T_c = 0.06628 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima (pendiente total) del cauce principal, en metros por metro (m/m).

2. Ecuación de Témez

$$T_c = 0.30 \left(\frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76}$$

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración, en horas (h).

L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).

S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%)

3. Ecuación de V.T. Chow

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración, en l

L: Longitud del cauce principal, en

S: Pendiente total del cauce princi

$$T_c = 0.273 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.64} \quad (m/m)$$

Tabla. Tiempos de concentración de la cuenca en estudio.

CAUCE	LONGITUD	COTA SUPERIOR	COTA INFERIOR	PENDIENTE	PENDIENTE	TC KIRPICH	TC TEMEZ	TC VT CHOW	TC PROMEDIO
	m	msnm	msnm	m/m	%	Min	Min	Min	Min
Quebrada Guayabalosa	1,840.02	766	643	0.07	6.68	18.02	19.94	57.51	31.83

Fuente: Elaboración propia

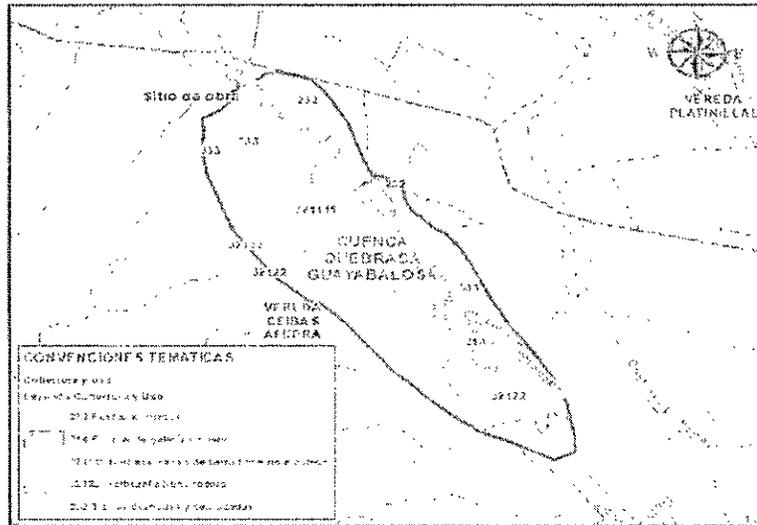
Por las características topográficas, el tiempo de concentración estimado para la quebrada Guayabalosa es de 31,83 min, pero para efectos de cálculos precisos se adoptará un tiempo de concentración de 31 minutos y 49 segundos.

COBERTURA Y USO

Las coberturas de la fuente hídrica con un área de 71.70 Ha, localizada al costado suroriental del campus UNINAVARRA. Este drenaje tiene una cuenca que en su mayoría está cubierta por herbazales, pastos y algunas áreas desprovistas de cobertura.

Esta cuenca presenta varias coberturas vegetales, por lo cual se calcula un coeficiente de escorrentía ponderado acorde a las áreas de cada una

FIGURA. Cobertura y uso de la quebrada Guayabalosa



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Coeficiente de escorrentía – Quebrada Guayabalosa

Código	Cobertura	Area (Has)	%
232	Pastos arbolados	4.99	6.96
314	Bosque de galería y ripario	4.44	6.20
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	43.77	61.04
32122	Herbazal abierto rocoso	12.23	17.06
333	Tierras desnudas y degradadas	6.27	8.74
Total		71.70	100.00

Fuente: Elaboración propia

Analizando la tabla anterior, se determina que cerca del 70% de las coberturas de suelo en la cuenca hídrica pertenecen a herbazales.

CALCULO DE CAUDALES CUENCA QUEBRADA GUAYABALOSA

Para el caso de la microcuenca de la quebrada Guayabalosa parte alta no se dispone de datos de caudales registrados en estaciones limnométricas ni limnigráficas, solo se dispone de información de precipitación de la Estación Aeropuerto Benito Salas, por lo cual para la determinación de caudales se hace a través de la aplicación de modelos que permitan estimar caudales a partir de información de precipitación y de las características de la cuenca. Entre los principales parámetros que intervienen en el proceso para la transformación de la lluvia en caudal, también conocido como modelo lluvia escorrentía, se encuentran: (i) área de la cuenca, (ii) altura total de la precipitación, (iii) características generales de la cuenca (forma, pendiente, vegetación, etc.), (iv) distribución de la lluvia en el tiempo y (v) distribución de la lluvia en el espacio.

El hidrograma unitario es quizás el modelo lluvia escurrimiento de mayor utilización en la práctica de la ingeniería y se puede definir como el hidrograma de escurrimiento directa que resulta de una precipitación efectiva de profundidad unitaria, uniformemente distribuida y de duración específica.

Una vez estimadas las características morfométricas requeridas, se puede calcular el hidrograma unitario, el cual se convolucionará con la precipitación efectiva para producir el hidrograma de escurrimiento directa de la cuenca de estudio. Si lo que se quiere es el caudal máximo asociado a un cierto periodo de retorno, la convolución se hace con la precipitación efectiva que tiene ese periodo de retorno y se asume que el pico del hidrograma de escurrimiento directa representa el caudal máximo buscado con esa probabilidad de ocurrencia (Smith, 1997).

La precipitación efectiva corresponde a la precipitación total menos las pérdidas de precipitación por infiltración, retención y evapotranspiración. Para estimar las pérdidas es frecuente la utilización del método propuesto por el U. S. Soil Conservation Service (S.C.S., 1985), en el cual las pérdidas se calculan a partir de la intensidad de la precipitación y de un parámetro denominado número de curva (CN), que a su vez es función de la cobertura vegetal, del tipo y uso del suelo, de la impermeabilidad del terreno y su humedad antecedente.

MÉTODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR (HUT) DEL U. S. BUREAU OF RECLAMATION.

Si se cuenta con poca información y no se requiere precisar la forma del hidrograma de escurrimiento, se puede utilizar el hidrograma unitario triangular.

El método simplifica al hidrograma unitario real, suponiéndole forma triangular y definiéndolo a partir de su altura y base por medio del gasto de pico (q_p), y el tiempo base (T_b). Este método es muy aplicable, fundamentalmente a cuencas no aforadas y para definirlo únicamente se requiere conocer las características físicas o hidrológicas de la cuenca.

El gasto de pico (q_p) del hidrograma unitario triangular (HUT) se puede calcular con base a la fórmula siguiente:

$$q_p = 0.208 \frac{A}{T_p} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

q_p = Gasto del pico del hidrograma unitario, en $m^3/\text{seg-mm}$.

A = Área de la cuenca en Km^2

T_p = Tiempo de pico, igual al tiempo entre el inicio y el máximo del escurrimiento directo, en hr, que se calcula con la ecuación:

$$T_p = 0.5d + T_r \quad \text{Ecuación 2}$$

Siendo:

d = Duración efectiva de la tormenta, en hrs.

T_r = Tiempo de retraso, en hrs., definido como el tiempo en horas entre el centro de masa de la tormenta y la hora del gasto máximo, calculando su valor por medio de la ecuación siguiente:

Ecuación 3

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración, $T_r = 0.6T_c$ se puede calcular con la fórmula dependiendo si la cuenca es urbana o no urbana. e la duración efectiva d , se puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

En la figura siguiente se muestra e $d = 2\sqrt{T_c} H_h$ Ecuación 4 triangular, con las literales antes vistas.

Figura. Hidrograma unitario triangular

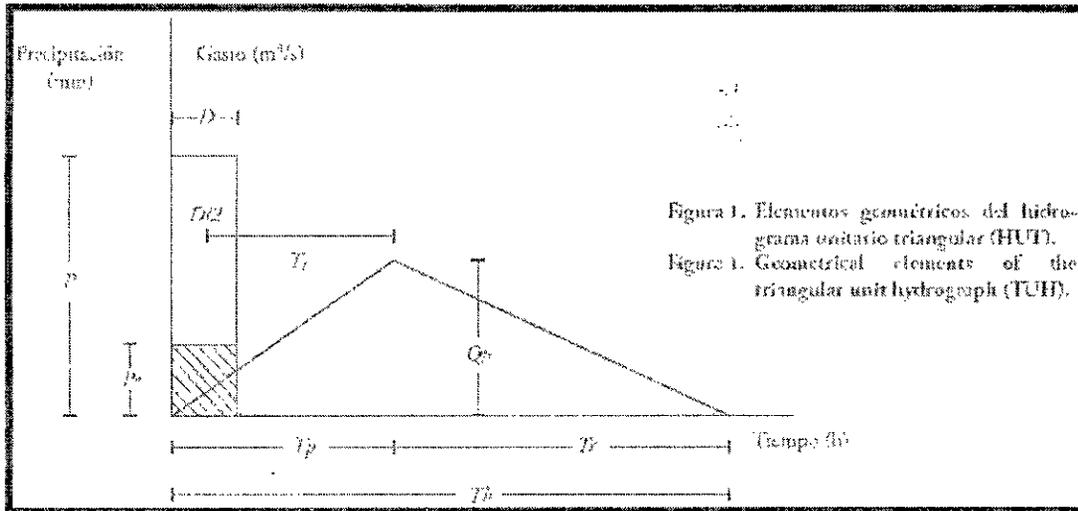


Figura 1. Elementos geométricos del hidrograma unitario triangular (HUT).
 Figure 1. Geometrical elements of the triangular unit hydrograph (TUH).

Fuente: S.C.S., 1985

La suma de T_p y T_r , se le denomina tiempo base (T_b) del hidrograma y con base al análisis de un gran número de hidrogramas reales se adoptó como valor medio el siguiente, para cuencas sin aforar:

$$T_b = 2.67 * T_p \quad \text{Ecuación 5}$$

Finalmente, el gasto máximo utilizando el método de SCS, se obtiene a partir del tiempo de ascenso, es decir:

el gasto pico obtenido, por

$$q_p = 0.208 \frac{A}{T_p} \quad \text{Ecuación 6}$$

Proceso de aplicación:

Paso 1)

Se calculan las siguientes características físicas de la cuenca:

A = área de cuenca en Km^2 .

T_c = tiempo de concentración en horas,

N = número de la curva de escurrimiento para la condición media de humedad en la cuenca adimensional.

Paso 2)

Se calcula el T_p , con la ecuación 2, si no se cuenta con información pluviográfica de las tormentas se pueden realizar las simplificaciones de las ecuaciones 5 y 6, empleando el valor del T_c .

Paso 3)

Se calcula el T_b con la ecuación 5.

Paso 4)

Se calcula la precipitación total asociada a un periodo de retorno, con cualquiera de los métodos probabilísticos, por ejemplo: Lognormal a 2 parámetros, Gumbel o Log Pearson III.

TABLA. Estimación de las precipitaciones máximas en 24 horas con periodo de retorno en la estación Hda La Gironda 1983-2025 – Método Gumbel

Gumbel

T	Precipitación	Prob.(P _{max} ≤ x)
2.33	95.87	0.57
5	115.18	0.8
10	130.90	0.9
15	139.77	0.93
25	150.76	0.96
50	165.50	0.98
100	180.13	0.99
500	213.93	0.998

Paso 5)

Se calcula la altura de precipitación en exceso (Pe).

El Soil Conservation Service (SCS) desarrolló en la década de los setenta un método empírico para el cálculo de la transformación de lluvia-escurrentía, que surgió de la observación del fenómeno hidrológico en distintos tipos de suelo en varios estados y para distintas condiciones de humedad antecedente. Se observaron curvas al representarse en gráficos la profundidad de precipitación (P) y la profundidad de exceso de precipitación o escurrentía directa (Pe). Para estandarizar estas curvas, se definió un número adimensional de curva CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$. Para superficies impermeables y de agua $CN = 100$; para superficies naturales $CN < 100$ y para superficie sin escurrimiento $CN = 0$. Los números de curva se aplican para condiciones antecedentes de humedad normales (Condición II), para condiciones secas (Condición I) o condiciones húmedas (Condición III), se calculan los números de curva equivalente. Los valores de CN han sido tabulados con base en el tipo de suelo y el uso de la tierra (VEN TE CHOWW, MAIDMENT Y MAYS, 1994)

TABLA. Números de curva de escurrentía para complejos hidrológicos suelo -cobertura para las condiciones de una cuenca.

Uso de la tierra o cobertura	Tratamiento o práctica	Condiciones hidrológicas	Grupo Hidrológico				
			A	B	C	D	
Barbado	en surco	deficientes	77	86	71	84	
	Cultivos en líneas	en surco	deficientes	72	81	66	81
		en surco	buenas	67	78	65	80
		en fajas a nivel	deficientes	70	79	61	80
		en fajas a nivel	buenas	65	75	62	80
		en fajas a nivel & terreno	deficientes	66	74	60	81
		en fajas a nivel & terreno	buenas	62	71	78	81
Cereales	en surco	deficientes	65	76	64	80	
	en surco	buenas	63	75	63	80	
	en fajas a nivel	deficientes	60	74	62	80	
	en fajas a nivel	buenas	61	73	61	80	
	en fajas a nivel & terreno	deficientes	61	72	79	82	
	en fajas a nivel & terreno	buenas	59	70	78	81	
Leguminosas muy densas o praderas en rotación	en surco	deficientes	66	77	65	80	
	en surco	buenas	58	72	61	80	
	en fajas a nivel	deficientes	64	75	63	80	
	en fajas a nivel	buenas	55	69	74	83	
	en fajas a nivel & terreno	deficientes	63	73	60	83	
	en fajas a nivel & terreno	buenas	51	67	76	80	
Pastos		deficientes	68	78	66	80	
		regulares	49	69	79	84	
		buenas	39	61	74	80	
	en faja a nivel	deficientes	47	67	61	80	
	en faja a nivel	regulares	25	59	75	83	
Praderas (permanentes)		buenas	6	35	79	79	
		buenas	30	50	71	78	
Bosques		deficientes	41	66	77	83	
		regulares	36	60	72	79	
		buenas	28	55	70	77	
Grandes			59	74	82	86	
	Carrizales sin árboles		72	82	87	89	
	Carrizales arborescentes		74	84	89	92	

Para la determinación del CN, para cada cobertura a excepción de las zonas intervenidas por el ser humano, se asumió la condición con antecedentes de máxima humedad (III) y grupo hidrológico moderado de suelo (B), cuyo valor ponderado para la cuenca se estima a continuación.

TABLA. Cálculo de CN a partir de las coberturas de la cuenca guayabalosa

CODIGO	COBERTURA	AREA (Ha)	%	VALOR CN	CN PONDERADO
232	Pastos arbolados	4.99	6.96	84	5.85
314	Bosque de galería y ripario	4.44	6.20	83	5.14
321111 1	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	43.77	61.0 4	92	56.16
32122	Herbazal abierto rocoso	12.23	17.0 6	85	14.50
333	Tierras desnudas y degradadas	6.27	8.74	65	5.68
TOTAL		71.70	100		87.33

Con base al número N de la cuenca, se calculan las lluvias en exceso para cada una de las lluvias determinadas en el paso anterior, por medio de la fórmula de Ven T. Chow siguiente:

$$Pe = \frac{\left(P - \frac{5.080}{N} + 50.8 \right)^2}{P + \frac{20,320}{N} - 203.2}$$

Dónde:

Pe = precipitación o lluvia en exceso. en mm.

P = lluvia de 6 horas de duración y determinado período de retorno en mm.

Para el cálculo de la precipitación esperada con diferente duración se tienen en cuenta los siguientes coeficientes:

TABLA 2. Coeficientes para estimar la lluvia para varias duraciones

DURACION (Hr)	Coeficiente	DURACION (Hr)	Coeficiente
24	1	1	0.3
18	0.91	0.83	0.146
12	0.8	0.667	0.134
8	0.68	0.5	0.119
6	0.61	0.333	0.1
5	0.57	0.1666	0.072
4	0.52	0.083	0.048
3	0.46	0.05	0.033
2	0.39		

Paso 6)

Se calcula el gasto pico del HUT (qp) con la ecuación 6 y se procede a dibujar la forma del hidrograma, utilizando los valores de qp, Tp y Tb.

Paso 7)

Por último, se multiplica el gasto pico del HUT por la altura de precipitación en exceso asociado a un periodo de retorno y se obtiene el gasto pico máximo (Qp), obteniendo los caudales para diferentes periodos de retorno.

TABLA. Caudales esperados para varios periodos de retorno cuenca Guayabalosa, calculados mediante el Método del hidrograma unitario triangular (HUT) del U. S. BUREAU OF RECLAMATION.

Tr	TIEMPO DE CONCENTRACION	d	Tr	Tp	Tb	CN	Pe	qp	Q
----	-------------------------	---	----	----	----	----	----	----	---

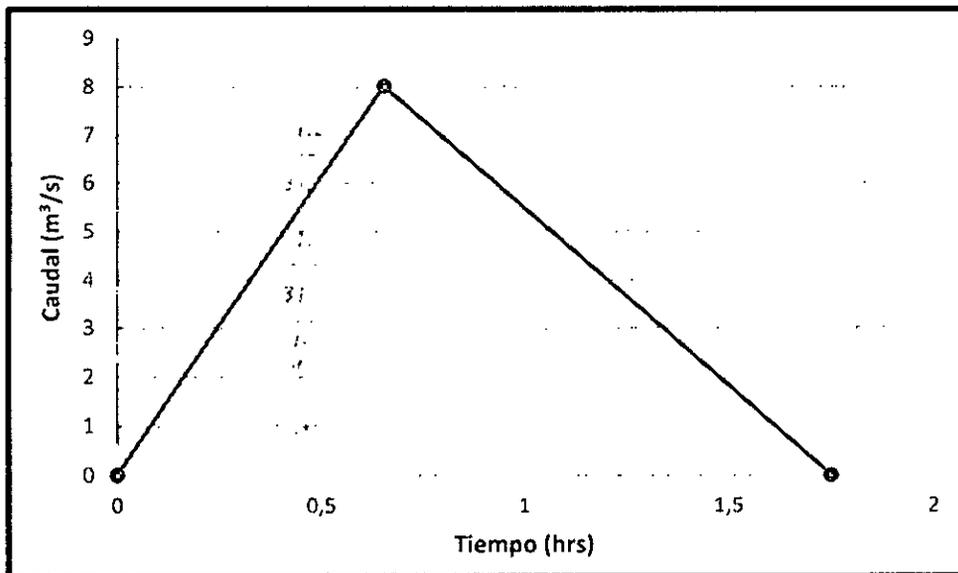
	ARE A	Kirpi ch	V.T. Cho w	Tem ez	Tc Prome dio	Tc Prome dio						P 6Hr			
Año s	Has	Min	Min	Min	Min	Hr						mm		m ³ /s- min	m ³ /s eg
2	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	58.4 8	29.7 0	0.14	4.23
5	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	70.2 6	39.6 5	0.14	5.65
10	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	79.8 5	48.0 5	0.14	6.85
15	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	85.2 6	52.8 7	0.14	7.53
25	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	91.9 7	58.9 3	0.14	8.40
50	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	100. 96	67.1 5	0.14	9.57
100	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	109. 88	75.4 0	0.14	10.75
500	71.7 0	18.0 2	57.5 1	19.9 4	31.83	0.53	1.4 6	0.3 2	1.0 5	2.7 9	87.3 3	130. 50	94.7 7	0.14	13.51

El diagrama unitario triangular con periodo de retorno de 100 años se construye con los siguientes valores, resumiendo los pasos anteriores. para presentarlos en las siguientes figuras:

TABLA. Datos de caudal y tiempo para el diagrama unitario triangular creciente con periodo de retorno de 100 años cuenca Guayabalosa

Id	TIEMPO	Q
To	0.00	0.00
Tp	0.66	8.02
Tb	1.75	0.00

Figura. Diagrama unitario triangular creciente con periodo de retorno de 100 años cuenca Guayabalosa



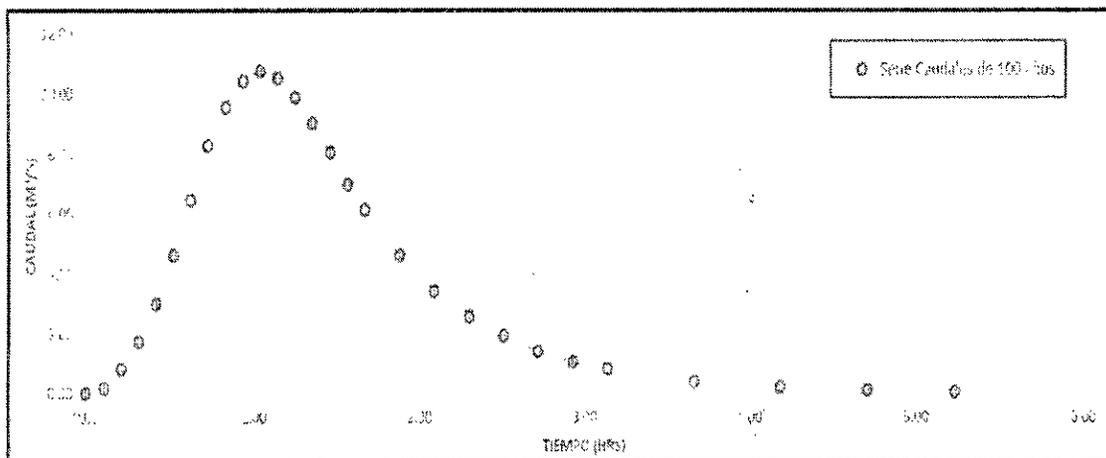
Fuente: Equipo consultor SERCOIN, 2025

El diagrama sintético suavizado con periodo de retorno de 100 años es el siguiente:

TABLA. Datos de caudal y tiempo para el diagrama unitario sintético suavizado, creciente con periodo de retorno de 100 años cuenca Guayabalosa

t/t_p	Q/Q_p	t	Q	t/t_p	Q/Q_p	t	Q
0	0	0.00	0.00	1.4	0.75	0.92	6.01
0.1	0.015	0.07	0.12	1.5	0.65	0.98	5.21
0.2	0.075	0.13	0.60	1.6	0.57	1.05	4.57
0.3	0.16	0.20	1.28	1.8	0.43	1.18	3.45
0.4	0.28	0.26	2.24	2	0.32	1.31	2.57
0.5	0.43	0.33	3.45	2.2	0.24	1.44	1.92
0.6	0.6	0.39	4.81	2.4	0.18	1.57	1.44
0.7	0.77	0.46	6.17	2.6	0.13	1.70	1.04
0.8	0.89	0.52	7.14	2.8	0.098	1.83	0.79
0.9	0.97	0.59	7.78	3	0.075	1.97	0.60
1	1	0.66	8.02	3.5	0.036	2.29	0.29
1.1	0.98	0.72	7.86	4	0.018	2.62	0.14
1.2	0.92	0.79	7.38	4.5	0.009	2.95	0.07
1.3	0.84	0.85	6.73	5	0.004	3.28	0.03

Figura. Diagrama unitario sintético, creciente con periodo de retorno de 100 años cuenca Guyabalosa



Fuente: Equipo consultor SERCOIN, 2025

6. ESTUDIO HIDRAULICO

MODELACIONES HIDRAULICAS DE LAS FUENTES HIDRICAS

La modelación hidráulica de un cauce tiene por objeto determinar el comportamiento de una creciente con un caudal dado teniendo en cuenta las condiciones topográficas. Para ello se parte de un levantamiento topográfico detallado del cauce, cuya cartera topográfica se muestra en el anexo topográfico, sobre el cual se establecen secciones batimétricas y topográficas sobre las cuales, con la ayuda de un software especializado se hace la correspondiente simulación.

SIMULACION DEL FLUJO DE CANALES

La simulación hidráulica tiene por objeto la determinación de áreas de inundación en los sitios donde se levantaron las secciones batimétricas mediante el empleo del software HEC RAS del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos.

Para establecer las características hidráulicas predominantes en las fuentes hídras en los puntos cercanos al sitio de las batimetrías de las diferentes secciones, determinadas por el estado del movimiento del flujo (fuerzas de gravedad y rozamiento que se oponen al flujo y las fuerzas de gravedad que lo causan) y las características geométricas del mismo cauce en dicho lugar, se consideró efectuar la calibración y aplicación del modelo HEC RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) elaborado por el U S Army Corps of Engineers de USA.

Se efectuó visita de reconocimiento y levantamiento de secciones transversales a fin de obtener unas condiciones ponderadas del cauce de las fuentes en el sitio del proyecto.

MODELO MATEMATICO DE FLUJO

El programa HEC RAS, es considerado el modelo más ampliamente usado en la determinación de perfiles de flujo en canales naturales (ríos) o construidos. El procedimiento básico de cálculo que emplea, está basado en la solución de la Ecuación de Manning. El modelo permite entre otros obtener el perfil de las láminas de agua en un tramo.

El modelo simula la hidráulica del flujo de canales de cualquier tipo de sección transversal bajo condiciones de flujo gradualmente variado, opera de acuerdo con la siguiente ecuación de energía:

$$Y_2 + Z_2 + (\alpha_2 V_2^2 / 2g) = Y_1 + Z_1 + (\alpha_1 V_1^2 / 2g) + h_e$$

Donde:

Y_1, Y_2 = Profundidades del agua abajo (1) y aguas arriba (2) del tramo considerado, este tramo es considerado cabeza de presión en m.

Z_1, Z_2 = Nivel del fondo del canal aguas abajo (1) y aguas arriba (2) del tramo considerado, este término es considerado como cabeza de posición en m.

$V_2^2/2g, V_1^2/2g$ = Cabeza de velocidad aguas arriba y aguas abajo del tramo considerado, en m.

α = Coeficiente de velocidad

h_e = Pérdidas de energía en el tramo, se dividen en pérdidas por fricción (h_f) y pérdidas localizadas (h_l) en m.

El modelo puede expresar las pérdidas por fricción (h_f) en un tramo de longitud (L) para un flujo gradualmente variado por medio de la Ecuación de Manning según la siguiente expresión:

$$h_f = ((Sf_1 + Sf_2) / 2) L$$

Donde:

$Sf_1 + Sf_2$ = Corresponden a los valores de pendiente de la línea de energía aguas arriba (2) y aguas abajo (1) del tramo de longitud L considerado. Estos valores el modelo lo expresa mediante la Ecuación de Manning para flujo uniforme en cada sección del tramo según la siguiente expresión:

$$Sf = (n^2 v^2 / R^{4/3})$$

Donde:

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

v = Velocidad promedio del agua en la sección, en m/s

R = Radio Hidráulico en m.

Las pérdidas localizadas por contracción o expansión se presentan mediante la ecuación:

$$h_l = C(ABS)((V_2/2g) - (V_1/2g))$$

Donde:

C = Coeficiente de pérdidas por contracción o expansión, adimensional.

ABS = Representa el valor absoluto de los términos incluidos en el paréntesis.

V = la velocidad promedio del agua, aguas arriba (2) y aguas abajo (1)

El coeficiente de pérdidas localizadas por contracción gradual y expansión gradual de la corriente de agua se tomaron iguales a 0,10 y 0,30 respectivamente de acuerdo a lo evaluado por HEC RAS.

ESTIMATIVOS DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Para estimar el coeficiente de rugosidad de Manning en la fuente hídrica en los sitios de los transeptos, se dispuso de la información levantada durante el levantamiento topográfico realizado como insumo de trabajo para la ejecución de los trabajos hidráulicos. El valor de n es muy variable y depende de una cantidad de factores. Al seleccionar un valor adecuado de n para diferentes

condiciones de diseño, un conocimiento básico de estos factores debe ser considerado de gran utilidad.

RUGOSIDAD DE LA SUPERFICIE

Se representa por el tamaño y la forma de los granos del material que forma el perímetro mojado y que producen un efecto retardante sobre el flujo. En general, los granos finos resultan en un valor relativamente bajo de n y los granos gruesos dan lugar a un valor alto de n .

- **Vegetación**

Puede ser vista como una clase de rugosidad superficial. Este efecto depende principalmente de la altura, densidad, distribución y tipo de vegetación, y es muy importante en el diseño de canales pequeños de drenaje, ya que por lo común éstos no reciben mantenimiento regular.

- **Irregularidad Del Canal**

Se refiere a las variaciones en las secciones transversales de los canales, su forma y su perímetro mojado a lo largo de su eje longitudinal. En general, un cambio gradual y uniforme en la sección transversal o en su tamaño o forma no produce cambios apreciables en el valor de n , pero cambios abruptos o alteraciones de secciones pequeñas y grandes requieren el uso de un valor grande de n .

- **Alineamiento Del Canal**

Curvas suaves con radios grandes producirán valores de n relativamente bajos, en tanto que curvas bruscas con meandros severos incrementarán el valor de n .

- **Sedimentación y Erosión**

En general la sedimentación y erosión activa, dan variaciones al canal que ocasionan un incremento en el valor de n . Urquhart (1975) señaló que es importante considerar si estos dos procesos están activos y si es probable que permanezcan activos en el futuro.

- **Obstrucción**

La presencia de obstrucciones tales como troncos de árbol, desechos de flujos, atascamientos, pueden tener un impacto significativo sobre el valor de n . El grado de los efectos de tales obstrucciones depende del número y tamaño de ellas.

DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANING

Aplicando la fórmula Manning, la más grande dificultad reside en la determinación del coeficiente de rugosidad n pues no hay un método exacto de seleccionar un valor n . Para ingenieros veteranos, esto significa el ejercicio de un profundo juicio de ingeniería y experiencia; para novatos, puede ser no más de una adivinanza, y diferentes individuos obtendrán resultados diferentes.

La siguiente tabla muestra los valores del coeficiente de rugosidad de Manning teniendo en cuenta las características del cauce:

Tabla. Estimación de rango de rugosidades en corrientes naturales

Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente.	0,027 – 0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lámina de agua suficiente, algo de vegetación.	0,033 – 0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia.	0,035 – 0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados.	0,060 – 0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa.	0,100 – 0,200
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña.	0,050 – 0,080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario.	0,030 – 0,200

Fuente. S.M. Woodward and C.J Posey "Hydraulics of steady flow in open channels".

Una extensa recopilación de n valores de arroyos y llanuras de inundación se puede encontrar en el libro de Chow "Hidráulica canal abierto" [Chow. 1959]. Extractos del libro de Chow, de los tipos más



INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO

Código: F-CAM-106

Versión: 2

Fecha: 09 Abr 14

comunes de los canales, se muestran en la siguiente tabla. El libro de Chow presenta otros tipos de canales, así como imágenes de los arroyos para el que han sido calibrados n valores.

TABLA: Valores típicos de coeficiente de Manning para fuentes hídricas.

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
A. Natural Streams			
1. Main Channel:			
a. Clean, straight, full, no riffs or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower slopes, more ineffective slopes and sections	0.040	0.045	0.050
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavy stands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
2. Flood Plains:			
a. Pasture no brush	0.025	0.030	0.035
1. Short grass	0.030	0.035	0.050
2. High grass			
b. Cultivated areas	0.020	0.030	0.040
1. No crop	0.025	0.035	0.045
2. Mature row crops	0.030	0.040	0.050
3. Mature field crops			
c. Brush	0.035	0.050	0.070
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.060
2. Light brush and trees, in winter	0.040	0.060	0.080
3. Light brush and trees, in summer	0.045	0.070	0.110
4. Medium to dense brush, in winter	0.070	0.100	0.160
5. Medium to dense brush, in summer			
d. Trees	0.030	0.040	0.050
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.050	0.060	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.060	0.100	0.120
3. Heavy stand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.100	0.120	0.160
4. Same as above, but with flow into branches			
5. Dense willow, summer, straight	0.110	0.150	0.200
3. Mountain Streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

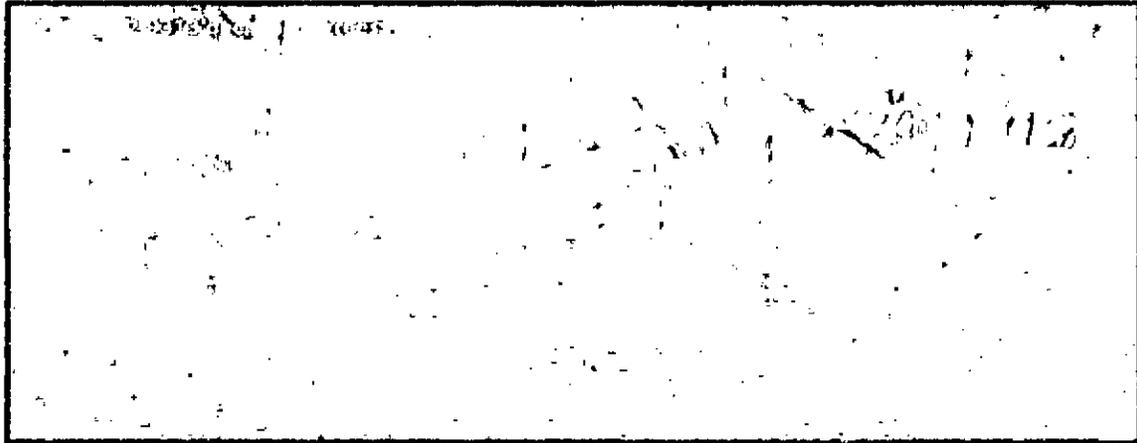
Fuente: Ven Te Chow "Hidráulica de canales abiertos"

Con base a la información anterior en conjunto con la visita de campo en la zona (ver siguiente figura), se puede estimar que el cauce principal, tomando como referencia Ven Te Chow, el canal principal está compuesto por algunas rocas, vegetación, tramos bajos y pendiente ineficaz, por lo que se adopta un valor entre 0.04 y 0.035, es decir 0.030.

Para las orillas del cauce, se puede estimar, que, debido a la presencia menor de herbazales, ubicados de manera dispersa y maleza, se adopta un valor entre 0.030 y 0.050, adoptando un valor de 0.030.

FIGURA. Cauce general inmediatamente aguas arriba del sitio de obra cuenca Guayabalosa

	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión:2
		Fecha:09 Abr 14



Fuente: Equipo consultor SERCOIN, 2024.

En resumen, se toman los siguientes valores para el n de Manning:

Orilla derecha, $n = 0.030$

Orilla izquierda: $n = 0.030$

Cauce principal: $n = 0.030$

SECCIONES TOPOGRAFICAS DE DESARROLLO

Con el programa AUTOCAD CIVIL 3D se hace la modelación de superficie tomando como insumo la topografía del cauce, delimitando la orilla izquierda y derecha, así como el eje, trazando las secciones transversales para este caso cada 10 metros, el área de influencia a cada lado, información exportada hacia HEC RAS, obteniendo así la geometría de la fuente hídrica para la modelación hidráulica.

Luego se hace el proceso de modelación en el programa HEC RAS, obteniendo para cada sección las cotas de la lámina de agua para caudales de varios periodos de retorno, así como la línea de energía.

RESULTADOS DE LA MODELACION

Los resultados de la modelación son los niveles de la lámina de agua en cada sección, con los cuales se establece la cota de inundación para cada sección analizada en las fuentes hídricas analizadas.

QUEBRADA GUAYABALOSA

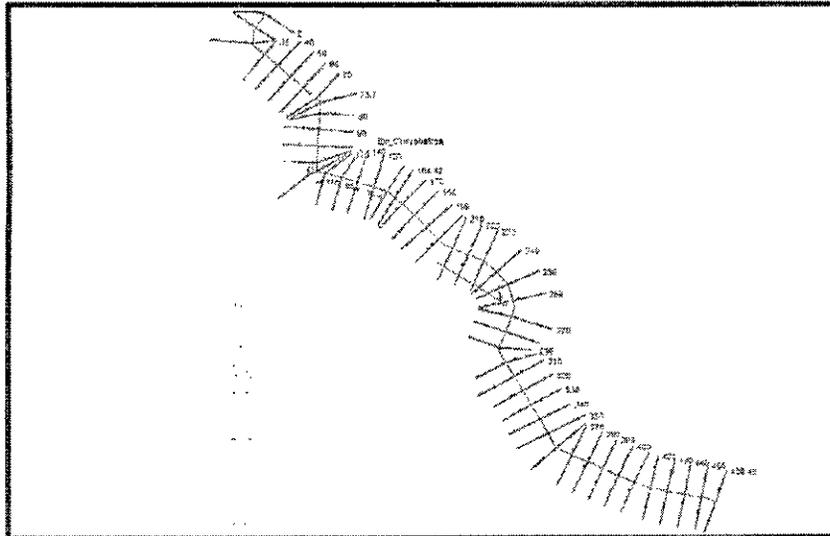
Utilizando el programa AutoCAD Civil 3D se genera una superficie tomando como insumo la topografía (puntos de la cartera). Inicialmente se dibuja el eje del río en sentido contrario al flujo de la fuente hídrica (desde la parte más baja hasta la más alta), además que se dibujan las orillas del cauce a ambos lados.

El eje del río sirve para hacer el alineamiento el cual va en sentido contrario al flujo del agua. Sobre este alineamiento se definen las secciones transversales espaciadas cada 10 m, definiendo una zona aledaña de trabajo perpendicular al eje del alineamiento. Esta información es guardada en un archivo digital exportable hasta el software HEC RAS, el cual contiene la geometría del cauce, es decir cotas, longitudes y forma del cauce.

En la siguiente FIGURA, aparece la ubicación del eje del cauce, las orillas y las secciones de trabajo, las cuales inician en la parte más baja en la abscisa 0 metros, que aumenta cada 10 metros hasta el punto más alto de la abscisa 458.49 metros.

	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión: 2
		Fecha: 09 Abr 14

FIGURA. Geometría de la superficie del cauce de la Quebrada Guayabalosa y sus secciones de trabajo.



Para la simulación hidráulica del caudal en el cauce de la fuente hídrica, se importa la geometría generada en el programa AUTOCAD CIVIL 3D desde el programa HEC RAS, generando en este programa el perfil de cada sección.

Con los datos de caudal y coeficiente de rugosidad de manning que deben ser introducidos y con la pendiente que es calculada por el programa con los datos de la geometría se hace la simulación, para la cual se utilizaron los siguientes datos:

CAUDALES

Para el proyecto, se hace la simulación de caudales hasta unos metros aguas abajo del sitio de obra, obteniendo el caudal proporcionalmente acorde al área drenada.

$Q_{100 \text{ años}} = 10.75 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q_{500 \text{ años}} = 13.51 \text{ m}^3/\text{s}$

El coeficiente de rugosidad de manning se determina en función de las características y/o de los materiales que conforman las paredes y el fondo del canal o cauce. De acuerdo a observaciones en campo y con ayuda de tablas se trabajó con los siguientes coeficientes de rugosidad de manning.

Orilla derecha:

Estaciones 458.49 a 0 = 0,03

Orilla izquierda:

Estaciones 458.49 a 0 = 0,03

Fondo del cauce:

Estaciones 458.49 a 0 = 0,03

Una vez se hacen los cálculos, el software HEC – RAS elabora una tabla de resultados con los valores calculados por estación. Estos resultados se encuentran en el archivo "Modelación Q Guayabalosa Sin Obra.pdf" y se puede observar en la siguiente imagen, además de que se presenta en los anexos.



INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO

Código: F-CAM-106

Versión:2

Fecha:09 Abr 14

FIGURA. Reporte de la simulación hidráulica de la quebrada Guayabalosa

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chanl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Ch
Eje Guayabalosa	458.49	100 AÑOS	10.75	650.10	651.06	651.18	651.54	0.020037	3.05	3.33	6.45	1.32
Eje Guayabalosa	458.49	500 AÑOS	14.37	648.10	651.19	651.53	651.74	0.020010	3.28	4.37	7.14	1.34
Eje Guayabalosa	492	100 AÑOS	10.75	649.82	650.96	651.00	651.43	0.013901	3.02	3.36	4.46	1.04
Eje Guayabalosa	492	500 AÑOS	14.37	649.82	651.24	651.24	651.67	0.011536	2.89	4.98	5.92	1.00
Eje Guayabalosa	440	100 AÑOS	10.75	648.86	649.59	650.38	651.13	0.046778	4.72	2.28	3.50	1.87
Eje Guayabalosa	440	500 AÑOS	14.37	648.86	650.17	650.60	651.39	0.049926	4.88	2.85	3.49	1.78
Eje Guayabalosa	430	100 AÑOS	10.75	648.34	649.28	649.66	650.56	0.064316	5.04	2.13	4.28	2.28
Eje Guayabalosa	430	500 AÑOS	14.37	648.34	649.38	649.84	650.86	0.063497	5.18	2.87	4.67	2.27
Eje Guayabalosa	420	100 AÑOS	10.75	648.15	649.10	649.35	649.88	0.043207	3.93	2.74	6.01	1.86
Eje Guayabalosa	420	500 AÑOS	14.37	648.15	649.18	649.50	650.17	0.047115	4.39	3.27	6.59	1.84
Eje Guayabalosa	410	100 AÑOS	10.75	647.94	648.89	649.07	649.52	0.025032	3.52	3.06	4.91	1.47
Eje Guayabalosa	410	500 AÑOS	14.37	647.94	649.03	649.24	649.76	0.024501	3.77	3.81	5.39	1.45
Eje Guayabalosa	400	100 AÑOS	10.75	647.72	648.73	648.88	649.25	0.022275	3.19	3.37	6.21	1.39
Eje Guayabalosa	400	500 AÑOS	14.37	647.72	648.87	649.03	649.49	0.025526	3.81	3.98	6.74	1.50
Eje Guayabalosa	390	100 AÑOS	10.75	647.52	648.46	648.61	649.01	0.024726	3.29	3.26	5.91	1.42
Eje Guayabalosa	390	500 AÑOS	14.37	647.52	648.58	648.77	649.24	0.024348	3.60	3.99	6.31	1.44
Eje Guayabalosa	380	100 AÑOS	10.75	647.36	648.05	648.05	649.60	0.016366	3.28	3.27	2.98	1.04
Eje Guayabalosa	380	500 AÑOS	14.37	647.36	649.31	649.31	649.93	0.016080	3.49	4.11	3.30	1.50
Eje Guayabalosa	370	100 AÑOS	10.75	647.13	648.41	648.49	649.33	0.032208	4.24	2.53	3.10	1.50
Eje Guayabalosa	370	500 AÑOS	14.37	647.13	648.60	648.93	649.67	0.033546	4.57	3.14	3.42	1.81
Eje Guayabalosa	360	100 AÑOS	10.75	646.85	647.60	647.97	648.84	0.048437	4.93	2.18	4.86	2.35
Eje Guayabalosa	360	500 AÑOS	14.37	646.85	647.70	648.12	649.16	0.064787	5.35	2.69	5.38	2.41
Eje Guayabalosa	350	100 AÑOS	10.75	646.68	647.82	647.92	648.30	0.017342	3.06	3.51	6.47	1.27
Eje Guayabalosa	350	500 AÑOS	14.37	646.68	647.92	648.09	648.56	0.021480	3.54	4.05	5.84	1.36
Eje Guayabalosa	340	100 AÑOS	10.75	646.43	647.55	647.69	648.10	0.019763	3.31	3.25	4.87	1.29
Eje Guayabalosa	340	500 AÑOS	14.37	646.43	647.70	647.87	648.35	0.020068	3.88	4.01	5.99	1.33
Eje Guayabalosa	330	100 AÑOS	10.75	646.20	647.07	647.31	647.84	0.031423	3.88	2.77	4.54	1.58
Eje Guayabalosa	330	500 AÑOS	14.37	646.20	647.22	647.49	648.08	0.030747	4.12	3.49	5.15	1.60

En la tabla anterior, aparece en la segunda columna, la abscisa toma a partir de la parte más alta. en la segunda columna Profile aparece el caudal, en la tercera columna (Min Ch El) aparece la cota de fondo del cauce, en la columna W.S. Elev aparece la cota de la lámina de agua para el caudal del pedrenajado de retorno analizado, en la columna E.G. Elev aparece la cota de elevación de la energía del flujo. la columna E.G. slope contiene la pendiente del tramo, luego aparece Vel.Chanl que corresponde a la velocidad del flujo, en la columna Flow Área aparece el área húmeda de la sección, en la columna Top Width aparece el perímetro de la sección y por último El Numero de Froude.

Los resultados de forma gráfica de la modelación para los perfiles seleccionados aparecen en las siguientes Figuras.

FIGURA. Resultado grafico de la simulación hidráulica de la quebrada Guayabalosa en la estación 458.49



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

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 concordantes.

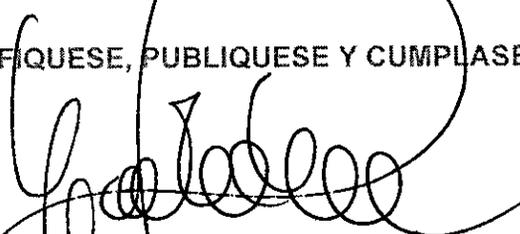
ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO: Se advierte al beneficiario del presente permiso que el incumplimiento de las obligaciones señaladas en la presente Resolución dará lugar a imposición de las sanciones señaladas en el Artículo 40 de la Ley 1333 de 2019 modificada por la Ley 2387 de 2024, previo proceso sancionatorio ambiental adelantado por la entidad ambiental

ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO: Notificar la presente resolución a la **FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA – UNINAVARRA** identificada con Nit No. 900.480.042-2 representada legalmente por la señora Sandra Liliana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila, o quien haga sus veces, con dirección de notificación en la calle 10 No. 6 - 41, teléfono de contacto 3162124887 y correo electrónico notificacionesjudiciales@uninavarra.edu.co, 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


CARLOS ANDRES GONZALEZ TORRES
Director Territorial Norte (E)

Proyecto Texto Legal: María Juliana Perdomo Mosquera – Contratista apoyo jurídico DTA
Expediente: POC-00039-25.

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

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.

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



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

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.

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 cien (100) individuos forestales como mínimo, en áreas que pertenezcan a la zona hidrográfica del Rio Ceibas en el municipio de Neiva – 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 (estas especies forestales pueden ser Carbón, Ocobo, Gualañday, Guayacán, Cuchiyuyo (o Nacedero), Chicalá, entre otros).
 - 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 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 hidro retenedor 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, contados a partir

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

estructura hidráulica tipo **Box Culvert - Paso No. 3**, de doble celda de sección 1.55 m de ancho x 1.50 de alto cada una y 5.0 m de longitud, sobre la quebrada **Guayabalosa**, ubicado en el predio denominado "SIN DIRECCION LT 1" con matrícula inmobiliaria No. 200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva (H).

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. 1879 de fecha 10 de junio de 2025 y complementado el 01 de julio de 2025, el cual hace parte íntegra del presente acto administrativo.

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-00039-25.

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.

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

Es preciso indicar que la Corporación dentro del trámite de ocupación de cauce no evalúa el componente estructural, presupuestal, económico, estabilidad, proceso constructivo, calidad de materiales utilizados, entre otros, para la construcción de un **Box Culvert - Paso No. 3**, de doble celda de sección 1.55 m de ancho x 1.50 de alto cada una y 5.0 m de longitud, sobre la quebrada **Guayabalosa**, ubicado en el predio denominado "SIN DIRECCION LT 1" con matrícula inmobiliaria No. 200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva; en consecuencia, esta responsabilidad recae en el titular del presente permiso.

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.

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 a la **FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA – UNINAVARRA** identificado con Nit. 900.480.042-2, representada legalmente por Sandra Lilibiana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila, o quien haga sus veces, sobre la fuente hídrica **Quebrada Guayabalosa** para el proyecto: "Construcción de la

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

La reforestación activa deberá establecerse en áreas que pertenezcan a la zona hidrográfica del río Ceibas en el municipio de Neiva, cumpliendo además con los siguientes requerimientos:

- a) Establecer como mínimo 100 individuos forestales teniendo la zona donde se adelantará la ocupación de cauce.
- b) La reforestación debe ser con especies forestales protectoras - productoras, buscando generar hábitats y sitios de alimentación para fauna (estas especies forestales pueden ser Carbón, Ocobo, Gualanday, Guayacán, Cuchiyuyo (o Nacedero), Chicala, entre otros).
- 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.

4. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar traslado del presente concepto junto con el expediente POC-00039-24 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. CAM No. 2025E – 6441 del 12 de marzo de 2025, la señora SANDRA LILIANA NAVARRO PARRA identificado con cedula No.36.180.562, representante legal de la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, con Nit 900.480.042-2, solicitó ante este Despacho Permiso de Ocupación de Playas, Cauces y Lechos, para el proyecto: "Construcción de la estructura hidráulica tipo **Box Culvert - Paso No. 3**, de doble celda de sección 1.55 m de ancho x 1.50 de alto cada una y 5.0 m de longitud, sobre la quebrada **Guayabalosa**". ubicado en el predio denominado "SIN DIRECCION LT 1" con matrícula inmobiliaria No. 200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva. 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 para el proyecto: "Construcción de la estructura hidráulica tipo **Box Culvert - Paso No. 3**, de doble celda de sección 1.55 m de ancho x 1.50 de alto cada una y 5.0 m de longitud, sobre la quebrada **Guayabalosa**". ubicado en el predio denominado "SIN DIRECCION LT 1" con matrícula inmobiliaria No. 200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva.

ID:
te

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

- 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 preservación ambiental, durante el plazo de la ejecución del proyecto (12 meses), el beneficiario del permiso realizará una reforestación activa para lo cual deberá presentar a la CAM un plan de establecimiento forestal para su aprobación, teniendo en cuenta lo siguiente:*

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

Tabla No. 2 Coordenadas planas tomadas en campo sobre el punto de intervención.

Parámetro	Valor
Tipo de Estructura	Box Culvert
Dimensiones (B x H x L)	1.55 m x 1.50 m x 5.0 m
Caudal Evaluado (Q)	10.75 m ³ /s
Lámina de Agua (Encole / Descole)	644.34 / 644.41 msnm
Fondo del Canal (Encole / Descole)	643.42 / 643.35 msnm
Cota Clave (Encole / Descole)	644.92 / 644.85 msnm
Velocidad del Flujo (Encole / Descole)	4.26 / 3.33 m/s
Altura de la Lámina de Agua (HW)	0.92 m
Relación HW/D	0.61 m

Tabla 2. Condiciones hidráulicas de la obra para el tránsito del caudal con período de retorno de 100 años - Boxculvert

Se considera que los componentes hidrológico e hidráulico cumplen con los requerimientos técnicos de la GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA (MADS, 2018), para las modificaciones considerables en la morfología de este sistema lótico, en el periodo de retorno de 100 años, que generaría la implementación del Box Culvert en la quebrada Guayabalosa.

La Corporación, en el marco del trámite de ocupación de cauce, no evalúa aspectos estructurales, presupuestales, de estabilidad, procesos constructivos, materiales utilizados, entre otros, para la construcción de un Box Culvert sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa, en el municipio de Neiva, Huila, por consiguiente, esta responsabilidad recae en los diseñadores, constructor y ejecutor del proyecto, es decir la FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, con Nit No. 900.480.042-2, representado legalmente por la señora Sandra Liliana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila.

Teniendo en cuenta lo dispuesto en la Resolución No. 2257 del 01 de agosto de 2016, la Ronda de Protección para los drenajes que se encuentran en el predio, es de 10 metros medidos a partir de la cota máxima de inundación con un periodo de retorno de 100 años, y su uso principal es de protección ambiental. En este sentido, en estas zonas se deben implementar acciones para evitar la contaminación y promover la conservación de la vegetación y el suelo. Estas acciones incluyen el manejo adecuado de residuos, la correcta disposición de aguas residuales, la protección y restauración de la vegetación nativa que se encuentra dentro de la ronda, evitar la deforestación, fomentar la siembra de árboles y plantas nativas para estabilizar el suelo, reducir la erosión y mejorar la calidad del agua.

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

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

ARTICULO SEGUNDO: Determinar la Ronda de Protección para los drenajes en el predio 200-239023 de la Vereda Ceibas Afuera del municipio de Neiva (H) en 10 metros medidos a partir de la cota máxima de inundación con un periodo de retorno de 100 años; la cual se determina como zona de exclusión para desarrollos urbanísticos y cuyo uso principal será protección ambiental.

ARTICULO TERCERO: La ronda de protección se deberá precisar en el Plan Básico de Ordenamiento Territorial - POT conforme lo establecido en el artículo 190 del Decreto 019 de 2012 y/o en el proceso de formulación del Plan de Ordenamiento Territorial en los términos establecidos en el artículo 28 de la Ley 388 de 1997..."

Es preciso indicar que el predio denominado "SIN DIRECCION LT 1" con matrícula inmobiliaria No. 200-253305, hace parte de un globo de mayor extensión con matrícula inmobiliaria No. 200-239023, según figura en la página 2 del certificado de tradición.

Así mismo, es importante mencionar que según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible define una ronda hídrica o hidráulica como un área de especial importancia ecológica de dominio público inalienable, imprescriptible e inembargables que juegan un papel fundamental desde el punto de vista ambiental. En este sentido se advierte que las obras y actividades que se desarrollarán con el proyecto del Campus Universitario deben respetar las rondas hídricas de toda fuente de agua permanente o intermitente que se encuentre en el predio y sus alrededores.

10. CONCEPTO TÉCNICO

Teniendo en cuenta la solicitud con todos los documentos técnicos allegados, y de conformidad a la visita de evaluación realizada en campo, se tiene que la obra objeto de la presente solicitud no generaría impactos ambientales adversos, por lo cual se considerará técnica y ambientalmente viable otorgar el Permiso de Ocupación de Cauce Permanente sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa, en beneficio de la persona jurídica FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, con Nit No. 900.480.042-2, representado legalmente por la señora Sandra Liliana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila, para el proyecto: "Construcción de la estructura hidráulica tipo Box Culvert - Paso No. 3, de doble celda de sección 1.55 m de ancho x 1.50 de alto cada una y 5.0 m de longitud, sobre la quebrada Guayabalosa", ubicado en el predio denominado "SIN DIRECCION LT 1" con matrícula inmobiliaria No. 200-253305, ubicado en la vereda Ceibas Afuera, jurisdicción del municipio de Neiva, departamento del Huila.

Dicha obra de ocupación debe construirse acorde y de conformidad a las especificaciones técnicas, estudios y anexos técnicos suministrados por el solicitante a través del expediente POC-00039-25, realizados y presentados por la persona jurídica FUNDACIÓN UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA, con Nit No. 900.480.042-2, representado legalmente por la señora Sandra Liliana Navarro Parra, identificada con cédula de ciudadanía No. 36.180.562 expedida en Neiva - Huila.

Punto No.	Obra	FUENTE HIDRICA	VEREDA/ MUNICIPIO	PREDIO	COORDENADAS (extremos de la obra)	
					ESTE	NORTE
1	Box Culvert - Paso No. 3	Quebrada Guayabalosa	Ceibas Afuera, municipio de Neiva	"SIN DIRECCION LT 1" con matrícula inmobiliaria No. 200-253305	877210	815956

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

Conforme lo establecido en el concepto de uso de suelo emitido por la Dirección de Ordenamiento Territorial de la Alcaldía de Neiva, se indica que el Lote 1 con cédula catastral 000200000070144000000000 se clasifica como suelo RURAL, según lo estipulado en el plano CG-01 denominado "Clasificación General del Territorio" que hace parte integral del Acuerdo 026 de 2009 que revisa y ajusta el POT del municipio de Neiva. Además, se encuentra dentro del área de influencia del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del río del oro, río Las Ceibas y otros directos al Magdalena, adoptado por la CAM mediante Resolución 1096 de mayo 2 de 2023.

Por otra parte, conforme a concepto técnico de viabilidad ambiental del 28 de junio de 2016, emitido por la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM, conceptúa lo siguiente:

"En consideración de todo lo anteriormente expuesto y evaluado el Estudio de Zonificación Ambiental Proyecto Campus Universitario Uninavarra del municipio de Nerva (H), se determina que:

1. Estudio de Zonificación Ambiental Proyecto Campus Universitario Uninavarra del municipio de Neiva (H); se realizó siguiendo una metodología coherente y valedera para estos tipos de estudio ambientales exigidos por la Corporación, desarrollando un análisis exhaustivo y serio de las variables ambientales en el área evaluada.
2. El Estudio en mención define la ronda de protección de cinco drenajes y/o escorrentías en una amplitud de 10 metros a lado y lado medidos a partir de la cota máxima de inundación con un periodo de retorno de 100 años.
3. Los resultados del Estudio se determinan en el Plano 13. Zonificación Ambiental y Uso Recomendado, al cual se le debe dar aplicabilidad al momento de adelantar el desarrollo del área en los términos establecidos en el Plan de Ordenamiento Territorial adoptado bajo Acuerdo 026 de 2009 y el Decreto 3600 de 2007 por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones.
4. Para el desarrollo de las áreas con restricción media y baja se deben desarrollar previamente las obras de control y mitigación acorde al Estudio de Zonificación Ambiental
5. Para el desarrollo del área conforme a la zonificación ambiental (Plano 13) se deben tramitar los permisos ambientales que haya lugar (concesión de aguas, aprovechamiento forestal, vertimientos, ocupación de cauce, entre otros)

Por lo que se conceptúa técnicamente favorable el Estudio de Zonificación Ambiental Proyecto Campus Universitario Uninavarra del municipio de Neiva (H); para lo cual se remite copia a la Dirección General de la CAM para que expida el correspondiente Acto Administrativo que determine la ronda de protección de los drenajes del área del Proyecto"

En consideración a lo anterior, la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena CAM emitió la Resolución No. 2257 del 01 de agosto de 2016, conforme a la cual se resuelve lo siguiente:

"ARTICULO PRIMERO: Acoger los resultados del Estudio de Zonificación Ambiental Proyecto Campus Universitario Uninavarra (H); según Plano 13 Zonificación Ambiental.



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

CONCEPTO DE USO DEL SUELO RURAL		FOR-ODAPOT-13 Versión: 01 Vigencia desde: Julio 6 del 2014	mip										
<p>Áreas Agrofitopantánicas (GPA):</p> <p>RECUPERACIÓN PARA USO MÚLTIPLE (AR-RUM)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE USO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Uso Principal</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Actividades de restauración ecológica con especies nativas propias de los bosques secos (principalmente de las especies nativas) Actividades de producción agrícola y pecuaria que integren criterios de sostenibilidad y buenas prácticas ambientales. </td> </tr> <tr> <td>Uso Complementario</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Siembras agrofitopantánicas y reforestaciones. Actividades recreativas y ecoturismo agropecuario, ecoparques agroecológicos. Restauración producción. Producción agrícola. Proyectos productivos en ampliación de frontera agrícola, manteniendo las áreas de bosque natural. </td> </tr> <tr> <td>Uso Condicionado</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Obras de infraestructura que requieran la remoción de cobertura vegetal previa presentación de estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000), sujeto a revisión y aprobación de la autoridad ambiental. Parcelaciones de vivienda en las Áreas de Expansión Urbana, Vivienda Campesino y Rurto Suburbano ubicadas sobre las Áreas de DCT (Bosque Seco Tipical) y que respeten la función de cobertura vegetal, además contar con estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000), sujeto a revisión y aprobación de la autoridad ambiental. Proyectos mineros y de hidrocarburos, previo estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000) y aprobación por la CAM. </td> </tr> <tr> <td>Uso Prohibido</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Maderamientos o incendios a escala de las áreas. Aplicar la frontera a través de a quema o tala de las unidades boscosas del bosque de galería. Tala de vegetación natural y quema de cualquier tipo. </td> </tr> </tbody> </table>				TIPO DE USO	DESCRIPCIÓN	Uso Principal	<ul style="list-style-type: none"> Actividades de restauración ecológica con especies nativas propias de los bosques secos (principalmente de las especies nativas) Actividades de producción agrícola y pecuaria que integren criterios de sostenibilidad y buenas prácticas ambientales. 	Uso Complementario	<ul style="list-style-type: none"> Siembras agrofitopantánicas y reforestaciones. Actividades recreativas y ecoturismo agropecuario, ecoparques agroecológicos. Restauración producción. Producción agrícola. Proyectos productivos en ampliación de frontera agrícola, manteniendo las áreas de bosque natural. 	Uso Condicionado	<ul style="list-style-type: none"> Obras de infraestructura que requieran la remoción de cobertura vegetal previa presentación de estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000), sujeto a revisión y aprobación de la autoridad ambiental. Parcelaciones de vivienda en las Áreas de Expansión Urbana, Vivienda Campesino y Rurto Suburbano ubicadas sobre las Áreas de DCT (Bosque Seco Tipical) y que respeten la función de cobertura vegetal, además contar con estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000), sujeto a revisión y aprobación de la autoridad ambiental. Proyectos mineros y de hidrocarburos, previo estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000) y aprobación por la CAM. 	Uso Prohibido	<ul style="list-style-type: none"> Maderamientos o incendios a escala de las áreas. Aplicar la frontera a través de a quema o tala de las unidades boscosas del bosque de galería. Tala de vegetación natural y quema de cualquier tipo.
TIPO DE USO	DESCRIPCIÓN												
Uso Principal	<ul style="list-style-type: none"> Actividades de restauración ecológica con especies nativas propias de los bosques secos (principalmente de las especies nativas) Actividades de producción agrícola y pecuaria que integren criterios de sostenibilidad y buenas prácticas ambientales. 												
Uso Complementario	<ul style="list-style-type: none"> Siembras agrofitopantánicas y reforestaciones. Actividades recreativas y ecoturismo agropecuario, ecoparques agroecológicos. Restauración producción. Producción agrícola. Proyectos productivos en ampliación de frontera agrícola, manteniendo las áreas de bosque natural. 												
Uso Condicionado	<ul style="list-style-type: none"> Obras de infraestructura que requieran la remoción de cobertura vegetal previa presentación de estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000), sujeto a revisión y aprobación de la autoridad ambiental. Parcelaciones de vivienda en las Áreas de Expansión Urbana, Vivienda Campesino y Rurto Suburbano ubicadas sobre las Áreas de DCT (Bosque Seco Tipical) y que respeten la función de cobertura vegetal, además contar con estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000), sujeto a revisión y aprobación de la autoridad ambiental. Proyectos mineros y de hidrocarburos, previo estudio de zonificación ambiental detallado (escala 1:2000) y aprobación por la CAM. 												
Uso Prohibido	<ul style="list-style-type: none"> Maderamientos o incendios a escala de las áreas. Aplicar la frontera a través de a quema o tala de las unidades boscosas del bosque de galería. Tala de vegetación natural y quema de cualquier tipo. 												

CONCEPTO DE USO DEL SUELO RURAL		FOR-ODAPOT-13 Versión: 01 Vigencia desde: Julio 6 del 2014	mip								
<p>Áreas de Amenazas Naturales Alta (ANA):</p> <p>ÁREAS EN CONDICIÓN DE AMENAZA (AM-ACA)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE USO</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Uso Principal</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Investigación y monitoreo para determinación de grado y tipo de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Contención y protección ambiental y en la zona de uso y protección de áreas de protección, hasta tanto se realicen estudios de los distintos tipos de amenazas para la toma de decisiones en la implementación de tipo de suelo. </td> </tr> <tr> <td>Uso Compatible</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Adaptación de suelos con uso de cultivos agrícolas, etc. Desarrollo de obras de mitigación de amenazas. Realizar estudios detallados de riesgos por implementar en áreas con alto nivel de amenaza y/o áreas con riesgo de pérdida de estructura y/o patrimonio, ubicados sobre los suelos subóptimos y de muy baja capacidad. Infraestructura básica para uso: Don patios. Proyectos nuevos asentamientos para mitigación de amenazas en áreas de riesgo en Las Cabañas, Río Loro y Quebrada Arroyo que presenten amenazas por inundación, se permite la remoción de material de arena de corrales, depósitos o empalizadas en las partes bajas y de andenes laterales de aquellas amenazas hídricas como medida de mitigación del riesgo por inundación y su vulnerabilidad ambiental será sujeta a revisión y aprobación de la autoridad ambiental previa estudio minero. Para las siguientes obras de RLO en Cabañas de río con 600 mts de ancho de desembocadura en río Magdalena, a lo largo de Quebrada El Estrecho, desde la cota 450 metros hasta la desembocadura en el río Magdalena. Quebrada Arroyo desde la cota 600 metros hasta la desembocadura al río Magdalena. En las zonas con condiciones topográficas de alta moderada a severa que presenten amenazas de tipo hídrico, mayor a 100 años de vida útil, y que presenten un nivel de amenaza alta por fenómenos de erosión en masa se deberá realizar actividades agropecuarias sostenibles ambientales y forestales que requieran la protección de riberas y áreas de protección. </td> </tr> <tr> <td>Uso Prohibido</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Toda actividad que no se relacione con la reducción de riesgos y que presente un alto nivel de amenaza por fenómenos de erosión en masa, como: cultivos, tala, reforestación, maderío y uso urbano. No se permitirá el aprovechamiento minero de cualquier tipo desde las equidistantes de río, hasta las partes altas de las subcuencas hidrográficas Río Las Cabañas desde la cota 620 metros, Río Loro (quebrada El Estrecho) desde la cota 450 metros, Quebrada Arroyo desde la cota 600 metros. </td> </tr> </tbody> </table>				TIPO DE USO	DESCRIPCIÓN	Uso Principal	<ul style="list-style-type: none"> Investigación y monitoreo para determinación de grado y tipo de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Contención y protección ambiental y en la zona de uso y protección de áreas de protección, hasta tanto se realicen estudios de los distintos tipos de amenazas para la toma de decisiones en la implementación de tipo de suelo. 	Uso Compatible	<ul style="list-style-type: none"> Adaptación de suelos con uso de cultivos agrícolas, etc. Desarrollo de obras de mitigación de amenazas. Realizar estudios detallados de riesgos por implementar en áreas con alto nivel de amenaza y/o áreas con riesgo de pérdida de estructura y/o patrimonio, ubicados sobre los suelos subóptimos y de muy baja capacidad. Infraestructura básica para uso: Don patios. Proyectos nuevos asentamientos para mitigación de amenazas en áreas de riesgo en Las Cabañas, Río Loro y Quebrada Arroyo que presenten amenazas por inundación, se permite la remoción de material de arena de corrales, depósitos o empalizadas en las partes bajas y de andenes laterales de aquellas amenazas hídricas como medida de mitigación del riesgo por inundación y su vulnerabilidad ambiental será sujeta a revisión y aprobación de la autoridad ambiental previa estudio minero. Para las siguientes obras de RLO en Cabañas de río con 600 mts de ancho de desembocadura en río Magdalena, a lo largo de Quebrada El Estrecho, desde la cota 450 metros hasta la desembocadura en el río Magdalena. Quebrada Arroyo desde la cota 600 metros hasta la desembocadura al río Magdalena. En las zonas con condiciones topográficas de alta moderada a severa que presenten amenazas de tipo hídrico, mayor a 100 años de vida útil, y que presenten un nivel de amenaza alta por fenómenos de erosión en masa se deberá realizar actividades agropecuarias sostenibles ambientales y forestales que requieran la protección de riberas y áreas de protección. 	Uso Prohibido	<ul style="list-style-type: none"> Toda actividad que no se relacione con la reducción de riesgos y que presente un alto nivel de amenaza por fenómenos de erosión en masa, como: cultivos, tala, reforestación, maderío y uso urbano. No se permitirá el aprovechamiento minero de cualquier tipo desde las equidistantes de río, hasta las partes altas de las subcuencas hidrográficas Río Las Cabañas desde la cota 620 metros, Río Loro (quebrada El Estrecho) desde la cota 450 metros, Quebrada Arroyo desde la cota 600 metros.
TIPO DE USO	DESCRIPCIÓN										
Uso Principal	<ul style="list-style-type: none"> Investigación y monitoreo para determinación de grado y tipo de amenaza, vulnerabilidad y riesgo. Contención y protección ambiental y en la zona de uso y protección de áreas de protección, hasta tanto se realicen estudios de los distintos tipos de amenazas para la toma de decisiones en la implementación de tipo de suelo. 										
Uso Compatible	<ul style="list-style-type: none"> Adaptación de suelos con uso de cultivos agrícolas, etc. Desarrollo de obras de mitigación de amenazas. Realizar estudios detallados de riesgos por implementar en áreas con alto nivel de amenaza y/o áreas con riesgo de pérdida de estructura y/o patrimonio, ubicados sobre los suelos subóptimos y de muy baja capacidad. Infraestructura básica para uso: Don patios. Proyectos nuevos asentamientos para mitigación de amenazas en áreas de riesgo en Las Cabañas, Río Loro y Quebrada Arroyo que presenten amenazas por inundación, se permite la remoción de material de arena de corrales, depósitos o empalizadas en las partes bajas y de andenes laterales de aquellas amenazas hídricas como medida de mitigación del riesgo por inundación y su vulnerabilidad ambiental será sujeta a revisión y aprobación de la autoridad ambiental previa estudio minero. Para las siguientes obras de RLO en Cabañas de río con 600 mts de ancho de desembocadura en río Magdalena, a lo largo de Quebrada El Estrecho, desde la cota 450 metros hasta la desembocadura en el río Magdalena. Quebrada Arroyo desde la cota 600 metros hasta la desembocadura al río Magdalena. En las zonas con condiciones topográficas de alta moderada a severa que presenten amenazas de tipo hídrico, mayor a 100 años de vida útil, y que presenten un nivel de amenaza alta por fenómenos de erosión en masa se deberá realizar actividades agropecuarias sostenibles ambientales y forestales que requieran la protección de riberas y áreas de protección. 										
Uso Prohibido	<ul style="list-style-type: none"> Toda actividad que no se relacione con la reducción de riesgos y que presente un alto nivel de amenaza por fenómenos de erosión en masa, como: cultivos, tala, reforestación, maderío y uso urbano. No se permitirá el aprovechamiento minero de cualquier tipo desde las equidistantes de río, hasta las partes altas de las subcuencas hidrográficas Río Las Cabañas desde la cota 620 metros, Río Loro (quebrada El Estrecho) desde la cota 450 metros, Quebrada Arroyo desde la cota 600 metros. 										



RESOLUCION LICENCIA Y/O PERMISO

Código: F-CAM-110

Versión: 9

Fecha: 05 Jul 18

Período de retorno (Años)	Caudal (m ³ /s)
2	4.23

Período de retorno (Años)	Caudal (m ³ /s)
5	5.65
10	6.85
15	7.53
25	8.40
50	9.57
100	10.75

Tabla 1. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno

Respecto a la evaluación del componente hidráulico, la obra hidráulica propuesta sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa consiste en un Boxculvert de doble celda de sección 1.55 m de ancho x 1.50 de alto cada una y 5.0 m de longitud. Se verificaron las modelaciones respecto a lo mencionado por la Guía de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas (Resolución 957 de 2018), la cual exige que si el cauce es alterado, se garantice el comportamiento hidrodinámico del sistema fluvial en donde la estructura permita el Transito libre del caudal asociado a un periodo de retorno de 100 años, que la lámina de agua no se incremente en más de 30 cm respecto a la condición sin alteración (sin obra) y que la velocidad del flujo no se incremente en más de 10% respecto a la condición sin alteración (sin obra). También se evidencia que la relación HWD de la estructura es menor al valor estándar 1.2, conforme a la Tabla 2.

Parámetro	Valor
Tipo de Estructura	Box Culvert
Dimensiones (B x H x L)	1.55 m x 1.50 m x 5.0 m
Caudal Evaluado (Q)	10.75 m ³ /s
Lámina de Agua (Encole / Descole)	644.34 / 644.41 msnm
Fondo del Canal (Encole / Descole)	643.42 / 643.35 msnm
Cota Clave (Encole / Descole)	644.92 / 644.85 msnm
Velocidad del Flujo (Encole / Descole)	4.26 / 3.33 m/s
Altura de la Lámina de Agua (HW)	0.92 m
Relación HW/D	0.61 m

Tabla 2. Condiciones hidráulicas de la obra para el tránsito del caudal con periodo de retorno de 100 años - Boxculvert

De acuerdo con los resultados verificados de las modelaciones en cada escenario, se presentan velocidades (m/s) y alturas de lámina de agua (m) conforme a la Tabla 3 Tabla 2:

Escenario	Sección	Velocidad (m/s)	Altura lámina agua (m)
Actual	Aguas arriba	4.26	0.92
	Aguas abajo	3.39	1.05
Implantación	Aguas arriba	4.26	0.92
	Aguas abajo	3.33	1.06

Tabla 3. Velocidades y altura de lámina de agua - Boxculvert

Conforme a lo anterior se verifica el cumplimiento de la **GUÍA TÉCNICA DE CRITERIOS PARA EL ACOTAMIENTO DE LAS RONDAS HÍDRICAS EN COLOMBIA, (MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS, 2018)**, en el que se establece que no debe haber un incremento en más del 10% de la velocidad del flujo en comparación a las condiciones sin alteración (4.69 m/s y 3.73 m/s, aguas arriba y aguas abajo, respectivamente). ni debe haber una

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

En el tramo del cauce a la salida del box culvert, se recomienda la construcción de un empedrado de 6.28 metros de ancho en una longitud de 12.56, acorde a las recomendaciones que da el INVIAS para obras menores de drenaje.

8. EVALUACION DEL COMPONENTE HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DEL PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE POR LA SUBDIRECCIÓN DE REGULACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL DE LA CAM

De acuerdo al apoyo suministrado por la oficina Subdirección de Regulación y Calidad Ambiental de la CAM, mediante memorando interno No. 1185 de 25 de junio de 2025, se revisó y evaluó la documentación allegada por el solicitante, obteniendo lo siguiente:

“Mediante memorando DTN No. 1185 de 2025, la Directora Territorial Norte, CAROLINA TRUJILLO CASANOVA remite las respuestas a los requerimientos realizados en el marco del permiso de ocupación de cauces, playas y lechos contenido en el expediente POC00039-25 solicitada por la persona jurídica FUNDACION UNIVERSITARIA NAVARRA - UNINAVARRA con NIT No. 900.480.042-2, para la construcción de un Box Culvert sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa. Conforme a lo solicitado se revisó y evaluó la documentación allegada, contenida en 332 folios, doce (12) planos y dos (2) CD.

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 período de retorno de 100 años (TR 100).

Por otro lado, cuando el sitio objeto de ocupación de cauce NO SE ENCUENTRA intervenido por obras hidráulicas de infraestructura vial, y requiera permiso de ocupación de cauce permanente, la Guía de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas (Resolución 957 de 2018) exige que, si el cauce es alterado, se garantice el comportamiento hidrodinámico del sistema fluvial en donde la estructura permita:

- ✓ El Tránsito totalmente libre del criterio hidrológico para el periodo de retorno de 100 años.
- ✓ La lámina de agua no se incremente en más de 30 cm respecto a la condición sin alteración (sin obra)
- ✓ La velocidad del flujo no se incremente en más de 10% respecto a la condición sin alteración (sin obra)

Estos criterios deben cumplirse de forma simultánea. Estas condiciones deben verificarse mediante modelación hidráulica comparativa, utilizando exactamente las mismas secciones transversales entre los escenarios sin obra y con obra.

En este contexto y de acuerdo con las orientaciones técnicas de los componentes hidrológico e hidráulico brindadas a la FUNDACION UNIVERSITARIA NAVARRA, en relación con el trámite del Permiso de Ocupación de Cauce, se presentan las consideraciones para la construcción de un Box Culvert sobre la fuente hídrica quebrada Guayabalosa, ubicado en el municipio de Neiva, 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 el drenaje natural en el sitio donde se proyecta la construcción del Box Culvert, cuyas magnitudes se presentan en la Tabla 1.

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

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La cuenca de la quebrada Guayabalosa, se ubica en el municipio de Neiva, cuenta con una Área de 71.70 Has, en la cual, de acuerdo a las condiciones topográficas, régimen de precipitación, topografía y cobertura se estima que se generan 10.75 m³/seg para la creciente básica con periodo de retorno de 100 años.

De acuerdo a las simulaciones hidráulicas elaboradas para la fuente hídrica en donde se proyecta el boxculvert, el dimensionamiento de este cumple con la capacidad hidráulica para conducir el caudal de descarga que pasa por la quebrada Guayabalosa en una creciente para un periodo de retorno de 100 años, sin afectar el normal funcionamiento del mismo.

Para el boxculvert #3, las diferencias entre las cotas de inundación y velocidades de flujo del cauce sin intervenir en comparación al cauce intervenido son menores a las establecidas por la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia.

Mantener las coberturas forestales en las márgenes de la quebrada Guayabalosa, esto con el fin de mantener su cauce natural y la parte alta de cuenca para la conservación del recurso hídrico y demás recursos naturales.

Tramitar ante la autoridad ambiental competente el correspondiente permiso de ocupación de cauce.

De acuerdo a las condiciones topográficas del sitio, en régimen hidrológico, el tipo de obra a construir (Obra de drenaje Menor tipo box culvert), a las características del suelo y las condiciones hidráulicas, se prevé la presencia de socavación a la entrada y salida de la estructura.

Rescatando los análisis efectuados se estimaron los siguientes valores de socavación:

METODO	CRITERIO	TIPO DE SOCAVACION	PROFUNDIDAD DE SOCAVACION m
HIDRODINAMICO HEC RAS	Neill	General	0.3
	Lacey		0.2
	USBR Env		1.6
	USBR Vel		0.3
	Promedio		0.8
Fórmula matemática	Lischtvan-Levediev	General	1.20
Fórmula matemática	Breuser's y Raudhivi	Local	1.32

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y los análisis efectuados, la socavación general producida por el cauce será de 1.20 metros, mientras que la socavación local producida por el boxculvert será de 1.32 metros. por lo tanto, se recomienda construir en la base del box culvert a la entrada del flujo un dentellón como mínimo de 1.32 metros. valor máximo de los modelos estimativos de la socavación producida por efectos del cauce y la obra implantada.

A la salida del box culvert se recomienda la construcción de un dentellón con una profundidad de 1.32 metros, valor que corresponde a la socavación máxima estimada.

	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión: 2
		Fecha: 09 Abr 14

Para d_{50} entre 0.1 mm y 1 mm

$$V_c = 0.0115 + 0.0125(d_{50})^{1.4}$$

Para d_{50} entre 1 mm y 100 mm

$$V_c = 0.0305 (d_{50})^{0.5} - 0.0065 (d_{50})^{-1}$$

En donde d_{50} está en mm y V_c en m/seg

En este caso se aplica la segunda formula. por tratarse de suelos granulares.

$$V_c^* = 0.0305 (29.22)^{0.5} - 0.0065 (29.22)^{-1}$$

$$V_c^* = 0.1646 \text{ m/seg}$$

Ya que el box culvert es rectangular, se toma como referencia el diámetro equivalente a uno de los módulos del box culvert que tiene de base 1.55 m y alto 1.5 m. y como son dos, el D, equivale al 50% de la menor longitud

$$Y_s = D * 0.65 (V / V_c^*)^{1/3}$$

$$Y_s = 0.75 * 0.65 (3.61 / 0.1646)^{1/3}$$

$$Y_s = 1.32 \text{ m}$$

Acorde a los anteriores cálculos, la socavación local a la salida del box culvert es de 1.32 metros.

Ancho de Socavación, B_s

$$\frac{B_s}{D} = 7.5 (F_r)^{2/3}$$

Longitud de Socavación, L_s

$$\frac{L_s}{D} = 15 (F_r)^{2/3}$$

Donde:

V: Velocidad promedio en la alcantarilla, en metros por segundo (m/s).

D: Diámetro de la alcantarilla, en metros (m).

Fr: Número de Froude.

$$B_s = 0.75 \times 7.5 \times (1.18)^{2/3}$$

$$B_s = 6.28 \text{ m}$$

$$L_s = 0.75 \times 15 \times (1.18)^{2/3}$$

$$L_s = 12.56$$

	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión: 2
		Fecha: 09 Abr 14

La socavación comprende el levantamiento y transporte de los materiales del lecho del río en el momento de una avenida o creciente, o por la construcción de una obra dentro del cauce. La socavación está controlada por las características hidráulicas del cauce, las propiedades de los sedimentos del fondo y la forma y localización de los elementos que la inducen.

El manual de drenaje para carreteras, especifica que para las obras menores tipo alcantarillas y/o box culvert, generan principalmente 2 tipos de fenómenos:

1. Socavación por flujo concentrado
2. Erosión aguas abajo de la estructura por chorros concentrados de agua a velocidades generalmente altas

La socavación por flujo concentrado, ocurre por cuando el fondo de la alcantarilla se encuentra descubierto, esta afecta generalmente a las alcantarillas metálicas de medio círculo.

Mientras que la erosión aguas debajo de los puentes y otras estructuras se presentan por una contracción del ancho del cauce y al presentarse un aumento en los caudales de la corriente, el aumento de la velocidad y la turbulencia en la contracción puede generar niveles de socavación de varios metros.

En este caso, se pretende construir un box culvert de 3.10 de ancho, con una altura de 1.50 metros con un apoyo central de 0.30 metros, por lo cual, solamente se generará erosión aguas abajo por flujo concentrado. El cálculo de la profundidad de socavación local, se hace acorde al Manual de Drenaje para carreteras del Instituto Nacional de Vías de Colombia INVIA, el cual establece:

SOCAVACIÓN EN OBRAS MENORES. Las alcantarillas y box culvert generan concentraciones de aguas, las cuales producen los fenómenos anteriormente mencionados.

La erosión aguas abajo de la estructura se genera por chorros concentrados de agua a velocidades generalmente altas. Estos chorros pueden producir cárcavas de erosión de gran magnitud, si la fuerza tractiva de la corriente es superior a la resistencia a la erosión. Breusers y Raudhivi (1991) recomiendan utilizar las siguientes expresiones para determinar la profundidad, el ancho y la longitud de las fosas de socavación aguas abajo de las alcantarillas:

Profundidad de Socavación, Y_s :

$$\frac{Y_s}{D} = 0.65 \left(\frac{V}{V_c} \right)^{1/3}$$

Donde:

V: Velocidad promedio en la alcantarilla, en metros por segundo (m/s).

D: Diámetro de la alcantarilla, en metros (m).

V_c : Velocidad cortante crítica para el material del suelo, en metros por segundo (m/s).

Fr: Número de Froude.

Para el cálculo de la velocidad cortante crítica, se utilizan las siguientes relaciones (Melville, 1997):

Suelos no cohesivos:

$$H_s = \left[\frac{Q_d^{0.67}}{0.68 \mu d_m^{0.26}} \right]^{1/(1+x)}$$

Donde:

$$\alpha = Q_d / (H_m^{0.67} B_e \mu)$$

Q_d = caudal de diseño (m³/seg)

B_e = ancho efectivo de la superficie del líquido en la sección transversal

μ = coeficiente de contracción. Ver tabla N° 1

H_m = profundidad media de la sección = Área / B_e

x = exponente variable que depende del diámetro del material y se encuentra en la tabla N° 2

d_m = diámetro medio (mm)

El detalle del cálculo se puede apreciar en los anexos, cuyos resultados son los siguientes.

Figura. Cálculo de la socavación general.

TIPO DE CAUCE 2 (ver cuadro adjunto)

CAUCE	TIPO
SUELO COHESIVO	1
SUELO NO COHESIVO	2

A.- Cálculo de la socavación general en el cauce:

H_s = profundidad de socavación (m)	
Q_d = caudal de diseño	10,75 m ³ /seg
B_e = ancho efectivo de la superficie de agua	4,52 m
H_o = tirante antes de la erosión	1,07 m
V_m = velocidad media en la sección	3,61 m/seg
μ = coeficiente de contracción. Ver tabla N° 1	0,88
ρ_s = peso específico del suelo del cauce	1,78 Tn/m ³
d_m = diámetro medio	28,61 mm
x = exponente variable. Ver tabla N° 2	0,307
T_r = Periodo de retorno del gasto de diseño	100,00 años
b = coeficiente que depende de la frecuencia del caudal de diseño. Ver tabla N° 3	1,00
A = área de la sección hidráulica	3,32 m ²
H_m = profundidad media de la sección	0,735 m
a =	4,520

Entonces,

$$H_s = 2,26 \text{ m}$$

d_s = profundidad de socavación respecto al fondo del cauce

$$d_s = 1,19 \text{ m}$$

Asumimos

$$d_s = 1,20 \text{ m}$$

El valor obtenido de H_s es de 2.26 m, al cual se le descuenta el tirante que es de 1.07. obteniendo el valor de 1.20 m. que es el nivel al cual la acción del río no puede arrastrar o levantar el material que conforma el cauce.

SOCAVACION LOCAL

La socavación local consiste en la profundización del nivel del fondo del cauce de una corriente causada por el aumento del nivel de agua en las avenidas, modificaciones en la morfología del cauce o por la construcción de estructuras en el cauce como puentes, espigones, etc.

	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión: 2
		Fecha: 09 Abr 14

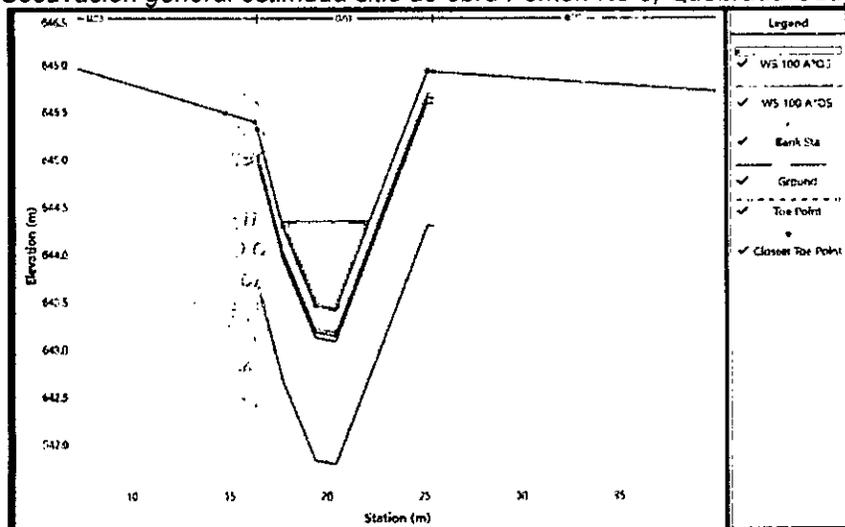
En la parte superior se reportan los resultados de la curva de socavación y la parte inferior la socavación general. Los resultados muestran una socavación general que varía entre 0.2 m y 1.6 metros, rango muy amplio, pues no existen fórmulas o modelos exactos para su predicción y depende de los parámetros que tienen en cuenta cada modelo.

Ante la incertidumbre que generan los resultados, de notarse en el terreno una acción agresiva de la fuente hídrica, frente a un fondo del cauce inestable, debería tomarse al mayor valor de una forma conservadora. por el contrario, si el fondo se percibe muy compacto (lecho rocoso) y el cauce no se ve muy afectado podría tomarse el menor valor. Ante la situación del cauce de la quebrada La Guayabalosa, en el sitio de obra, no se observa muy afectado por las crecientes normales de dicha fuente, con un flujo levemente superior a 1, un valor promedio de los valores de socavación obtenidos es un dato razonable, para el diseño estructural del pontón.

Promediando los cuatro resultados obtenidos, la socavación general para el sitio donde se construirá el pontón No 3 sobre la Quebrada La Guayabalosa dentro del CAMPUS UNINAVARRA es de 0.60 metros.

El resultado grafico del programa HEC-RAS, genera una curva estimada donde se muestra la profundidad de socavación generadas por las diferentes ecuaciones utilizadas, como se muestra en la siguiente figura.

Figura. Socavación general estimada sitio de obra Pontón No 3, Quebrada Guayabalosa.



Otra forma de obtener la socavación general, es mediante la aplicación de ecuaciones de cálculo. Utilizando los datos obtenidos de la simulación hidráulica, de los resultados del análisis de laboratorio y el caudal esperado para la creciente de 100 años, se estimó la socavación utilizando el criterio de Lischtvan-Levediev, cuya ecuación es la siguiente:

Por lo que, se adoptaron las 4 consideraciones para la estimación de la socavación, sin embargo, se hace especial énfasis en la socavación general y la socavación local, donde el manual de drenajes para carreteras tiene especificado los métodos y aplicaciones para el cálculo de la socavación según las características de la obra hidráulica.

SOCAVACION GENERAL DEL CAUCE

Para el caso de estudio se presentará el tramo evaluado de la sección transversal de la Quebrada Guayabalosa y con los datos determinados anteriormente, se presenta este tramo con las siguientes características:

Tabla. Parámetros seleccionados para ingresar al modelo de HEC-RAS.

Parámetros adicionales	Factor
Radio de curvatura*	83
D ₅₀	28.61 mm
m	0.85

Nota: *Obtenido de la topografía

De la simulación hidráulica en la sección de análisis, para el cálculo de la socavación el modelo utiliza los datos que a continuación se reportan, más los datos externos (d₅₀ y radio de curvatura).

Figura. Parámetros hidráulicos del modelo.

Hydraulic Data Design Q 10.75 m³/s Hydraulic Depth 0.559 m Velocity 5.61 m/s Top Width 4.817 m Energy Slope 0.640186 Hydraulic Radius 0.509 m Design Depth Max 0.92 m Manning n-value 0.05	Required Inputs Radius Of Curvature 83 m d50 28.61 mm Radius / Width 16.77 Bend Severity Moderate Use Lecroy Eqn for Depth <input checked="" type="checkbox"/>
	Neill Bankfull Incised Data 100 A/F/O <input checked="" type="checkbox"/> Bankfull Q 10.75 m³/s Bankfull Avg. Width 4.817 m Bankfull Hydraulic Depth 0.559 m Neill Exponent 0.85

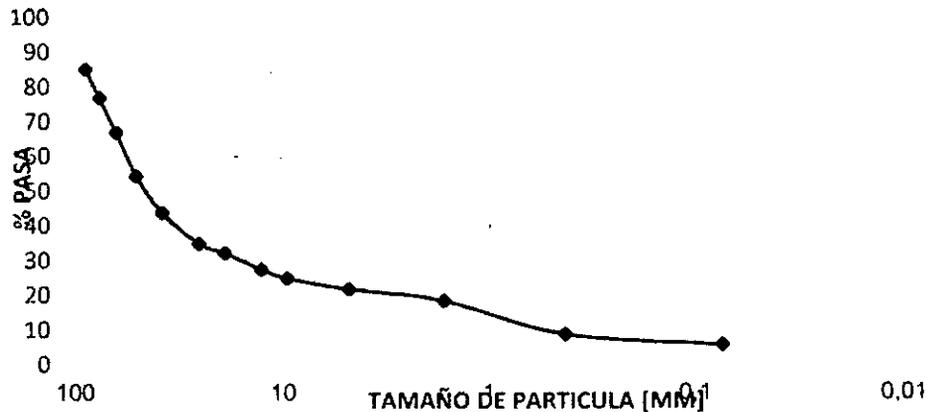
Como resultado del modelo de socavación aplicado, del software HEC RAS, se obtuvieron los siguientes valores para socavación.

Figura. Resultados de la socavación general HEC-RAS.

Visualizations

- ▼ Bend Scour
 - Maynard ① 0 m
 - Zeller ① 0.1 m
 - Thorne ① 0.5 m
 - USACE Curve ① 0.2 m
- ▼ General Scour
 - Neill ① 0.5 m
 - Lecroy ① 0.2 m
 - USBR Lev ① 1.6 m
 - USBR Vel ① 0.5 m

Figura. Curva granulométrica - Muestra 3



El D_{50} promedio de las muestras tomadas en el sitio donde se construirá el Pontón No 3 sobre el cauce de la Quebrada Guayabalosa del Campus UNINAVARRA es de 28.61 mm. Como resultado del estudio hidrológico para el periodo de retorno de 100 años se evidencio el siguiente comportamiento del caudal en la quebrada Guayabalosa así:

$$Q_{100} = 10.75 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con las condiciones de diseño, se modelaron cada sección del cauce en cada periodo con régimen supercrítico para igualar las condiciones de velocidad crítica con la lámina de agua (cota de inundación) a un periodo de retorno de 100 años.

La figura siguiente, presenta la ubicación de la abscisa PR 0 + 164.42, donde se evaluó la socavación general en el cauce, la figura 6, presenta los resultados de los parámetros calculados en HEC-RAS para la abscisa PR + 164.42, y la figura posterior, presenta la sección transversal donde se evaluó la socavación general en el cauce.

Figura. Ubicación de la estación sitio de obra.

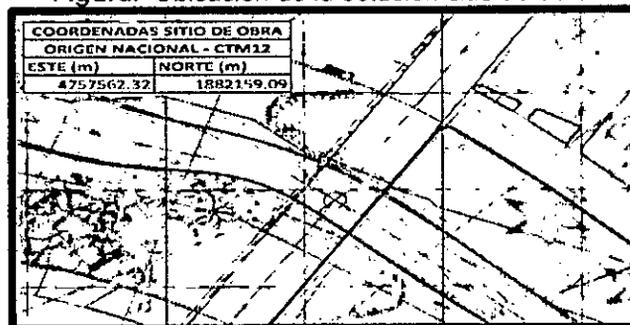


Figura. Resultados de modelación en HEC-RAS para la socavación general.



INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO

Código: F-CAM-106

Versión:2

Fecha:09 Abr 14

Figura . Curva granulométrica - Muestra 2

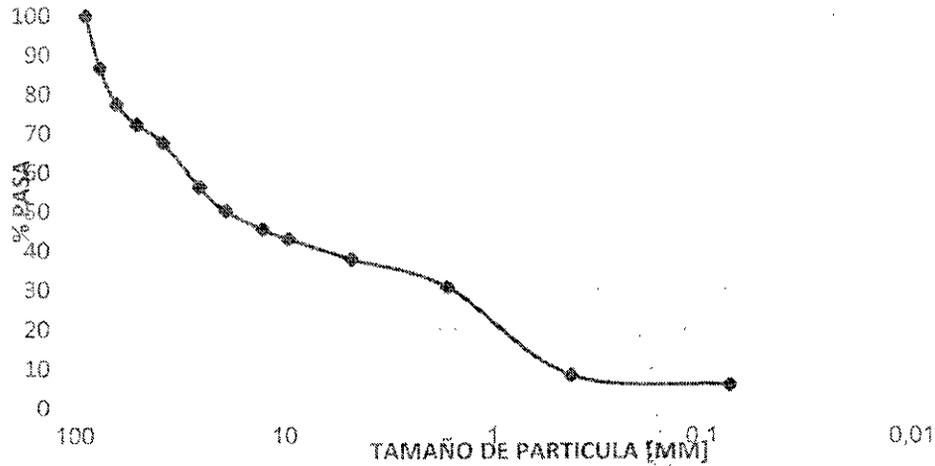


Tabla. Cálculo del diámetro promedio D_{50} de las partículas - Muestra 3

TAMIZ		QUEBRADA GUAYABALOSA			
Número	m.m.	Peso retenido	% retenido	Acum. Ret.	% Pasa
3 1/2"	88.9	1211.0	15.02	15.02	84.98
3"	76.2	660.1	8.19	23.21	76.79
2 1/2"	63.5	800.2	9.93	33.14	66.86
2"	50.8	1008.0	12.50	45.64	54.36
1 1/2"	38.1	859.1	10.66	56.30	43.70
1"	25.4	712.0	8.83	65.13	34.87
3/4"	19.05	221.5	2.75	67.88	32.12
1/2"	12.7	374.2	4.64	72.52	27.48
3/8"	9.525	216.0	2.68	75.20	24.80
# 4	4.76	253.0	3.14	78.34	21.66
# 10	1.651	268.1	3.33	81.67	18.33
# 40	0.425	780.0	9.68	91.34	8.66
# 200	0.074	242.0	3.00	94.35	5.65
Fondo		455.8	5.65	100.00	0.00
Total		8061.00	100.00	0	0

CLASIFICACION	U.S.C.S.	GP-GM	GRAVAS
	D50	45.50 mm	



INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO

Código: F-CAM-106

Versión:2

Fecha:09 Abr 14

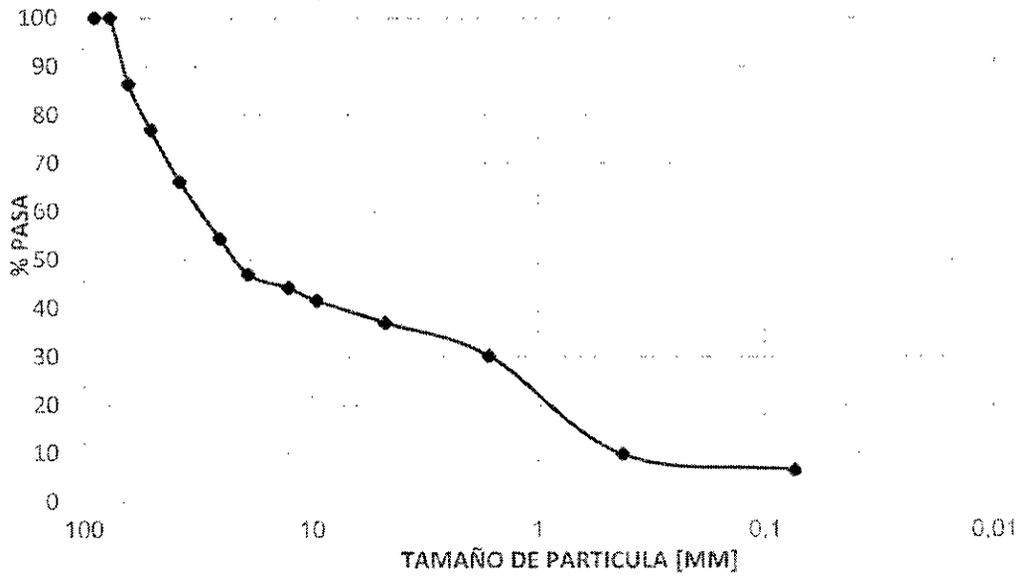


Tabla. Cálculo del diámetro de las partículas - Muestra 2

TAMIZ		QUEBRADA GUAYABALOSA			
Número	m.m.	Peso retenido	% retenido	Acum. Ret.	% Pasa
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.00	100.00
3"	76.2	1048.1	13.44	13.44	86.56
2 1/2"	63.5	716.0	9.18	22.61	77.39
2"	50.8	401.5	5.15	27.76	72.24
1 1/2"	38.1	357.1	4.58	32.34	67.66
1"	25.4	893.1	11.45	43.79	56.21
3/4"	19.05	474.2	6.08	49.87	50.13
1/2"	12.7	374.3	4.80	54.66	45.34
3/8"	9.525	194.5	2.49	57.16	42.84
# 4	4.76	400.1	5.13	62.29	37.71
# 10	1.651	556.7	7.14	69.42	30.58
# 40	0.425	1731.0	22.19	91.61	8.39
# 200	0.074	195.5	2.51	94.12	5.88
Fondo		458.9	5.88	100.00	0.00
Total		7801.00	100.00	0	0

CLASIFICACION	U.S.C.S.	GP-GM	GRAVAS
	D50	18.84 mm	

	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión:2
		Fecha:09 Abr 14

La granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

El método de determinación granulométrico más sencillo es obtener las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramado, que actúen como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices.

Para su realización se utiliza una serie de tamices con diferentes diámetros que son ensamblados en una columna. En la parte superior, donde se encuentra el tamiz de mayor diámetro, se agrega el material original (suelo o sedimento mezclado) y la columna de tamices se somete a vibración y movimientos rotatorios intensos en una máquina especial.

Luego de algunos minutos, se retiran los tamices y se desensamblan, tomando por separado los pesos de material retenido en cada uno de ellos y que, en su suma, deben corresponder al peso total del material que inicialmente se colocó en la columna de tamices. Tomando en cuenta el peso total y los pesos retenidos, se procede a realizar la curva granulométrica, con los valores de porcentaje retenido que cada diámetro ha obtenido. La curva granulométrica permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de grano (diámetros) de las partículas.

A continuación, se presenta una tabla con los datos obtenidos en laboratorio de una muestra obtenida del lecho del cauce, la cual fue graficada y calculado su D_{50} para los posteriores cálculos de socavación general.

Tabla. Cálculo del diámetro de las partículas - Muestra 1

TAMIZ		QUEBRADA GUAYABALOSA				
Número	mm	Peso retenido	% retenido	Acum. Ret	% Pasa	
3 1/2"	88.9	0	0.00	0.00	100.00	
3"	76.2	0.0	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.5	797.0	13.57	13.57	86.43	
2"	50.8	560.1	9.54	23.11	76.89	
1 1/2"	38.1	628.2	10.70	33.80	66.20	
1"	25.4	692.1	11.78	45.59	54.41	
3/4"	19.05	433.0	7.37	52.96	47.04	
1/2"	12.7	163.3	2.78	55.74	44.26	
3/8"	9.525	155.2	2.64	58.38	41.62	
# 4	4.76	268.1	4.56	62.95	37.05	
# 10	1.651	399.2	6.80	69.75	30.25	
# 40	0.425	1201.0	20.45	90.20	9.80	
# 200	0.074	190.4	3.24	93.44	6.56	
Fondo		385.4	6.56	100.00	0.00	
Total		5873.00	100.00	0	0	

CLASIFICACION	U.S.C.S.	GP-GM	GRAVAS
	D50	21.49 mm	

Figura . Curva granulométrica - Muestra 1

	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión: 2
		Fecha: 09 Abr 14

7. ESTUDIO SOCAVACION

Para el cálculo de la profundidad se requiere información hidro climatológica, topográfica y de suelos del cauce.

La información hidro climatológica suministra el caudal de diseño que corresponde a la creciente con periodo de retorno de 100 años según lo especifica el manual de drenajes para carreteras (INVIAS, 2009), la cual junto con la topografía son los insumos para la simulación hidráulica en el sitio donde se construirá el Pontón. Esta simulación arroja resultados tales como altura de la lámina de agua, velocidad y número de Froude insumos para el cálculo de la socavación.

Existen modelos matemáticos aplicables a la determinación de la socavación y modelos hidrodinámicos, con los cuales se hace la determinación de la socavación.

DETERMINACION DE LA SOCACION POR MODELO HIDRODINAMICO

El HEC-RAS tiene un modelo hidrodinámico desarrollado por U.S Army Corps of Engineers, capaz de realizar análisis unidimensionales de sistemas fluviales mediante la simulación de perfiles, transporte de sedimentos, cambios de lecho y calidad del agua. El software está en continuo desarrollo, la última versión del HEC-RAS es la 6.5 de marzo de 2023.

El software está fundamentado en la solución de la ecuación de la energía, donde las pérdidas por fricción son evaluadas mediante Manning y las pérdidas por contracción y/o expansión son proporcionales al cambio en las cabezas de velocidad. El módulo de sedimentos del HEC-RAS permite calcular el transporte de sedimentos mediante diferentes métodos, y para condiciones de concentración, distribución granulométrica y velocidad de caída de las partículas definidas por el usuario. Las ecuaciones de transporte incluidas en el modelo son:

- Método de Ackers & White (1973).
- Método de Engelund & Hansen (1972).
- Método de Laursen modificado por Copeland (1989).
- Método de Meyer-Peter & Müller (1948).
- Método de Toffaleti (1968).
- Método de Yang (arenas 1973 y gravas 1984).

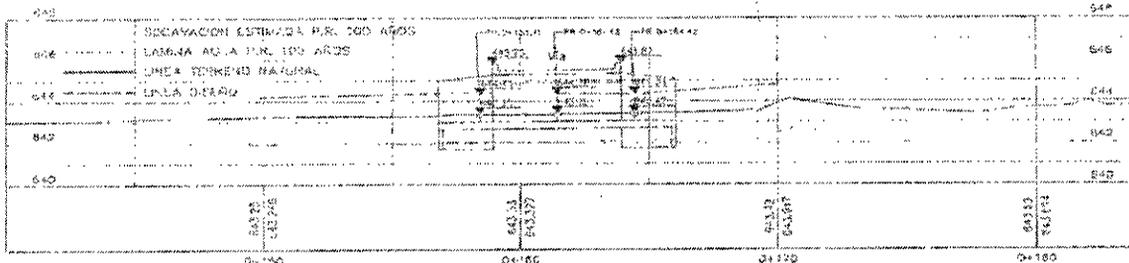
Uno de los insumos para este modelo, corresponde al Diámetro promedio de las partículas del fondo del cauce, para lo cual se tomaron tres muestras de suelo y se llevaron al laboratorio SUCOAS LTDA, cuyos resultados se muestran en el anexo

FIGURA. Toma de muestra de suelos del fondo del cauce de la quebrada Guayabalosa

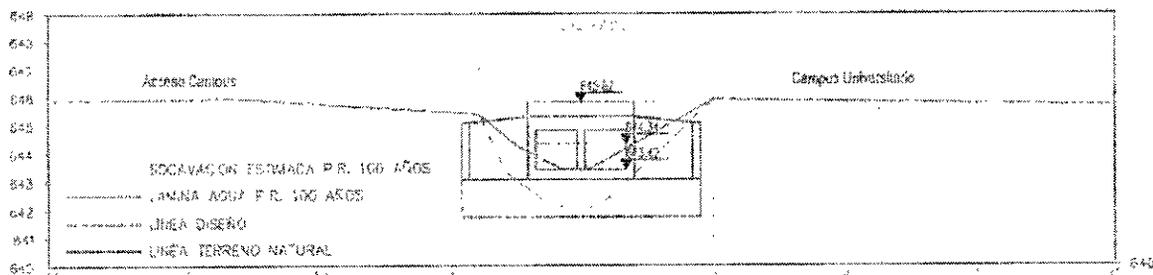


FIGURA 1. Perfil transversal y longitudinal – boxculvert 3

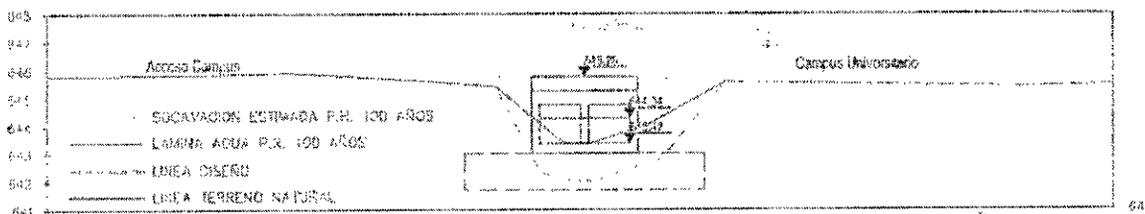
PERFIL LONGITUDINAL EJE BOX CULVERT
Esc H - 1:1500 / Esc V - 1:1



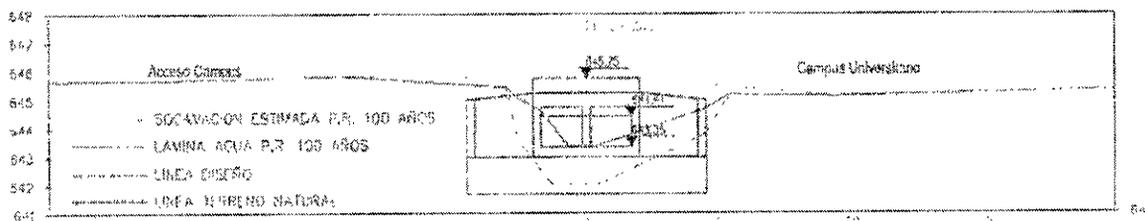
PERFIL TRANSVERSAL CABEZOTE ENCOLE - PR: 0+164.42
Esc H - 1:125 / Esc V - 1:1



PERFIL TRANSVERSAL EJE BOX CULVERT - PR: 0+161.41
Esc H - 1:125 / Esc V - 1:1



PERFIL TRANSVERSAL CABEZOTE DESCOLE - PR: 0+158.41
Esc H - 1:125 / Esc V - 1:1



	INFORME DE VISITA Y CONCEPTO TÉCNICO	Código: F-CAM-106
		Versión:2
		Fecha:09 Abr 14

La guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia establece que los sistemas loticos en los cuales se planteen alteraciones considerables en la morfología de su cauce. se debe garantizar que, para un evento de 100 años de periodo de retorno en condiciones alteradas, no haya una sobreelevación en los niveles de lámina de agua mayor a 30 cm ni se incremente en más del 10% la velocidad del flujo en comparación a las condiciones sin alteración.

Para el caso del cauce de la quebrada Guayabalosa, el tramo objeto del presente estudio se analizó bajo las dos premisas establecidas por la guía, comparando las condiciones del cauce sin alterar respecto al cauce con la implantación del boxculvert planteado.

Inicialmente, se compararon las velocidades de flujo en las abscisas inmediatamente anteriores y superiores a donde se plantea la localización de la obra proyectada, cuyas diferencias se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla. Análisis hidráulico de las velocidades del boxculvert 3

FUENTE	BOXCULVERTE RT	ABSCISA	CAUDAL	VELOCIDAD SIN OBRA	VELOCIDAD CON OBRA	DIFERENCIA	
		(m)	(m ³ /s)	(m/s)	(m/s)	%	
QUEBRADA GUAYABALOSA	BOXCULVERTE RT 3	170	10.75	3.74	3.74	0.00%	
		164.42	10.75	4.26	4.26	0.00%	
		161.41	10.75	Culvert			
		158.41	10.75	3.39	3.33	-1.77%	
		150	10.75	3.41	3.39	-0.59%	

Posteriormente, se compararon las cotas de inundación de cada una de las abscisas inmediatamente anteriores y superiores a donde se plantea la localización de la obra proyectada, cuyas diferencias se encuentran en la siguiente tabla.

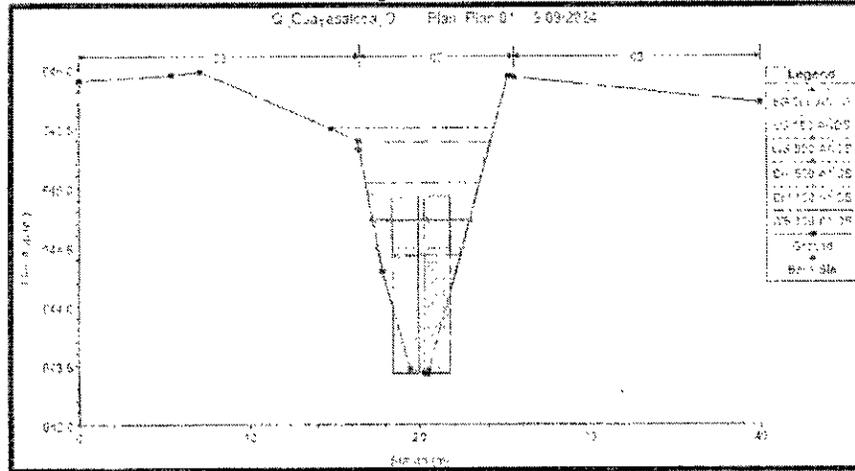
Tabla. Análisis hidráulico de los niveles del boxculvert 3

FUENTE	BOXCULVERT T	ABSCISA	CAUDAL	COTA DE INUNDACION SIN OBRA	COTA DE INUNDACION CON OBRA	DIFERENCIA	
		(m)	(m ³ /s)	m.s.n.m.	m.s.n.m.	(cm)	
QUEBRADA GUAYABALOS A	BOXCULVERT T 3	170	10.75	644.76	644.76	0.00	
		164.42	10.75	644.34	644.34	0.00	
		161.41	10.75	Culvert			
		158.41	10.75	644.40	644.41	-1.00	
		150	10.75	644.19	644.19	0.00	

En razón de lo anterior, se puede concluir que el boxculvert #3 cumple con las dos condiciones establecidas en la guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia.

En la cartografía se muestra la simulación del tránsito de la creciente un periodo de retorno de 100 años con la obra implantada, en donde se observa que la cota de inundación no sobrepasa las dimensiones de la obra proyectada: tal como se observa en la siguiente figura.

FIGURA. Resultado grafico de la simulación hidráulica del Boxculvert 3 en la estación 161.41 aguas arriba.



Para el boxculvert No 3, la base de la obra está en la cota 643,42; el nivel de inundación con periodo de retorno para 100 años está en la cota 644,34 y el nivel de vía está en la cota 645,82; con una altura adicional frente a la cota de inundación de 0,92 m.

La simulación hidráulica del modelo, queda representada en la siguiente imagen.

FIGURA. Estaciones implantadas- boxculvert 3

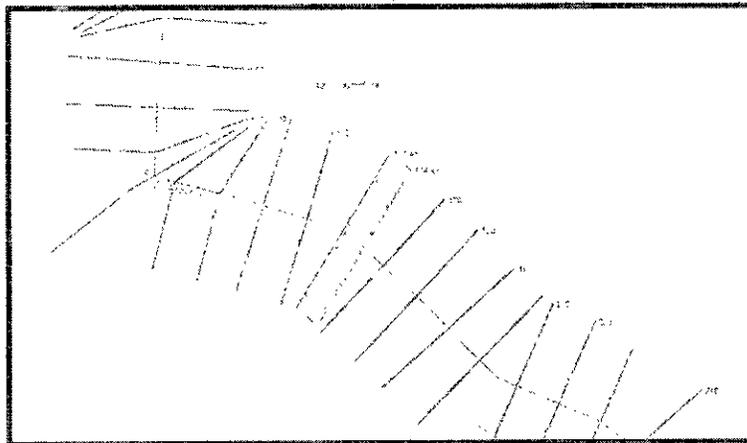
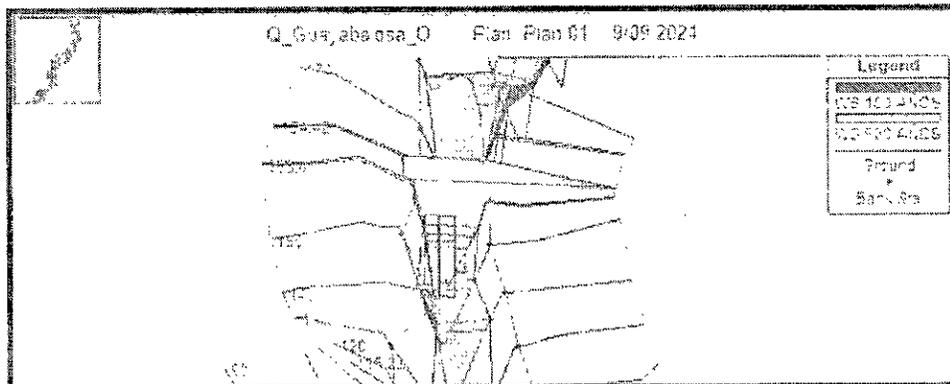


FIGURA. Simulación modelada- boxculvert 3



Se propone la construcción de un boxculvert en concreto con una sección transversal de 3.1 metros de ancho y 1.5 metros de alto. El cálculo hidráulico en el software HCANALES muestra que, con la dimensión transversal propuesta, una pendiente del 1% y un caudal de 10.75 m³/s, la altura de la lámina de agua es de 0,78 metros, quedando una altura libre de 0.78 metros que permiten el tránsito de material flotante de gran tamaño en una eventual creciente de tipo torrencial.

FIGURA. Cálculo hidráulico de sección de BOXCULVERT 3 sobre la quebrada Guayabalosa en el CAMPUS UNINAVARRA.

Lugar	QUEBRADA GUAYABALOSA	Proyecto	CAMPUS UNINAVARRA
Tipo	BOXCULVERT	Revestimiento	CONCRETO

Datos:	
Caudal (Q)	10.75 m ³ /s
Ancho de solera (b)	3.1 m
Talud (Z)	
Rugosidad (n)	0.013
Pendiente (S)	0.01 m/m

Resultados:			
Talante normal (y)	0.7225 m	Perímetro (p)	4.5451 m
Área hidráulica (A)	2.2399 m ²	Radio hidráulico (R)	0.4928 m
Espesor de agua (T)	3.1000 m	Velocidad (v)	4.7893 m/s
Número de Froude (F)	1.8927	Energía específica (E)	1.0965 m-Kg/g
Tipo de flujo	Supercrítico		

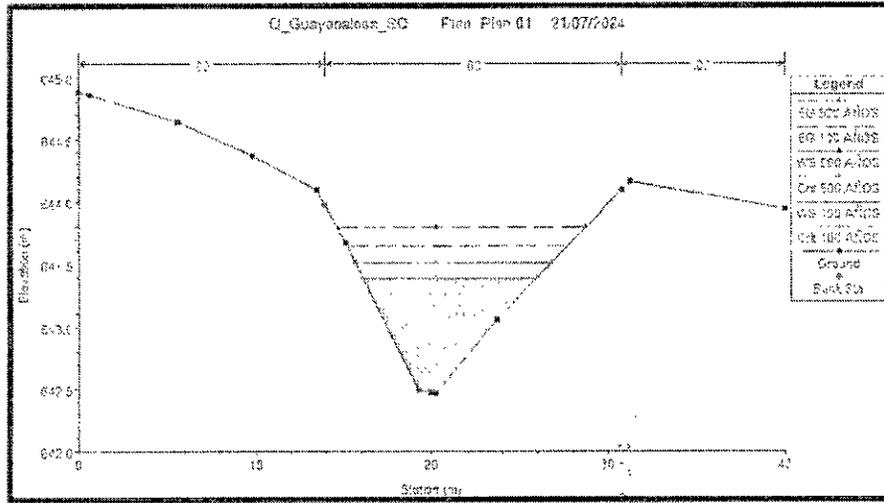
El Boxculvert No 3 queda en la abscisa 161.41 con coordenadas 4.757.562,32 mE; 1.882.159.09 mN (punto central de la obra).

Los resultados de la modelación hidráulica con las obras implantadas se encuentran en el archivo "Modelación Q Guayabalosa Con Obra.pdf" y se puede observar en la siguiente imagen, además de que se presenta en los anexos.

FIGURA. Reporte de la simulación hidráulica de la quebrada Guayabalosa con el BOXCULVERT 3 implantado.

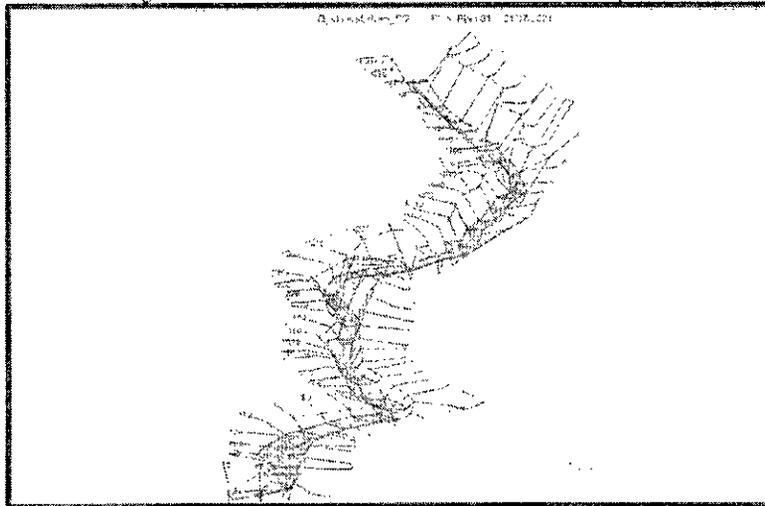
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch B (m)	W.S. Bev (m)	Ont W.S. (m)	E.G. Bev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top V. dth (m)	Froude # Chl
Eje Guayabalosa	190	100 AÑOS	10.75	643.77	644.80	645.05	645.99	0.022463	3.94	2.73	4.54	1.62
Eje Guayabalosa	190	500 AÑOS	14.37	643.77	644.95	645.23	645.83	0.029916	4.13	3.48	5.02	1.59
Eje Guayabalosa	180	100 AÑOS	10.75	643.67	645.21	645.21	645.69	0.013955	3.07	3.51	3.70	1.01
Eje Guayabalosa	180	500 AÑOS	14.37	643.67	645.59	645.59	645.94	0.012857	2.64	5.45	7.61	1.00
Eje Guayabalosa	170	100 AÑOS	10.75	643.60	644.76	644.99	645.48	0.023317	3.74	2.87	4.86	1.56
Eje Guayabalosa	164.42	100 AÑOS	10.75	643.42	644.34	644.64	645.27	0.040186	4.26	2.52	4.52	1.82
Eje Guayabalosa	164.42	500 AÑOS	14.37	643.42	644.49	644.81	645.51	0.036917	4.47	3.21	4.97	1.73
Eje Guayabalosa	161.41											
Eje Guayabalosa	158.41	100 AÑOS	10.75	643.35	644.41	644.57	644.98	0.022046	3.33	3.22	5.36	1.85
Eje Guayabalosa	158.41	500 AÑOS	14.37	643.35	644.71	644.74	645.14	0.012593	2.91	4.94	6.35	1.05
Eje Guayabalosa	150	100 AÑOS	10.75	643.19	644.19	644.26	644.78	0.024992	3.39	3.17	5.26	1.46
Eje Guayabalosa	150	500 AÑOS	14.37	643.19	644.33	644.52	644.98	0.023035	3.55	4.05	6.46	1.43
Eje Guayabalosa	140	100 AÑOS	10.75	642.98	644.22	644.22	644.59	0.011519	2.68	4.02	5.51	1.00
Eje Guayabalosa	130	100 AÑOS	10.75	642.75	643.53	643.79	644.34	0.046507	3.99	2.69	6.28	1.95
Eje Guayabalosa	130	500 AÑOS	14.37	642.75	643.63	643.93	644.56	0.045790	4.27	3.36	6.99	1.97
Eje Guayabalosa	120	100 AÑOS	10.75	642.66	643.73	643.73	643.96	0.012328	2.13	5.05	11.26	1.01
Eje Guayabalosa	120	500 AÑOS	14.37	642.66	643.76	643.84	644.12	0.018116	2.66	5.41	11.55	1.24

Los resultados de forma gráfica de la modelación para los perfiles de las obras propuestas aparecen en las siguientes Figuras.



El programa HEC RAS utilizando la geometría de la sección y los resultados de la simulación en este caso la altura de la lámina de agua, genera el área inundada en la zona analizada, tal como se muestra en la siguiente figura.

FIGURA. Resultado grafico de la simulación hidráulica de la quebrada Guayabalosa.



Los resultados gráficos de la simulación hidráulica de la quebrada La Guayabalosa muestran que el cauce tiene la capacidad hidráulica de conducir el caudal de escorrentía para los periodos de retorno analizados; a excepción de la zona en cercanías a la vía Neiva – Balsillas ya que la pendiente disminuye aumentando la mancha de inundación.

SIMULACION HIDRAULICA EN LOS SITIOS A INTERVENIR

Debido a que se va a intervenir el cauce de la quebrada La Guayabalosa con una obra hidráulica, se hace la implantación de la obra sobre la topografía del terreno y se realiza la simulación hidráulica. Para tal cometido, se insertan los niveles del boxculvert proyectado, así como los rellenos que deben hacerse en las aletas y el nivel de la vía, con lo cual se configura una nueva superficie con obra, con la cual se hace la nueva simulación hidráulica del cauce.

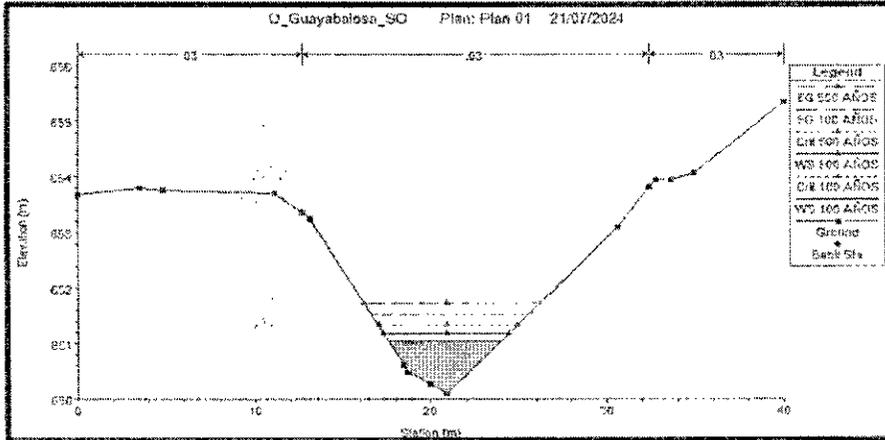


FIGURA. Resultado grafico de la simulación hidráulica de la quebrada Guayabalosa en la estación 330

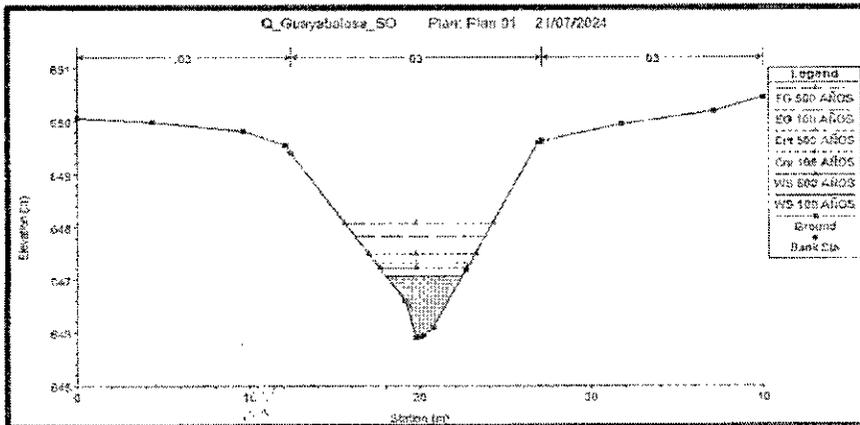


FIGURA. Resultado grafico de la simulación hidráulica de la quebrada Guayabalosa en la estación 164.42. Cota inmediata aguas arriba sitio obra

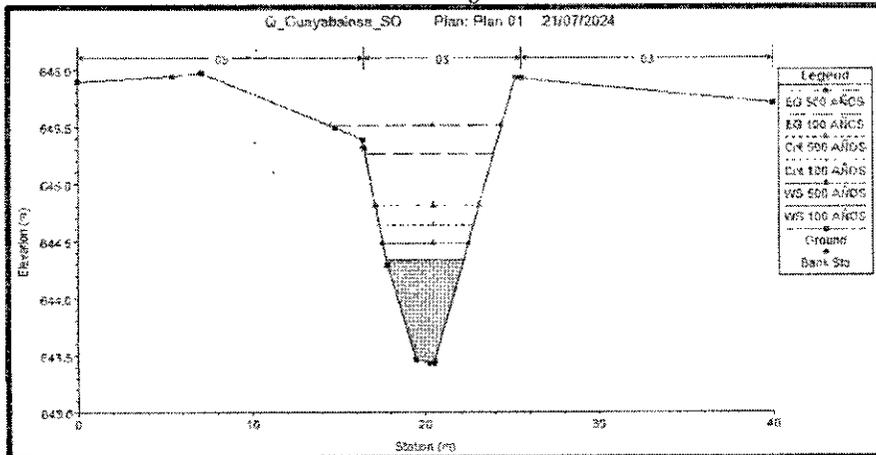


FIGURA. Resultado grafico de la simulación hidráulica de la quebrada Guayabalosa en la estación 100.