



Municipio de
Arauca

NIT. 800.102.504-0

Arauca, 6 de octubre de 2026

Doctora
YOMY VANESSA ESPINEL DURAN
Secretaria de Planeación Municipal
Arauca.

R/ Diana N.
6-10-2026
5:48 pm

Asunto: Notificación de modificación de las especificaciones técnicas de las actividades y plazo de ejecución las especificaciones técnicas de las actividades y plazo de ejecución al proyecto de inversión **"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA RECUPERACIÓN HÍDRICA DE CAÑO JESÚS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA"**.

Cordial saludo,

Por medio de la presente, me permito allegar el ajuste sin trámite presupuestal al proyecto **"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA RECUPERACIÓN HÍDRICA DE CAÑO JESÚS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA"**, identificado con código **BPIN 20250000039556** y con viabilidad **No. 36 de 2025**, el cual fue formulado, registrado y viabilizado inicialmente bajo las siguientes condiciones:

VALOR TOTAL PROYECTO	VALOR VIABILIZADO	FUENTE	TIEMPO	FECHA VIABILIDAD
\$ 200.000.000	\$ 200.000.000	SGP	Cinco (05) meses	29/04/2026

Presupuesto inicial

PRESUPUESTO OFICIAL					
OBJETO: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA RECUPERACIÓN HÍDRICA DE CAÑO JESÚS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	COMPONENTE 1. ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN				
1.1	Estudio y diagnóstico integral	Unidad	1	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000
1.2	Modelación y alternativas	Unidad	1	\$ 60.000.000	\$ 60.000.000
1.3	Diseños de ingeniería (Fase III)	Unidad	1	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
VALOR TOTAL					\$ 200.000.000

Justificación técnica.

El proyecto fue formulado con un único componente, "Estudios de preinversión", integrado por tres actividades: estudio y diagnóstico integral; modelación y alternativas; y diseños de ingeniería (Fase III). El presente ajuste no modifica el objetivo, la meta física ni el alcance del proyecto. Su propósito es precisar la definición de las actividades e incorporar tecnologías de levantamiento de información en campo que reducen los tiempos de ejecución.



El ajuste responde, en primer lugar, a las condiciones actuales del Caño Jesús. La variabilidad climática asociada al fenómeno de El Niño y a la temporada de lluvias de 2026 ha modificado las condiciones físicas e hidráulicas del cauce. Los periodos de bajos caudales favorecen la acumulación de sedimentos y la proliferación de vegetación acuática. Los eventos de alta precipitación posteriores, que dieron lugar a la declaratoria de Calamidad Pública en el Departamento de Arauca, encuentran entonces un cauce con menor capacidad de conducción. Durante las visitas e inspecciones realizadas en el área de estudio se identificaron nuevos puntos de obstrucción por acumulación de sedimentos y material vegetal, reducción de la capacidad de conducción del cauce y mayores niveles de la lámina de agua durante eventos de alta precipitación, con potencial incidencia sobre los sectores urbanos y rurales próximos al cuerpo hídrico.

Estas condiciones exigen que los productos del proyecto tengan un mayor nivel de detalle. La línea base debe reflejar el estado actual del cauce. Los levantamientos, muestreos y modelaciones deben permitir establecer con precisión la geometría del cauce, su comportamiento hidrológico e hidráulico, y los procesos de socavación y agradación que afectan su capacidad de transporte y su estabilidad.

En segundo lugar, el ajuste incorpora métodos de levantamiento más modernos. La topografía convencional prevista en la formulación inicial se reemplaza por un levantamiento LiDAR aerotransportado en dron. Esta tecnología registra el terreno incluso bajo la cobertura vegetal, cubre el corredor completo con alta densidad de puntos y reduce los tiempos de campo. El levantamiento se complementa con secciones transversales del cauce mojado, medidas con GNSS RTK y ecosonda, que permiten cuantificar el espesor del sedimento acumulado.

En consecuencia, se precisa y detalla el alcance de cada actividad en los siguientes aspectos:

- ❖ Se delimita el área de estudio a un tramo de aproximadamente diez (10) kilómetros del Caño Jesús, en un corredor de doscientos (200) metros de ancho;
- ❖ Se adopta la tecnología LiDAR aerotransportada en dron para la obtención del modelo digital del terreno, en reemplazo de la topografía convencional, complementada con secciones transversales del cauce mojado;
- ❖ Se cuantifican los levantamientos, muestreos, aforos y ensayos de laboratorio, y se establecen especificaciones técnicas y criterios de aceptación para cada uno;
- ❖ Se definen los estudios y modelaciones requeridos para el diseño, adoptando la modelación hidráulica unidimensional y el cálculo directo de los volúmenes de sedimento y de las cargas contaminantes;
- ❖ Se precisa que los diseños de ingeniería corresponden a obras de recuperación del cauce, agrupadas en seis líneas de obra.



**Municipio de
Arauca**

NIT. 800.102.504-0

Estos ajustes no modifican el componente, el nombre de las actividades, las unidades de medida, las cantidades, los valores unitarios, el valor total del proyecto ni la fuente de financiación. Tampoco modifican el objetivo general, los productos ni los indicadores del proyecto.

Así mismo, se ajusta el cronograma de ejecución del proyecto, programado inicialmente en cinco (05) meses, a cuarenta y cinco (45) días calendario. La reducción del plazo es viable porque la precisión del alcance concentra el trabajo en los estudios necesarios para el diseño, el levantamiento LiDAR reduce sustancialmente los tiempos de campo frente a la topografía convencional, y las actividades se ejecutan de manera traslapada, con hitos de aprobación entre ellas. (Anexo cronograma).

Es importante señalar que estos ajustes no requieren trámite presupuestal, dado que el valor total del proyecto y la distribución de los recursos entre las actividades se mantienen sin modificación.

Presupuesto ajustado (sin modificación de valores).

PRESUPUESTO OFICIAL					
OBJETO: ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA RECUPERACIÓN HÍDRICA DE CAÑO JESÚS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANT	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	COMPONENTE 1. ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN				
1.1	Estudio y diagnóstico integral	Unidad	1	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000
1.2	Modelación y alternativas	Unidad	1	\$ 60.000.000	\$ 60.000.000
1.3	Diseños de ingeniería (Fase III)	Unidad	1	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
VALOR TOTAL					\$ 200.000.000

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO – COMPONENTES Y ACTIVIDADES A REALIZAR

COMPONENTE 1. ESTUDIOS DE PREINVERSIÓN

El componente consolida los estudios y diseños requeridos para la recuperación hídrica de un tramo de aproximadamente diez (10) kilómetros del Caño Jesús, mediante tres actividades que se desarrollan de manera secuencial: el estudio y diagnóstico integral del cauce, la modelación hidrológica e hidráulica con la formulación y selección de alternativas, y los diseños de ingeniería de detalle de las obras de recuperación.

Las obras objeto de diseño corresponden a obras de recuperación del cauce, agrupadas en seis líneas: limpieza y remoción de obstrucciones; descolmatación y reconfiguración de la sección hidráulica; conformación y estabilización de taludes; restablecimiento del flujo natural; control de contaminación en el cauce; y restauración de la franja protectora. El componente no incluye la ejecución de obras.

Personal requerido



Para la ejecución de la consultoría se deberá contar como mínimo con tres (3) profesionales: un profesional en ingeniería civil, ambiental, sanitaria, agrícola o áreas afines, con posgrado en hidrología, hidráulica, modelación de cauces o áreas relacionadas; un profesional en ingeniería civil, ambiental, sanitaria, agrícola o áreas afines, con experiencia en diseño de obras hidráulicas, elaboración de planos, cantidades, presupuestos y manejo de herramientas CAD y/o SIG; y un profesional en ingeniería ambiental, ciencias ambientales, biología, ecología, ingeniería forestal o áreas afines, con experiencia en gestión ambiental.

Perfil propuesto	Rol principal
Profesional en ingeniería civil, agrícola, ambiental o áreas afines, con posgrado en áreas relacionadas y mínimo cinco (5) años de experiencia profesional.	Director del proyecto. Coordina el equipo técnico, garantiza la integración y calidad de los estudios y diseños, y actúa como interlocutor ante la supervisión y las autoridades competentes.
Profesional en ingeniería civil, agrícola o áreas afines, con mínimo dos (2) años de experiencia profesional en estudios hidrológicos e hidráulicos.	Especialista hidráulico. Responsable del componente técnico de ingeniería: levantamiento del cauce, modelación hidrológica e hidráulica, y dimensionamiento de las obras de recuperación.
Profesional en ingeniería ambiental, sanitaria, forestal, ciencias ambientales, biología, ecología o áreas afines, con mínimo dos (2) años de experiencia profesional.	Especialista socioambiental. Responsable del componente ambiental y social: calidad de agua, restauración ecológica, gestión ambiental y permisos, y participación comunitaria.

ACTIVIDAD 1.1. Estudio y diagnóstico integral

Descripción:

La actividad consiste en el diagnóstico físico, hídrico, ambiental y social de un tramo de aproximadamente 10 km del Caño Jesús. Con ella se conoce el estado actual del cauce y se identifican las causas que han reducido su capacidad hídrica: colmatación, obstrucciones por residuos y vegetación, alteraciones del cauce, ocupaciones de la faja de protección y vertimientos.

La geometría del corredor se obtiene con un levantamiento LiDAR en dron. Esta tecnología registra el terreno incluso bajo la cobertura vegetal y genera un modelo digital del terreno (MDT) continuo de orillas, taludes y zonas aledañas. Como el LiDAR no registra el fondo bajo el agua, el levantamiento se complementa con secciones transversales del cauce mojado, en las que además se mide el espesor de sedimento acumulado.

A la geometría se suman:

- ❖ un inventario georreferenciado de todas las intervenciones y obstrucciones del tramo;
- ❖ una campaña de calidad de agua, aforos y sedimentos;



- ❖ la clasificación de los suelos de orillas;
- ❖ la participación de la comunidad.

Los resultados se integran en un diagnóstico por tramos homogéneos. Ese diagnóstico es el insumo directo de la modelación hidráulica (actividad 1.2) y de los diseños de las obras de recuperación (actividad 1.3).

Alcance:

Componente	Alcance
Área de estudio	Tramo de ≈ 10 km del Caño Jesús, en un corredor de 200 m de ancho (100 m a cada lado del eje del cauce), ≈ 200 ha
Control geodésico	2 puntos de control y 20 puntos de chequeo, medidos con GNSS RTK
Levantamiento LiDAR	Nube de puntos ≥ 50 pts/m ² ; MDT y MDS con resolución de 0,5 m; ortofoto con GSD ≤ 5 cm
Secciones transversales	≈ 20 secciones del cauce mojado, con medición del espesor de sedimento blando
Inventario del cauce	100 % del tramo, por ambas orillas
Calidad de agua	4 estaciones, 1 campaña
Hidrometría	3 aforos
Sedimentos del lecho	5 muestras
Suelos de orillas	6 a 8 perforaciones con barreno manual
Componente social	Recorridos participativos con las JAC y 1 jornada de socialización de hallazgos

Metodología:

1.1.1 Alistamiento e información secundaria

Antes del trabajo de campo se reúne la información existente sobre el Caño Jesús y su entorno. Esa información orienta la planificación del levantamiento y la ubicación de los puntos de muestreo, y evita repetir trabajos ya realizados.

Especificaciones:

1. Se recopilará como mínimo la siguiente información:
 - a. la cartografía oficial del IGAC a la escala disponible más detallada;
 - b. las series de las estaciones del IDEAM con influencia en el área (precipitación y niveles del río Arauca);
 - c. el PBOT y el Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres;
 - d. la base catastral de los predios colindantes;
 - e. los estudios previos del Caño Jesús.
2. Se solicitará a Corporinoquia el registro de concesiones de agua, permisos de vertimiento y permisos de ocupación de cauce otorgados en el tramo.
3. Se presentarán a la supervisión, para su aprobación previa al trabajo de campo:
 - a. el plan de vuelo, con el polígono del corredor, la altura de vuelo, los traslapes y las líneas de vuelo;
 - b. el plan de trabajo de campo, con los frentes de trabajo y sus rendimientos;
 - c. el plan de seguridad;
 - d. la ubicación propuesta de los puntos de control, los puntos de chequeo y las estaciones de muestreo.
4. La operación del dron cumplirá el RAC 100 de la Aerocivil.



5. El ingreso a los predios se hará con autorización previa de sus propietarios o poseedores.

1.1.2 Control geodésico

Todos los levantamientos se refieren a un mismo sistema de coordenadas oficial, de modo que el MDT, las secciones y el inventario coincidan entre sí y puedan integrarse con la cartografía del municipio. Para eso se establece una red de puntos medidos con GNSS de alta precisión. Unos puntos sirven para ajustar el levantamiento LiDAR (puntos de control) y otros, independientes, para comprobar su exactitud (puntos de chequeo).

Especificaciones:

1. Sistema de referencia:
 - a. horizontal: MAGNA-SIRGAS, proyección Origen Nacional (Resolución IGAC 370 de 2021);
2. vertical: alturas niveladas, obtenidas con enlace a un vértice de la red vertical del IGAC o con el modelo geoidal vigente del IGAC.
3. Base GNSS: se ubicará sobre un vértice materializado, enlazado a la red geodésica nacional con una sesión de rastreo estático de duración ≥ 2 horas.
4. Puntos de control y de chequeo:
 - a. se materializarán 2 puntos de control y 20 puntos de chequeo, distribuidos a lo largo del tramo;
 - b. al menos 5 puntos de chequeo quedarán bajo cobertura vegetal;
 - c. cada punto se medirá con GNSS RTK en solución fija, con 2 ocupaciones independientes de ≥ 30 épocas cada una.
5. Precisión de los puntos: horizontal ≤ 2 cm; vertical ≤ 3 cm.
6. Aceptación: la diferencia entre ocupaciones de un mismo punto no superará 3 cm en planimetría ni 5 cm en altimetría.

1.1.3 Levantamiento LiDAR y ortofoto

El levantamiento LiDAR en dron reemplaza la topografía convencional. Permite cubrir el corredor completo con alta densidad de puntos y obtener la forma real del terreno bajo la vegetación ribereña. La nube de puntos se clasifica para separar el suelo de la vegetación, las edificaciones y el agua. A partir de ella se generan el modelo digital del terreno (MDT), que representa la superficie del suelo, y el modelo digital de superficie (MDS), que incluye vegetación y construcciones. La ortofoto, tomada en el mismo vuelo, permite identificar coberturas, ocupaciones y obstrucciones.

El vuelo se programa en el estado de nivel más bajo disponible, para que quede expuesta la mayor parte posible del lecho y se reduzca la longitud del cauce que debe levantarse bajo el agua.

Especificaciones de captura:

1. Área: corredor de 200 m de ancho a lo largo del tramo, ≈ 200 ha.
2. Equipo:
 - a. sensor LiDAR multirretorno (≥ 3 retornos por pulso) montado en dron;
 - b. sistema GNSS/IMU con procesamiento PPK o RTK;



- c. cámara RGB.
3. Parámetros de vuelo:
 - a. altura sobre el terreno ≤ 100 m;
 - b. traslape lateral entre pasadas LiDAR ≥ 50 %;
 - c. traslape fotográfico ≥ 75 % longitudinal y ≥ 65 % lateral.
4. Densidad: la nube agregada tendrá una densidad ≥ 50 pts/m².
5. Registro de la época del vuelo: se registrarán la fecha y el nivel de la lámina de agua al momento del vuelo.

Especificaciones de procesamiento:

1. Se procesarán las trayectorias, se calibrarán las pasadas (boresight) y se ajustará la nube a los puntos de control.
2. La nube se clasificará según ASPRS LAS 1.4, en las clases:
 - a. 1 (no clasificado);
 - b. 2 (suelo);
 - c. 3, 4 y 5 (vegetación baja, media y alta);
 - d. 6 (edificaciones);
 - e. 7 (ruido);
 - f. 9 (agua).
3. MDT:
 - a. se generará a partir de la clase 2, con celda de 0,5 m;
 - b. las superficies de agua se representarán planas a la cota de la lámina medida, para su posterior reemplazo por el fondo levantado en las secciones.
4. MDS: se generará con celda de 0,5 m.
5. Ortofoto: mosaico ortorrectificado con GSD ≤ 5 cm, sin vacíos dentro del corredor.

Criterios de aceptación (ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Geospatial Data, evaluados con los 20 puntos de chequeo):

Parámetro	Tolerancia
RMSEz en terreno descubierto	≤ 10 cm
Exactitud vertical en terreno descubierto (NVA, 95 %)	$\leq 19,6$ cm
Exactitud vertical en vegetación (VVA, percentil 95)	≤ 30 cm
Densidad media de la nube agregada	≥ 50 pts/m ²
Vacíos de datos en el corredor (excluida el agua)	Ninguno mayor a 4 m ²
RMSE horizontal de la ortofoto	≤ 10 cm

1.1.4 Secciones transversales del cauce mojado

Las secciones transversales completan la geometría del cauce en la parte cubierta por el agua. En cada sección se miden dos superficies: la del lodo o sedimento blando y la del fondo firme. La diferencia entre ambas da el espesor de colmatación, a partir del cual se calcula el volumen de sedimento que debe removerse, sin necesidad de modelar el transporte de sedimentos.

Las secciones se concentran donde el cauce cambia: obras de cruce, confluencias, descargas, derivaciones y puntos críticos. En esos sitios se definen las condiciones hidráulicas que luego se representan en el modelo.



Localización:

1. El eje del cauce se abscisará desde K0+000 en el extremo aguas abajo, con abscisas crecientes hacia aguas arriba.
2. Las secciones se ubicarán así:
 - a. cada 100 m en los tramos homogéneos;
 - b. cada 50 m en los puntos críticos;
 - c. 4 secciones por obra de cruce: a 1 m de la estructura y a una distancia igual al ancho del cauce, tanto aguas arriba como aguas abajo;
 - d. una sección adicional en cada confluencia descarga de diámetro mayor a 12", derivación y cambio brusco de sección.
3. La cantidad estimada es de ≈ 120 secciones.

Geometría:

1. Cada sección será perpendicular a la dirección del flujo.
2. Se extenderá 10 m más allá de cada orilla, para su empalme con el MDT.
3. La distancia máxima entre puntos será de 0,5 m en el cauce mojado y de 1,0 m en las orillas. Se tomarán puntos adicionales en cada quiebre del terreno: borde de agua, pie de talud y corona de talud.

Método de medición:

1. Profundidad $\leq 1,0$ m:
 - a. GNSS RTK en solución fija sobre vara;
 - b. la superficie del lodo se medirá con vara provista de plato de apoyo de 10 cm de diámetro;
 - c. el fondo firme se medirá con varilla de penetración hasta el rechazo.
2. Profundidad $> 1,0$ m:
 - a. ecosonda monohaz de doble frecuencia acoplada a GNSS RTK, desde una embarcación ligera: frecuencia alta (≈ 200 kHz) para la superficie del lodo y frecuencia baja (≈ 30 kHz) para el fondo consolidado;
 - b. la ecosonda se calibrará con prueba de barra al inicio y al cierre de cada jornada;
 - c. en cada sección levantada con ecosonda se verificará con varilla al menos un punto.
3. En cada sección se registrarán la cota de la lámina de agua, la fecha y la hora.

Criterios de aceptación:

Parámetro	Tolerancia
Precisión vertical de los puntos con RTK	≤ 3 cm
Precisión de la ecosonda	$\pm (2 \text{ cm} + 0,1 \% \text{ de la profundidad})$
Verificación sobre un punto de control (inicio y cierre de cada jornada)	≤ 5 cm
Diferencia entre la sección medida y el MDT en la franja de empalme	≤ 15 cm



1.1.5 Inventario georreferenciado del cauce

El inventario registra todos los elementos que alteran el funcionamiento del caño a lo largo del tramo:

- ❖ residuos y vegetación que obstruyen el flujo;
- ❖ tapones, jarillones y rellenos que modifican el cauce;
- ❖ derivaciones y captaciones que extraen agua;
- ❖ descargas que aportan contaminación;
- ❖ obras de cruce que pueden restringir el paso del agua;
- ❖ ocupaciones de la faja de protección.

Cada elemento se ubica, se mide y se documenta fotográficamente. Esta información es la base para cuantificar las obras de recuperación.

Las derivaciones, captaciones, descargas y ocupaciones se confrontan con el registro de permisos de Corporinoquia, para identificar las que carecen de autorización. El estudio se limita a esa identificación. La calificación jurídica de cada caso y las medidas que se deriven corresponden a la autoridad ambiental.

Especificaciones:

1. Se recorrerá el 100 % del tramo por ambas orillas.
2. El registro se hará en una aplicación de captura móvil (QField), con un formulario aprobado por la supervisión.
3. Precisión de posición:
 - a. ≤ 5 m con GNSS de navegación para los elementos en general;
 - b. GNSS RTK para las obras de cruce y las descargas.
4. Cada registro tendrá mínimo 2 fotografías georreferenciadas.
5. Atributos mínimos por tipo de elemento:

Elemento	Atributos mínimos
Residuos sólidos y escombros	Abscisa, tipo, extensión (m ²), volumen estimado (m ³)
Vegetación acuática invasora	Abscisas inicial y final, especie dominante, cobertura (% de la lámina de agua)
Material vegetal caído	Abscisa, cantidad, diámetro aproximado, grado de obstrucción
Tapones, jarillones y rellenos	Abscisa, material, longitud, altura, ancho, efecto sobre el flujo
Derivaciones y captaciones	Abscisa, tipo (canal, motobomba, tubería), dimensiones, uso aparente, predio
Descargas	Abscisa, tipo (pluvial, residual, mixta), diámetro, material, estado, flujo en tiempo seco
Obras de cruce	Abscisa, tipo, dimensiones internas, cotas de batea, estado estructural visible, porcentaje de obstrucción
Ocupaciones de la faja de protección (30 m)	Abscisa, tipo (vivienda, cerramiento, cultivo, otro), distancia a la orilla, predio

6. Las derivaciones, captaciones, descargas y ocupaciones se clasificarán, según el registro de Corporinoquia, como "con permiso", "sin permiso registrado" o "sin información".



1.1.6 Calidad de agua

La campaña de calidad de agua permite conocer el grado de contaminación del caño y medir el efecto de los vertimientos. Para eso se toman muestras al inicio y al final del tramo, y aguas arriba y aguas abajo del principal punto de vertimiento identificado en el inventario. Los resultados orientan las medidas de control de contaminación que se incluyen en los diseños.

Especificaciones:

1. Estaciones:
 - a. E1: al inicio del tramo;
 - b. E2: aguas arriba del principal punto de vertimiento;
 - c. E3: entre 50 y 100 m aguas abajo de ese mismo punto;
 - d. E4: al final del tramo.
2. Campaña: 1, con las 4 estaciones muestreadas en la misma jornada.
3. Tipo de muestra: puntual, en el centro del flujo y a 20–30 cm bajo la superficie, según la guía de monitoreo de aguas superficiales del IDEAM.
4. Parámetros in situ: pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto, medidos con sonda multiparámetro calibrada en la misma jornada.
5. Parámetros de laboratorio:
 - a. DBO₅;
 - b. DQO;
 - c. sólidos suspendidos totales;
 - d. coliformes totales y termotolerantes;
 - e. nitrógeno total;
 - f. fósforo total.
6. Laboratorio: acreditado por el IDEAM para todos los parámetros. Los métodos analíticos serán los de Standard Methods (APHA).
7. Preservación y transporte:
 - a. refrigeración a $\leq 6^{\circ}\text{C}$;
 - b. preservación química según el parámetro;
 - c. cadena de custodia;
 - d. entrega al laboratorio dentro del tiempo máximo de preservación de cada método; para coliformes, ese tiempo es ≤ 24 horas desde la toma.
8. Se registrarán la condición hidrológica del caño en la fecha del muestreo y la precipitación de las 72 horas previas, como referencia para interpretar los resultados.

1.1.7 Hidrometría

Los aforos miden el caudal que transporta el caño en la fecha de la campaña. Ese dato sirve como referencia para verificar el modelo hidráulico y para relacionar las concentraciones de contaminantes con las cargas que transporta el flujo. Los aforos se realizan en la misma jornada del muestreo de calidad de agua.

Especificaciones:

1. Se harán 3 aforos: al inicio, en el sector medio y al final del tramo.



2. Método: área-velocidad con correntómetro, según la norma ISO 748, con:
 - a. mínimo 15 verticales por sección, sin que ninguna subsección supere el 10 % del caudal total;
 - b. velocidad medida a 0,6 de la profundidad cuando esta sea $\leq 0,75$ m, y a 0,2 y 0,8 de la profundidad cuando sea mayor.
3. En cada sitio de aforo se medirá con GNSS RTK la cota de la lámina de agua.

1.1.8 Sedimentos del lecho

El material acumulado en el lecho se caracteriza para definir el método de remoción, la manera de transportarlo y su sitio de disposición. Las muestras se toman en los sectores donde las secciones transversales muestran mayor espesor de colmatación.

Especificaciones:

1. Se tomarán 5 muestras con draga o muestreador manual.
2. Cada muestra tendrá una masa ≥ 2 kg.
3. Ensayos:
 - a. granulometría por tamizado (ASTM D6913);
 - b. granulometría por hidrómetro (ASTM D7928), cuando más del 12 % del material pase el tamiz No. 200;
 - c. humedad natural (ASTM D2216);
 - d. contenido de materia orgánica (ASTM D2974).

1.1.9 Suelos de orillas

La conformación de taludes requiere conocer el tipo de suelo de las orillas, porque de él depende la inclinación a la que el talud se mantiene estable. Se toman muestras con barreno manual en los sectores donde se prevé conformar taludes, y se clasifican en laboratorio. No se requiere una exploración geotécnica profunda: las obras son de baja altura y no incluyen estructuras.

Especificaciones:

1. Se harán 6 a 8 perforaciones con barreno manual, de 1,5 a 2,0 m de profundidad.
2. Se tomará 1 muestra alterada por cada cambio de estrato, con un mínimo de 1 muestra por perforación.
3. Se registrará el nivel freático cuando se encuentre.
4. Ensayos:
 - a. humedad natural (ASTM D2216);
 - b. granulometría (ASTM D6913);
 - c. límites de Atterberg (ASTM D4318);
 - d. clasificación USCS (ASTM D2487).
5. El registro de cada perforación incluirá las coordenadas, la abscisa, la descripción visual por estrato (ASTM D2488) y fotografía.

1.1.10 Componente social

La comunidad que habita junto al caño conoce los sitios donde se presentan anegamientos, arrojo de residuos, malos olores y obstrucciones. Su participación



complementa el inventario técnico y valida los resultados del diagnóstico. La comunidad interviene en dos momentos: durante el recorrido del cauce, señalando los puntos críticos que reconoce, y al final, en una jornada en la que se presentan los hallazgos y se recogen sus observaciones.

Especificaciones:

1. Durante el inventario del cauce se harán recorridos participativos con las JAC del área de influencia.
2. Los puntos críticos señalados por la comunidad se registrarán en la geodatabase con el atributo "Fuente: comunidad".
3. Se realizará 1 jornada de socialización de hallazgos:
 - a. convocada en coordinación con la supervisión;
 - b. con presentación de los resultados del diagnóstico apoyada en mapas impresos;
 - c. con registro de las observaciones de los asistentes y del tratamiento que se les dé.

1.1.11 Procesamiento y diagnóstico

La información de campo y de laboratorio se integra para obtener una imagen completa del estado del caño. Se construye una superficie continua del cauce y sus márgenes, uniendo el MDT LiDAR con el fondo medido en las secciones; se elabora el perfil longitudinal, que muestra la pendiente del caño y la distribución de la colmatación; se divide el tramo en tramos homogéneos de características similares; se prioriza cada punto crítico según su afectación hidráulica, ambiental y social; y se identifica, para cada tramo, la causa principal de la pérdida de capacidad hídrica. Con esos resultados se formulan las recomendaciones para la modelación.

Especificaciones:

1. Superficie integrada: la superficie de agua del MDT se reemplazará por el fondo firme interpolado entre secciones, en formato compatible con HEC-RAS.
2. Perfil longitudinal, con cuatro líneas:
 - a. fondo firme;
 - b. superficie del lodo;
 - c. lámina de agua;
 - d. coronas de ambas orillas.
3. Colmatación:
 - a. espesor por sección: diferencia entre la cota de la superficie del lodo y la del fondo firme;
 - b. volumen preliminar de sedimento por tramo.
4. Tramos homogéneos: se definirán según:
 - a. el ancho y la profundidad de la sección;
 - b. la pendiente del fondo;
 - c. el uso del suelo colindante (urbano, periurbano, rural);
 - d. el grado de intervención antrópica.
5. Priorización de puntos críticos: matriz con calificación de 1 a 5 en tres criterios ponderados:

Criterio	Peso
Afectación hidráulica (reducción de sección, obstrucción del flujo)	50 %
Afectación ambiental (contaminación, pérdida de vegetación ribereña)	30 %



**Municipio de
Arauca**

NIT. 800.102.504-0

Criterio	Peso
Afectación social (población expuesta, reclamos de la comunidad)	20 %

6. Diagnóstico por tramo: se identificará la causa principal de pérdida de capacidad hídrica, entre las siguientes:
 - a. colmatación;
 - b. obstrucción por residuos o vegetación;
 - c. alteración del cauce;
 - d. insuficiencia de las obras de cruce;
 - e. contaminación.
7. Recomendaciones para la modelación:
 - f. condiciones de frontera, incluido el nivel del río Arauca en la desembocadura;
 - g. coeficientes de rugosidad de Manning por tramo, sustentados con la ortofoto y el registro fotográfico;
 - h. tramos en los que deben concentrarse las alternativas de intervención.

Insumos y materiales:

Categoría	Descripción
Topografía y LiDAR	Dron con sensor LiDAR multirretorno y cámara RGB, receptores GNSS RTK (base y móvil), vara con nivel esférico y plato de apoyo, varilla de penetración, ecosonda monohaz de doble frecuencia y embarcación ligera con chalecos salvavidas
Hidrometría y calidad de agua	Correntómetro, sonda multiparámetro (pH, T°, CE, OD), recipientes de muestreo, neveras con refrigerante y servicio de laboratorio acreditado por el IDEAM
Suelos y sedimentos	Barreno manual, draga o muestreador de lecho, bolsas de muestra y servicio de laboratorio de suelos
Software	Procesamiento LiDAR y fotogramétrico, SIG (QGIS y aplicación de captura móvil)
Logística y seguridad	Vehículo 4x4, elementos de protección personal, botiquín, radios de comunicación y formatos de campo

Producto entregable:

Un (01) Documento de Estudio y Diagnóstico Integral del Caño Jesús, con el siguiente contenido mínimo:

1. Información secundaria analizada y delimitación del tramo de estudio.
2. Control geodésico y levantamiento LiDAR: MDT, MDS, ortofoto y reporte de exactitud.
3. Secciones transversales, perfil longitudinal, espesores de colmatación y volumen preliminar de sedimento por tramo.
4. Inventario del cauce, con mapas, fichas y clasificación de las intervenciones según el registro de permisos de Corporinoquia.
5. Resultados y análisis de calidad de agua, hidrometría, sedimentos y suelos de orillas.
6. Resultados del componente social.
7. Tramos homogéneos, puntos críticos priorizados y causas de la pérdida de capacidad hídrica.
8. Recomendaciones para la modelación y los diseños.

Centro Administrativo Municipal (CAM)
Cra. 24 Entre Calles 18 y 20 PBX: 8853156
Línea Gratuita Nacional 018000 977781

www.arauca-arauca.gov.co
Correo: contactenos@arauca-arauca.gov.co
Código Postal: 810001- Arauca - Arauca (Colombia)



Soportes:

- ❖ Nube de puntos clasificada (LAS/LAZ), MDT y MDS (GeoTIFF) y ortofoto.
- ❖ Secciones transversales en SIG y en hoja de cálculo.
- ❖ Geodatabase del inventario con el registro fotográfico enlazado.
- ❖ Informe de procesamiento LiDAR y reporte de control de calidad (exactitud, densidad y cobertura).
- ❖ Carteras de campo GNSS, de aforo y de perforaciones.
- ❖ Certificados de calibración de los equipos.
- ❖ Resultados de laboratorio con cadenas de custodia.
- ❖ Listado de asistencia y acta de la jornada de socialización.
- ❖ Registro fotográfico del trabajo de campo
- ❖ Comunicaciones con Corporinoquia y autorizaciones de ingreso a predios.

ACTIVIDAD 1.2. Modelación y alternativas

Descripción:

Esta actividad determina cuánta agua puede conducir hoy el Caño Jesús y cuánta debe conducir, y a partir de esa diferencia define qué obras de recuperación requiere cada tramo.

Con el análisis hidrológico se obtienen los caudales de diseño de la cuenca para diferentes periodos de retorno. Con la modelación hidráulica se calcula cómo transita ese caudal por el cauce en su estado actual y se identifican las secciones donde la capacidad es insuficiente. El volumen de sedimento a remover se calcula directamente con la geometría levantada en el diagnóstico, y la contaminación se evalúa mediante un balance de cargas por tramo; ninguno de los dos aspectos requiere modelos especializados.

Con esos resultados se formulan alternativas de intervención para cada tramo homogéneo. Cada alternativa se verifica en el modelo hidráulico y se compara con las demás mediante una evaluación multicriterio. La alternativa seleccionada, aprobada por la supervisión, es la base de los diseños de la actividad 1.3.

Alcance:

Componente	Alcance
Análisis hidrológico	Caudales para periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años en el punto de cierre de cada subcuenca aportante
Modelación hidráulica	Modelo unidimensional (1D) en HEC-RAS de los ≈ 10 km del tramo, en condición actual y con cada alternativa
Obras de cruce	Verificación de la capacidad hidráulica de las obras existentes
Sedimentos	Volumen de descolmatación por tramo, calculado a partir de la geometría levantada
Calidad de agua	Balance de cargas contaminantes por tramo
Alternativas	3 alternativas por tramo homogéneo (incluida la de no intervención), predimensionadas y verificadas hidráulicamente
Selección	Evaluación multicriterio y acta de selección aprobada por la supervisión



Metodología:

1.2.1 Análisis hidrológico

El Caño Jesús no cuenta con registros de caudal. Por eso los caudales de diseño se obtienen a partir de la lluvia, con métodos de transformación lluvia-escorrentía. Se delimita la cuenca y se divide en subcuencas según los puntos de entrega al cauce; se caracteriza cada subcuenca por su área, pendiente, coberturas y tipo de suelo; con las curvas de intensidad-duración-frecuencia (IDF) se construyen las tormentas de diseño; se calculan los caudales máximos; y se adopta un caudal de diseño para las obras y un caudal mayor para verificar su comportamiento.

Especificaciones:

1. Delimitación de la cuenca:
 - a. se usará el MDT LiDAR dentro del corredor; fuera de él se usará el modelo digital de elevación de mayor resolución disponible;
 - b. en zona urbana, las áreas aportantes se ajustarán con la información de redes de drenaje del municipio.
2. Parámetros de cada subcuenca:
 - a. área, longitud del cauce principal y pendiente media;
 - b. tiempo de concentración, calculado con mínimo tres ecuaciones empíricas (Kirpich, Témez y California Culverts Practice, u otras aplicables), con justificación del valor adoptado.
3. Precipitación de diseño:
 - a. curvas IDF de la estación del IDEAM más representativa del área;
 - b. si no existen, curvas obtenidas por regionalización con la metodología del IDEAM.
4. Tormenta de diseño: hietograma por el método de bloques alternos, con una duración no menor al tiempo de concentración de la cuenca.
5. Transformación lluvia-escorrentía:
 - a. método del Número de Curva (SCS-CN) con hidrograma unitario del SCS en HEC-HMS;
 - b. el número de curva se asignará según las coberturas de la ortofoto y los grupos hidrológicos de suelo del estudio de suelos del IGAC;
6. Periodos de retorno: 5, 10, 25, 50 y 100 años.
7. Caudales de referencia:
 - a. caudal de diseño: el de 25 años de periodo de retorno, para dimensionar la sección hidráulica y las protecciones;
 - b. caudal de verificación: el de 100 años, para comprobar que las obras no agravan las condiciones aguas arriba ni aguas abajo.

1.2.2 Modelación hidráulica

El modelo hidráulico reproduce el paso del agua por el cauce y calcula, en cada sección, el nivel que alcanza el agua, su velocidad y la fuerza que ejerce sobre el fondo y las orillas. Se emplea un modelo unidimensional, porque el objetivo es conocer la capacidad de conducción del cauce y no la extensión de las inundaciones sobre la llanura.

Antes de usar el modelo se comprueba que reproduce las condiciones reales: se simula el caudal medido en los aforos y se compara el nivel calculado con el nivel medido en campo.



Las obras de cruce se representan en el modelo con su geometría real, para establecer si alguna restringe el paso del agua. Como el Caño Jesús desemboca en el río Arauca, el nivel de este río condiciona el flujo en el tramo final; por eso se simula tanto con nivel normal como con nivel alto del río.

Especificaciones:

1. Software: HEC-RAS en modelación 1D en flujo permanente.
2. Geometría:
 - a. se usarán las secciones medidas en la actividad 1.1, complementadas con secciones extraídas de la superficie integrada del cauce;
 - b. la distancia máxima entre secciones del modelo será de 50 m;
 - c. cada sección se extenderá hasta cubrir el nivel del caudal de verificación.
3. Obras de cruce: se representarán con el módulo de puentes y alcantarillas, con sus dimensiones, cotas de batea y porcentaje de obstrucción medidos.
4. Rugosidad:
 - a. coeficientes de Manning diferenciados para el cauce y las márgenes, asignados por tramo con base en las tablas de Chow y en el registro fotográfico;
 - b. en la condición actual, la rugosidad reflejará la presencia de vegetación acuática y obstrucciones.
5. Condiciones de frontera:
 - a. aguas arriba: el caudal de cada periodo de retorno;
 - b. aguas abajo: dos escenarios, (a) profundidad normal y (b) nivel de aguas altas del río Arauca en la desembocadura, obtenido de la serie de niveles del IDEAM.
6. Verificación del modelo: se simulará el caudal medido en los aforos. La diferencia entre el nivel calculado y el nivel medido no superará 10 cm en cada sitio de aforo. Si se supera, se ajustarán los coeficientes de rugosidad dentro de rangos físicamente justificados.
7. Sensibilidad: se evaluará el efecto de una variación de $\pm 20\%$ en los coeficientes de Manning sobre los niveles del caudal de diseño.
8. Resultados por sección y para cada periodo de retorno:
 - a. cota de la lámina de agua;
 - b. velocidad media;
 - c. esfuerzo cortante;
 - d. número de Froude;
 - e. capacidad máxima de conducción a cauce lleno.
9. Déficit de capacidad: se identificarán las secciones en las que la capacidad a cauce lleno es menor que el caudal de diseño, y las obras de cruce que generan remanso.

1.2.3 Volumen de sedimentos y balance de cargas contaminantes

El volumen de sedimento a remover se obtiene directamente de las secciones levantadas en el diagnóstico, comparando la superficie del lodo con el fondo firme. No se requiere un modelo de transporte de sedimentos: la descolmatación busca recuperar la sección original del cauce, no modificar su dinámica.

La contaminación se evalúa mediante el balance de las cargas contaminantes entre estaciones. La carga es el producto del caudal por la concentración, y su comparación entre estaciones muestra el aporte de los vertimientos.



Especificaciones:

1. Volumen de sedimento por tramo: se calculará por el método de áreas medias entre secciones consecutivas, tomando el área comprendida entre la superficie del lodo y el fondo firme.
2. Carga contaminante: se calculará en cada estación de muestreo, en kg/día, para DBO₅, SST, nitrógeno total y fósforo total, con el caudal aforado en la misma jornada.
3. Aporte de los vertimientos: se estimará como la diferencia de carga entre las estaciones E2 y E3, y entre E1 y E4.
4. Comparación normativa: los resultados se compararán con los objetivos de calidad que Corporinoquia haya fijado para la corriente, si existen. Si no existen, se compararán con los criterios de calidad para la destinación del recurso del Decreto 1076 de 2015.
5. Priorización de descargas: las descargas del inventario se clasificarán según su aporte estimado y su condición de permiso, para orientar las medidas de control.

1.2.4 Formulación y predimensionamiento de alternativas

Para cada tramo homogéneo se formulan tres alternativas. La Alternativa 0 (sin intervención) sirve de referencia para medir el beneficio de las demás. La Alternativa 1 (intervención mínima) remueve lo que obstruye el cauce y devuelve la sección a su fondo firme, sin modificar su forma. La Alternativa 2 (intervención con reconformación) incluye además la reconformación de la sección y la estabilización de los taludes donde la sección actual no alcanza a conducir el caudal de diseño o las orillas presentan erosión.

En las alternativas 1 y 2 se incluyen siempre el restablecimiento del flujo natural (remoción de tapones, jarillones, rellenos y derivaciones sin permiso) y las medidas de control de contaminación en el cauce, porque atienden causas del problema que no dependen de la forma de la sección. Cada alternativa se predimensiona y se simula en el modelo hidráulico, para comprobar que conduce el caudal de diseño sin aumentar los niveles aguas arriba ni aguas abajo.

Especificaciones:

1. Alternativa 0: condición actual sin intervención.
2. Alternativa 1:
 - a. limpieza y remoción de residuos, escombros, vegetación acuática invasora y material vegetal caído;
 - b. descolmatación hasta el fondo firme;
 - c. revegetalización de orillas;
 - d. restablecimiento del flujo y control de contaminación.
3. Alternativa 2:
 - a. lo incluido en la Alternativa 1;
 - b. reconformación de la sección hidráulica;
 - c. perfilado y estabilización de taludes con bioingeniería;
 - d. protección con obra gris solo en los sitios donde el esfuerzo cortante supere el admisible para el talud vegetado.
4. Restricciones del predimensionamiento:
 - a. la descolmatación no profundizará el cauce por debajo del fondo firme natural;



- b. no se modificará el alineamiento del cauce, salvo para restituirlo en los sitios donde haya sido desviado;
- c. las obras no ocuparán predios privados por fuera de la faja de protección.
- 5. Contenido del predimensionamiento de cada alternativa:
 - a. sección tipo;
 - b. longitud intervenida;
 - c. volúmenes de excavación, remoción y disposición;
 - d. áreas de revegetalización;
 - e. costo paramétrico de inversión;
 - f. costo estimado de mantenimiento anual.
- 6. Verificación hidráulica: cada alternativa se simulará con el caudal de diseño y con el de verificación, y se compararán sus resultados con la condición actual.

1.2.5 Evaluación multicriterio y selección

Las alternativas de cada tramo se comparan con criterios técnicos, económicos, ambientales y sociales, ponderados según su importancia. La evaluación permite seleccionar de forma trazable la alternativa que se diseña en detalle. Para asegurar que la selección no depende de una ponderación particular, se repite la evaluación con pesos modificados. La selección se formaliza en un acta suscrita con la supervisión, y solo a partir de esa aprobación se inician los diseños.

Especificaciones:

- 1. Criterios y pesos:

Criterio	Peso	Indicador
Técnico	35 %	Capacidad de conducción alcanzada respecto al caudal de diseño; estabilidad de las orillas
Económico	25 %	Costo de inversión y costo de mantenimiento anual
Ambiental	25 %	Mejora de la calidad del agua, recuperación de la vegetación ribereña, volumen de material a disponer
Social y predial	15 %	Población beneficiada, afectación de predios y accesos

- 2. Calificación: de 1 a 5 por criterio, con justificación escrita de cada puntaje.
- 3. Sensibilidad: la evaluación se repetirá variando ± 10 puntos porcentuales el peso de cada criterio. Se informará si cambia la alternativa seleccionada.
- 4. Selección: la alternativa seleccionada para cada tramo se consignará en un acta de selección suscrita por el consultor y la supervisión.

Insumos y materiales:

Categoría	Descripción
Datos del diagnóstico	Superficie integrada del cauce, secciones transversales, inventario del cauce, resultados de calidad de agua, aforos, sedimentos y suelos
Información secundaria	Curvas IDF y series de niveles del IDEAM, estudio de suelos del IGAC y modelo digital de elevación para la cuenca externa al corredor
Software	HEC-HMS, HEC-RAS, SIG (QGIS o ArcGIS), AutoCAD Civil 3D y hoja de cálculo



Categoría	Descripción
Equipos	Estación de trabajo con capacidad para procesar el MDT, y plóter

Producto entregable:

Un (01) Documento de Modelación y Alternativas, con el siguiente contenido mínimo:

1. Análisis hidrológico: subcuencas, parámetros, precipitación de diseño y caudales por periodo de retorno.
2. Modelación hidráulica de la condición actual: verificación, sensibilidad, resultados por sección, déficit de capacidad y evaluación de las obras de cruce.
3. Volúmenes de sedimento por tramo.
4. Balance de cargas contaminantes y priorización de descargas.
5. Alternativas por tramo: descripción, predimensionamiento, verificación hidráulica y costos.
6. Evaluación multicriterio, análisis de sensibilidad y alternativa seleccionada.

Soportes:

- ❖ Archivos fuente de los modelos HEC-HMS y HEC-RAS.
- ❖ Mapas de subcuencas, coberturas y número de curva.
- ❖ Perfiles hidráulicos y tablas de resultados por sección.
- ❖ Memorias de cálculo de volúmenes y cargas contaminantes.
- ❖ Matriz multicriterio.
- ❖ Acta de selección de alternativas suscrita con la supervisión.

ACTIVIDAD 1.3. Diseños de ingeniería (Fase III)

Descripción:

Esta actividad desarrolla, a nivel de detalle para construcción, las obras de recuperación del Caño Jesús correspondientes a la alternativa seleccionada en cada tramo. Las obras de recuperación se agrupan en seis líneas:

1. Limpieza y remoción de obstrucciones.
2. Descolmatación y reconfiguración de la sección hidráulica.
3. Conformación y estabilización de taludes.
4. Restablecimiento del flujo natural.
5. Control de contaminación en el cauce.
6. Restauración de la franja protectora.

Los diseños definen, para cada línea de obra, la geometría, los materiales, los procedimientos constructivos, las cantidades y el costo. Se complementan con el plan de manejo de los sedimentos y residuos que se retiran del cauce, las especificaciones técnicas de construcción, el presupuesto, el plan de manejo ambiental de la obra, el manual de operación y mantenimiento, y los documentos para tramitar los permisos ambientales.



Alcance:

Componente	Alcance
Obras de recuperación	Diseño de detalle de las seis líneas de obra en los tramos donde la alternativa seleccionada las incluye, dentro del tramo de ≈ 10 km
Planos	Juego completo de planos para construcción
Especificaciones	Especificaciones técnicas de construcción por ítem de obra
Presupuesto	Cantidades de obra, análisis de precios unitarios, presupuesto y cronograma de obra
Gestión ambiental	Plan de manejo de sedimentos y residuos, y plan de manejo ambiental de la obra
Operación	Manual de operación y mantenimiento
Permisos	Documentación técnica para la solicitud del permiso de ocupación de cauce

Metodología:

1.3.1 Criterios de diseño

Antes de diseñar se fijan los parámetros comunes a todas las obras: el caudal que deben conducir, el margen de seguridad sobre el nivel del agua, las velocidades que el cauce resiste sin erosionarse y la inclinación a la que los taludes se mantienen estables. Las obras buscan devolver al caño su capacidad natural, no transformarlo en un canal artificial; por eso se respeta el fondo firme natural y el alineamiento del cauce, y se privilegian las soluciones con vegetación sobre las obras rígidas.

Especificaciones:

1. Caudales: de diseño, el de 25 años de periodo de retorno; de verificación, el de 100 años. Ambos se tomarán de la actividad 1.2.
2. Borde libre: $\geq 0,30$ m sobre el nivel del caudal de diseño, o el 20 % del tirante si este valor es mayor.
3. Velocidad máxima: no superará la velocidad admisible del material del cauce y de las orillas, determinada con los resultados de los ensayos de suelos y sedimentos y con tablas de velocidades admisibles de referencia (Fortier y Scobey, o equivalentes).
4. Taludes:
 - a. la inclinación se definirá con el análisis de estabilidad del numeral 1.3.4;
 - b. no será más empinada que 1,5H:1V en suelos finos cohesivos ni que 2H:1V en suelos granulares o limosos.
5. Fondo y alineamiento:
 - a. el fondo de diseño no será más profundo que el fondo firme natural;
 - b. El alineamiento solo se modificará para restituir el cauce en los sitios donde haya sido desviado.
6. Restricciones de ubicación: las obras se ubicarán dentro del cauce y de la faja de protección hídrica.

1.3.2 Limpieza y remoción de obstrucciones

La limpieza retira del cauce todo lo que impide el paso del agua: residuos sólidos, escombros, vegetación acuática invasora, como el buchón, y troncos y ramas caídos. El



diseño define, para cada tramo, qué se retira, en qué cantidad, con qué método y adónde se lleva. La remoción se hace preferiblemente de forma manual en los sectores con vegetación ribereña que deba conservarse, y con maquinaria operada desde la orilla donde los volúmenes lo requieran. Se prohíbe el uso de productos químicos para controlar la vegetación.

Especificaciones:

1. Cuantificación por tramo, a partir del inventario de la actividad 1.1:
 - a. residuos sólidos y escombros, en m³;
 - b. vegetación acuática invasora, en m²;
 - c. material vegetal caído, en unidades o en m³.
2. Método de remoción por tramo:
 - a. manual en los sectores con vegetación ribereña a conservar y en los de difícil acceso;
 - b. mecánico, con excavadora de brazo largo operada desde la orilla, en los demás sectores.
3. Prohibición expresa: no se usarán herbicidas ni otros productos químicos para el control de la vegetación acuática.
4. Separación del material retirado: en residuos sólidos, escombros y material vegetal, para su disposición diferenciada según el numeral 1.3.8.
5. Planos: localización en planta de los sectores de limpieza, con abscisas, método y cantidades.

1.3.3 Descolmatación y reconformación de la sección hidráulica

La descolmatación retira el sedimento acumulado en el lecho hasta alcanzar el fondo firme, recuperando la profundidad original del cauce. En los tramos donde la sección recuperada aún no conduce el caudal de diseño, se reconforma la sección: se amplía o se regulariza su forma dentro de la faja de protección. El perfil longitudinal de diseño mantiene una pendiente continua, para evitar que se formen puntos bajos donde vuelva a acumularse sedimento. El material extraído puede reutilizarse en la conformación de los taludes cuando sus características lo permitan; el resto se dispone en sitios autorizados.

Especificaciones:

1. Perfil longitudinal de diseño:
 - a. pendiente continua ajustada al fondo firme;
 - b. sin contrapendientes;
 - c. empalmado con las cotas de batea de las obras de cruce existentes.
2. Sección tipo por tramo homogéneo: trapezoidal o compuesta, dimensionada para conducir el caudal de diseño con el borde libre establecido, y verificada en el modelo hidráulico.
3. Volúmenes: excavación y relleno calculados por tramo, por el método de áreas medias, sobre la superficie integrada del cauce.
4. Reutilización del material extraído: el material podrá usarse en la conformación de taludes cuando cumpla los requisitos de material para terraplén del Artículo 220 de las Especificaciones Generales de Construcción del INVÍAS. El material que no los cumpla se dispondrá según el numeral 1.3.8.



5. Método constructivo:
 - a. excavación con equipo operado desde la orilla;
 - b. ejecución por tramos, de aguas arriba hacia aguas abajo;
 - c. en los tramos con flujo permanente, desvío o manejo temporal del agua.
6. Planos: planta, perfil longitudinal y secciones transversales de diseño cada 50 m, con cotas de excavación.

1.3.4 Conformación y estabilización de taludes

Los taludes se perfilan con una inclinación que les permita mantenerse estables y se protegen con vegetación, para controlar la erosión y recuperar la cobertura de las orillas. La estabilidad se verifica con los parámetros de resistencia del suelo, estimados a partir de la clasificación obtenida en el diagnóstico. La protección vegetal emplea técnicas de bioingeniería: revegetalización con especies nativas, estacas vivas, fajinas y mantos de control de erosión. La obra gris se reserva para los puntos donde la fuerza del agua supera la resistencia de un talud vegetado, como curvas externas, salidas de descargas y zonas aledañas a obras de cruce.

Especificaciones:

1. Parámetros de resistencia: se estimarán por correlación con la clasificación USCS y los límites de Atterberg, adoptando valores conservadores.
2. Análisis de estabilidad:
 - a. método de equilibrio límite (Bishop simplificado o equivalente);
 - b. factor de seguridad $\geq 1,50$ en condición estática y $\geq 1,05$ en condición pseudoestática, según el Título H de la NSR-10;
 - c. verificación adicional en condición de descenso del nivel del agua.
3. Protección con bioingeniería:
 - a. selección de la técnica por tramo según el esfuerzo cortante calculado en la actividad 1.2 y la resistencia admisible de cada técnica;
 - b. especies nativas de la región, seleccionadas a partir de la vegetación ribereña existente.
4. Protección con obra gris (gaviones, sacos de suelo-cemento o enrocado):
 - a. solo donde el esfuerzo cortante supere el admisible del talud vegetado;
 - b. con filtro de geotextil o granular entre la protección y el suelo;
 - c. con anclaje en el pie del talud por debajo de la profundidad de socavación calculada.
5. Planos: secciones tipo de los taludes y detalles constructivos de cada técnica de protección.

1.3.5 Restablecimiento del flujo natural

En algunos sectores el caño ha sido taponado, encerrado por jarillones, rellenado o desviado, o se le extrae agua mediante derivaciones. Estas intervenciones alteran su recorrido natural y reducen su caudal. El diseño define la forma de retirar cada una y de restituir el cauce donde haya sido desviado, con base en el inventario y en su clasificación según el registro de permisos de Corporinoquia. La ejecución de las obras sobre intervenciones de terceros queda sujeta a las decisiones de la autoridad ambiental.



**Municipio de
Arauca**

NIT. 800.102.504-0

Las obras de cruce existentes se incluyen solo para su limpieza y desobstrucción. Cuando la modelación demuestre que una obra es insuficiente, el diseño lo consigna como recomendación para un proyecto posterior.

Especificaciones:

1. Ficha de diseño por intervención (tapón, jarillón, relleno o derivación), con:
 - a. localización;
 - b. volumen a remover;
 - c. método de remoción;
 - d. geometría de restitución del cauce;
 - e. destino del material.
2. Restitución del cauce: donde el cauce haya sido desviado, el diseño de la restitución se ajustará al alineamiento y a la sección del cauce natural adyacente.
3. Obras de cruce:
 - a. limpieza y desobstrucción de todas las obras existentes en el tramo, con cantidades por obra;
 - b. las obras cuya insuficiencia demuestre la modelación se relacionarán en una ficha de recomendación, con su déficit de capacidad.
4. Relación de intervenciones sin permiso: se elaborará una relación de las intervenciones sin permiso registrado, con su localización y evidencia fotográfica, para ser remitida a Corporinoquia.

1.3.6 Control de contaminación en el cauce

Las medidas de esta línea actúan sobre el caño mismo y buscan reducir la entrada de residuos y contaminantes. Comprenden el cierre de los puntos donde se arrojan residuos, la instalación de rejillas o trampas de sólidos en las descargas pluviales y la señalización de prohibición de arrojo de residuos. Las descargas de aguas residuales identificadas se documentan para su atención por el prestador del servicio, en el marco del Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, y por la autoridad ambiental.

Especificaciones:

1. Rejillas o trampas de sólidos en las descargas pluviales priorizadas en la actividad 1.2:
 - a. dimensionadas para el caudal de la descarga, con área libre suficiente para que la pérdida de carga no genere represamiento en la red;
 - b. con acceso para su limpieza.
2. Puntos de arrojo de residuos: cerramiento o adecuación de los puntos identificados en el inventario, y señalización.
3. Fichas de vertimiento: una ficha por descarga de aguas residuales, con localización, características y resultados de calidad de agua asociados, para su remisión al prestador del servicio y a Corporinoquia.
4. Planos: detalles constructivos de las rejillas, los cerramientos y la señalización.

1.3.7 Restauración de la franja protectora

La franja protectora es la vegetación que bordea el caño. Protege las orillas, filtra la escorrentía y sirve de hábitat. En los sectores donde se ha perdido, el diseño contempla

Centro Administrativo Municipal (CAM)
Cra. 24 Entre Calles 18 y 20 PBX: 8853156
Línea Gratuita Nacional 018000 977781
www.arauca-arauca.gov.co

Correo: contactenos@arauca-arauca.gov.co
Código Postal: 810001- Arauca - Arauca (Colombia)



su recuperación mediante la siembra de especies nativas y su aislamiento, para impedir que el ganado o las actividades humanas la deterioren mientras se establece.

Especificaciones:

1. Áreas de restauración: dentro de la faja de protección hídrica (30 m), en los sectores sin cobertura vegetal identificados en la ortofoto. Se excluyen las áreas con ocupaciones.
2. Siembra:
 - a. especies nativas de la región;
 - b. distribución en tresbolillo;
 - c. densidad de 3 m x 3 m entre individuos, salvo justificación técnica.
3. Material vegetal:
 - a. altura mínima de 50 cm;
 - b. procedencia de viveros registrados.
4. Aislamiento: cerca de alambre de púas, con postes de madera inmunizada o de concreto.
5. Planos: áreas de restauración, diseño de la siembra y detalle del aislamiento.

1.3.8 Manejo y disposición de sedimentos y residuos

El material que se retira del cauce se separa según su tipo: los sedimentos se reutilizan en la conformación de taludes cuando cumplen los requisitos de calidad, y en caso contrario se disponen; los residuos sólidos se entregan al servicio de aseo; los escombros se llevan a un sitio autorizado; y el material vegetal se aprovecha o se dispone. El diseño define los sitios de acopio temporal, los sitios de disposición final, las rutas de transporte y las medidas de control durante el manejo.

Especificaciones:

1. Balance de materiales por tramo:
 - a. volumen extraído;
 - b. volumen reutilizado;
 - c. volumen a disponer, por tipo de material.
2. Sitios de acopio temporal:
 - a. localizados fuera de la faja de protección;
 - b. con control de escorrentía y de lixiviados.
3. Sitios de disposición final, autorizados para cada tipo de material:
 - a. los escombros se manejarán conforme a la Resolución 472 de 2017, modificada por la Resolución 1257 de 2021, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible;
 - b. los residuos sólidos se entregarán al prestador del servicio de aseo.
4. Transporte: rutas de transporte, distancias de acarreo y medidas de control de emisión de material particulado.

1.3.9 Cantidades, especificaciones técnicas y presupuesto

A partir de los planos se calculan las cantidades de cada ítem de obra. Se elaboran las especificaciones técnicas que definen cómo se ejecuta, se mide y se paga cada ítem, y con



ellas se construyen los análisis de precios unitarios y el presupuesto de la obra. El cronograma establece la secuencia de ejecución y tiene en cuenta la época del año: las labores dentro del cauce se programan en aguas bajas y la siembra al inicio de las lluvias.

Especificaciones:

1. Cantidades de obra: por ítem y por tramo, con memoria de cálculo trazable a los planos.
2. Especificaciones técnicas por ítem:
 - a. descripción;
 - b. materiales;
 - c. procedimiento de ejecución;
 - d. tolerancias;
 - e. ensayos de control de calidad;
 - f. unidad de medida y forma de pago.
3. Análisis de precios unitarios (APU):
 - a. con base en las listas oficiales de precios de referencia vigentes en el departamento de Arauca;
 - b. en los ítems no incluidos en ellas, con base en mínimo tres cotizaciones;
 - c. con discriminación del AIU.
4. Presupuesto de obra: por tramo y por línea de obra.
5. Cronograma de obra:
 - a. con ruta crítica;
 - b. con las actividades dentro del cauce programadas en aguas bajas y la siembra al inicio de la temporada de lluvias.

1.3.10 Plan de manejo ambiental, operación y mantenimiento, y permisos

El plan de manejo ambiental (PMA) de la obra establece las medidas para prevenir, mitigar y controlar los impactos de la construcción sobre el agua, el suelo, la vegetación, la fauna y la comunidad, y la forma de hacerles seguimiento. El manual de operación y mantenimiento define las labores periódicas necesarias para que las obras conserven su funcionamiento: limpieza de residuos y vegetación acuática, retiro del sedimento que vuelve a acumularse, limpieza de rejillas y cuidado de la vegetación sembrada. La frecuencia de la descolmatación se estima con el volumen de sedimento acumulado medido en el diagnóstico.

Se prepara la documentación técnica para solicitar ante Corporinoquia el permiso de ocupación de cauce que requiere la obra. Si las obras requieren el aprovechamiento de árboles, el inventario forestal y la solicitud del permiso correspondiente se realizarán en la fase de ejecución.

Especificaciones:

1. PMA:
 - a. identificación y evaluación de impactos;
 - b. fichas de manejo, con objetivo, medidas, localización, indicadores y costo;
 - c. programa de seguimiento y monitoreo;
 - d. programa de atención a la comunidad.



2. Manual de operación y mantenimiento:
 - a. rutinas de mantenimiento con su frecuencia;
 - b. fichas de inspección;
 - c. costo anual estimado;
 - d. responsables sugeridos.
3. Permiso de ocupación de cauce (Decreto 1076 de 2015, artículo 2.2.3.2.12.1): planos, memorias y descripción de las obras, en el formato exigido por Corporinoquia.
4. Plan de manejo de tránsito: se elaborará solo cuando las obras o el transporte de materiales afecten vías públicas.

Insumos y materiales:

Categoría	Descripción
Datos base	Superficie integrada del cauce, secciones, inventario, resultados de laboratorio, modelos hidráulicos y acta de selección de alternativas
Software	AutoCAD Civil 3D, HEC-RAS, software de estabilidad de taludes, SIG (QGIS o ArcGIS) y hoja de cálculo
Referencias técnicas	Especificaciones Generales de Construcción del INVÍAS, NSR-10 Título H y listas oficiales de precios de referencia del departamento
Equipos	Estación de trabajo y plóter

Producto entregable:

Un (01) Diseño de Ingeniería Fase III de las obras de recuperación del Caño Jesús, compuesto por:

1. Planos para construcción (en PDF y en formato editable):
 - a. planta general;
 - b. planta-perfil por tramo (escala horizontal 1:1000, vertical 1:100);
 - c. secciones transversales de diseño cada 50 m;
 - d. secciones tipo;
 - e. detalles constructivos de taludes, protecciones, rejillas, cerramientos y aislamientos;
 - f. localización de los sectores de limpieza, las intervenciones a retirar y las áreas de restauración;
 - g. sitios de acopio y disposición.
2. Memorias de diseño: hidráulica, estabilidad de taludes, protecciones y balance de materiales.
3. Especificaciones técnicas de construcción por ítem.
4. Cantidades de obra, APU, presupuesto y cronograma de obra.
5. Plan de manejo de sedimentos y residuos.
6. Plan de manejo ambiental de la obra.
7. Manual de operación y mantenimiento.
8. Documentación técnica para la solicitud del permiso de ocupación de cauce.

Soportes:

- ❖ Archivos fuente CAD, SIG, HEC-RAS y hojas de cálculo.
- ❖ Memorias de cálculo de cantidades.
- ❖ Cotizaciones de los ítems no incluidos en las listas oficiales de precios.
- ❖ Fichas de las intervenciones a retirar y relación de intervenciones sin permiso para remisión a Corporinoquia.



**Municipio de
Arauca**

NIT. 800.102.504-0

- ❖ Fichas de vertimientos para remisión al prestador del servicio y a Corporinoquia.
- ❖ Fichas de recomendación de las obras de cruce insuficientes.

Las actividades relacionadas fueron ajustadas en su alcance, metodología, especificaciones técnicas, productos y soportes, sin modificación de sus valores; para lo cual se adjuntan el presupuesto general y el cronograma ajustado.

VALOR INICIAL DEL PROYECTO	VALOR AJUSTADO	FUENTE	TIEMPO	FECHA VIABILIDAD
\$ 200.000.000	\$ 200.000.000	SGP	Cuarenta y cinco (45) días	29/04/2026

Lo anterior para la respectiva actualización del proyecto.

Atentamente,

PEDRO NEL REINA TUPANTEVE

Secretario de Agricultura, Desarrollo Económico y Sostenible Municipal

Elaboró: William Gómez. Profesional Universitario