CORANTIOQUIA - Subdirección de Gestión Ambiental Medellín
ACTAS
null
Fecha: 14-jul-2026 10:22 AM Pág: 6
Anexos: 40 PÁGINAS
Archivar en: 110-CNT2510-258/CORPORACIÓN INTERUNIVERSITARIA DE
Radicado por: Nelson Julian Pulgarin Avendaño
110-ACT2607-4204
Favor citar este número al responder

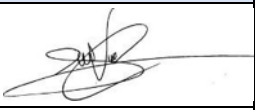
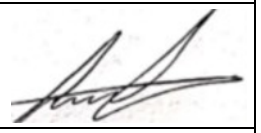
# QUEBRADA LA LLANA (TARSO) – INSTRUMENTACIÓN

## PROGRAMA INTEGRAL RED AGUA – PIRAGUA

Código Dependencia- Fecha- (de radicación)

| Fecha de reunión (aaaa-mm-dd) | Hora de reunión (hh:mm) | Lugar de reunión |
|---|---|---|
| 2026-06-23 | 10:30 a.m. | Física – Sede CORANTIOQUIA (Medellín) |

### Asistentes

| Nombres y apellidos | Dependencia | Firma |
|---|---|---|
| Sergio Alberto Vásquez Cano | CIS / Piragua – Coordinación Alcance 2 |  |
| Valentina Serna Agudelo | CIS / Piragua – Apoyo a la Coordinación |  |
| Carlos Andrés Flórez Baena | CIS / Piragua – Líder Alcance 2.7 y 2.8 (Instrumentación) |  |
| Juan Fernando Gaviria Suárez | CORANTIOQUIA – Supervisión Alcance 2 |  |
| Cristina Otálvaro | CORANTIOQUIA – Subdirección de Sostenibilidad |  |

### Orden del día

1. Saludo inicial y objetivo de la reunión.
2. Estado de avance del proceso de instrumentación de la quebrada La Llana (visitas técnicas y documentos generados).
3. Socialización y autorización de predios con los propietarios.
4. Identificación de un sitio alternativo de instalación (predio de la PCH Mulatos).
5. Proceso de consulta de mercado, selección de proveedores y necesidad de adición presupuestal.
6. Cronograma y estado general del proceso.
7. Compromisos.

### Desarrollo

#### 1. Saludo inicial y objetivo de la reunión

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co
Con el suministro de los datos en este formulario, se entiende la autorización de su parte para que Corantioquia pueda usarlos con fines exclusivamente misionales.



icontec ISO 9001 SA-CER341300
icontec ISO 14001 SA-CER440982
IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

Se dio apertura a la reunión con la participación del coordinador del Alcance 2, Sergio Alberto Vásquez Cano; el apoyo a la coordinación, Valentina Serna Agudelo; el supervisor del contrato por parte de CORANTIOQUIA, Juan Fernando Gaviria Suárez; y la profesional especializada Cristina Otálvaro, de la Subdirección de Sostenibilidad de la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia – CORANTIOQUIA.

El propósito del encuentro fue dar a conocer el estado de avance de la actividad de instrumentación de la quebrada La Llana (Subactividad 2.8.4), en el municipio de Tarso, Antioquia, abarcando las visitas técnicas de reconocimiento adelantadas, el estado de la socialización con los propietarios de los predios y el avance de los procesos de consulta de mercado y contratación requeridos para la implementación del sistema de monitoreo.

## 2. Estado de avance del proceso de instrumentación de la quebrada La Llana

Se presentó a los asistentes el desarrollo de la actividad de instrumentación. Se recordó que se han adelantado las visitas técnicas orientadas al reconocimiento de los posibles sitios de instalación de las estaciones, de acuerdo con lo consignado en el informe técnico que se anexa a la presente acta. A partir de la visita técnica de reconocimiento realizada el 13 de enero de 2026 se identificaron, de manera preliminar, dos (2) puntos viables para la instalación de las estaciones de monitoreo, los cuales fueron corroborados posteriormente en campo por el ingeniero Carlos Andrés Flórez Baena.

Los puntos identificados y corroborados corresponden a:

- Punto 1 (Q. LL01) Parte Alta– Estación limnigráfica. Coordenadas: latitud 5.851389, longitud −75.831667. Predio del señor Rigoberto Loaiza Isaza, vereda Tacamocho. Contacto: 322 242 4161; correos: Loaizaisaza2023@gmail.com / Rigoloaiza2023@gmail.com.
- Punto 2 (Q. LL04) Parte Baja– Estación limnigráfica y estación de calidad de agua (multiparamétrica). Coordenadas: latitud 5.90346916, longitud −75.83450097. Predio del señor Pablo Arango, vereda Mulático, Parcelación Peñalisa – Hacienda La Soledad. Contacto: 314 887 3117; correo: Pabloarango@hotmail.com. La comunicación con este propietario se adelanta preferentemente por correo electrónico.

En el marco de este proceso se han generado los siguientes documentos técnicos y administrativos de soporte: el informe técnico de la visita y selección de puntos de instalación; el documento de articulación reglamentación–PIRAGUA en la cuenca de la quebrada La Llana; el borrador del Acta de Vecindad, Autorización de Predio y Constancia de Instalación; y los informes de avance periódicos del componente, actualmente en su entrega número siete (7).

Asimismo, durante la primera semana del mes de junio de 2026 se desarrolló una jornada de campo en el municipio de Tarso, orientada al reconocimiento de los predios conjuntamente con sus propietarios, como insumo para el proceso de socialización y autorización que se describe en el siguiente numeral.

## 3. Socialización y autorización de predios con los propietarios

Respecto del Punto 1, se informó que se logró la aceptación por parte del propietario, señor Rigoberto Loaiza, con quien se cuenta a la fecha con vía libre para adelantar la instalación de la estación. El siguiente paso consiste en la formalización de dicha autorización mediante la suscripción del Acta de Vecindad

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co
Con el suministro de los datos en este formulario, se entiende la autorización de su parte para que Corantioquia pueda usarlos con fines exclusivamente misionales.



icontec ISO 9001 SA-CER341300 icontec ISO 14001 SA-CER440982 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

correspondiente.

Respecto al Punto 2, se informó que el propietario, señor Pablo Arango, no atendió la jornada de campo realizada durante la primera semana de junio en el territorio, y solicitó que el encuentro se llevara a cabo en la ciudad de Medellín. Posteriormente se estableció comunicación telefónica y se realizó una reunión presencial, en la cual se le explicó el alcance y los objetivos del proyecto. En dicho encuentro, el propietario manifestó reservas frente al proceso y condicionó la autorización para la instalación de la estación de nivel a la entrega de un informe que documente la información de los caudales concesionados y su comportamiento a nivel de la cuenca, donde se pudiera evidenciar que los caudales para sus predios no se verían afectados por redistribución, o variación de cantidades otorgadas en las concesiones aledañas. En consecuencia, a la fecha la autorización de este predio se encuentra pendiente.

En síntesis, se cuenta con la aceptación del propietario del Punto 1 (señor Rigoberto Loaiza) y se encuentra pendiente la autorización del propietario del Punto 2 (señor Pablo Arango).

## 4. Identificación de un sitio alternativo de instalación (predio de la PCH Mulatos)

Ante la autorización pendiente del Punto 2 (Predios del señor Pablo Arango), y de manera preventiva, durante la reunión se realizó un ejercicio de observación e identificación de posibles sitios alternativos para la instalación de las estaciones. Como resultado, se identificó un sitio potencialmente viable en el predio donde actualmente se encuentra emplazada la Pequeña Central Hidroeléctrica (PCH) Mulatos.

En consecuencia, el mismo 23 de junio de 2026, día de la reunión, se logró establecer contacto telefónico con el ingeniero Camilo Restrepo y se remitió una solicitud formal, dirigida a él y al señor Gabriel Jaime Ortega, con el fin de viabilizar una visita a las instalaciones durante la semana comprendida entre el lunes 29 de junio y el jueves 3 de julio de 2026, la cual se encuentra pendiente de respuesta a la fecha.

## 5. Proceso de consulta de mercado, selección de proveedores y necesidad de adición presupuestal

En el marco del proceso de consulta de mercado para la instrumentación de la quebrada La Llana, se recibieron las cotizaciones del Plan A (suministro, instalación, configuración y puesta en operación de los equipos de monitoreo). A continuación, se presenta el cuadro comparativo de las propuestas recibidas, con la opción seleccionada y su justificación técnica. Los valores se expresan con IVA incluido.

| Proponente | Alcance ofertado | Valor (IVA incluido) | Observación / Estado |
|---|---|---|---|
| **Medición y Control S.A.S.** SELECCIONADO | 2 radares LR110 Siemens + sonda multiparamétrica HL7 Hydrolab (OD, turbidez, pH, ORP, conductividad, NH4+, temperatura) + 3 tableros de telemetría con paneles solares + puesta en marcha en ambos puntos. | **$223.958.000** | Único oferente que cubre el alcance completo, con tecnología apropiada al sitio y precio de mercado razonable. |
| **Telemetrik S.A.S.** | 2 estaciones de nivel (radar) + | $137.718.000 | Alcance parcial; no |

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co
Con el suministro de los datos en este formulario, se entiende la autorización de su parte para que Corantioquia pueda usarlos con fines exclusivamente misionales.



icontec ISO 9001 SA-CER341300 icontec ISO 14001 SA-CER440982 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

| Proponente | Alcance ofertado | Valor (IVA incluido) | Observación / Estado |
|---|---|---|---|
| | telemetría. No incluye estación multiparamétrica de calidad de agua. | ($68.859.000 unit. × 2) | comparable en valor global. Requeriría cotización complementaria. |
| **Automatización S.A.** | Estación Badger + SCADA Siemens S7-1200 (WinCC Unified / SCALANCE) + servicio de montaje (24%). | $537.414.000 | Sobredimensionada; exige IP fija pública y hosting no contemplados. 2,4× el valor de Medición y Control. |
| **Automatización y Control Ing. SAS** | — | Sin respuesta | Solicitud reenviada en marzo de 2026. Pendiente reiterar contacto. |

Se presentó a los asistentes el estado del proceso de consulta de mercado adelantado para la adquisición e implementación del sistema de monitoreo. Se aclaró que dicho proceso se estructura en dos (2) procesos de contratación completamente independientes y de objetos diferenciados, que no constituyen alternativas entre sí:

- Suministro de insumos de telemetría y diseño e implementación del sistema de medición (sensores de nivel, sonda multiparamétrica de calidad de agua, paneles de telemetría y sistemas de alimentación solar, así como su configuración y puesta en marcha). Para este proceso, la opción recomendada es la firma Medición y Control S.A.S.
- Diseño y fabricación de las estructuras metálicas (soportes) sobre las cuales se instalarán los instrumentos. Para este proceso, la opción recomendada es la firma MECANOESTRUCTURAS (Juan Carlos Escobar).

Se informó que los procesos de cotización y consulta de mercado habían presentado demoras y tiempos de respuesta prolongados por parte de los proveedores, lo que ha ralentizado el avance del proceso de contratación.

De igual forma, se socializó que los valores cotizados por las opciones recomendadas superan el presupuesto interno inicialmente previsto por la CAR para la CIS. Frente a esta situación, se informó que ya se surtió la respectiva redistribución presupuestal, formalizada mediante el acta con radicado 110-ACT2605-3256, a través de la cual se apropiaron los recursos necesarios para cubrir la instalación en su totalidad. Con esta redistribución queda habilitada la selección formal de ambos proveedores recomendados tanto para el suministro de insumos de telemetría y el diseño e implementación del sistema de medición, como para el diseño y la fabricación de las estructuras metálicas de soporte, garantizando así la disponibilidad presupuestal requerida para la instalación de las estaciones y permitiendo avanzar en la adjudicación de los respectivos procesos de contratación.

## 6. Cronograma y estado general del proceso

Se informó que el proceso de implementación presenta un rezago aproximado de un (1) mes respecto del cronograma inicialmente proyectado, en el cual se contemplaba la instalación de las estaciones hacia el

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co
Con el suministro de los datos en este formulario, se entiende la autorización de su parte para que Corantioquia pueda usarlos con fines exclusivamente misionales.



icontec ISO 9001 SA-CER341300 icontec ISO 14001 SA-CER440982 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

mes de junio y se consideraba este mes como el primer período de mantenimiento. Esta situación debe ser comunicada formalmente a la coordinación y a la supervisión para los ajustes correspondientes.

Se reiteró que el avance de la instalación se encuentra condicionado, por una parte, a la obtención de las autorizaciones de los propietarios de los predios y/o a la viabilización del sitio alternativo identificado y, por otra parte, a la adjudicación de los procesos de contratación, la cual se encontraba sujeta a la gestión de la adición presupuestal.

De esta forma, a manera de complemento compartimos el cronograma asociado al plan de choque bajo el cual es llevada a cabo la actividad.

| Frente de trabajo / Semana | S1 19–25 may | S2 26 may – 1 jun | S3 2–8 jun | S4 9–15 jun | S5 16–22 jun | S6 23–29 jun | S7 30 jun – 6 jul | S8 7–13 jul | S9 14–20 jul | S10 21–27 jul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cierre técnico (cotización y adj.) | | | | Adj. B | Adj. A | | | | | |
| Gestión social (3 visitas a predios) | Formatos | | V1 · 4 jun | | | V2 · 23<br>V3 · 26 | | | | |
| Capacitación divulgación (CAF) | | | | 10–12 jun | | | | | | |
| Visita técnica red automática | | | | | 18 jun | | | | | |
| Fabricación estructuras (Plan B) | | | | | | | | | | |
| Movilización y logística | | | | | | | | | | |
| Instalación soportes en campo | | | | | | | | | | |
| Electrónica, calibración y validación | | | | | | | | | | |
| Cierre subactividad 2.8.4 | | | | | | | | | | 24–25 jul |

## 7. Compromisos

| Compromiso | Responsable | Fecha de logro (aaaa-mm-dd) |
|---|---|---|
| Continuar la gestión para obtener la autorización del propietario del Punto 2 (señor Pablo Arango). | Carlos Andrés Flórez B. / Componente Social | Por definir |
| Coordinar y realizar la visita técnica al predio de la PCH Mulatos con los ingenieros Camilo Restrepo y Gabriel Jaime Ortega. | Carlos Andrés Flórez B. | 2026-07-03 |
| Formalizar la autorización del predio del Punto 1 (señor Rigoberto Loaiza) mediante la suscripción del Acta de Vecindad. | Carlos Andrés Flórez B. | Por definir |

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co
Con el suministro de los datos en este formulario, se entiende la autorización de su parte para que Corantioquia pueda usarlos con fines exclusivamente misionales.



icontec ISO 9001 SA-CER341300 icontec ISO 14001 SA-CER440982 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

| | | |
|---|---|---|
| Adelantar la adjudicación de los procesos de contratación una vez surtida la adición presupuestal. | Coordinación / Administración CIS | 2026-24-06 |
| Reunión de seguimiento | Coordinación / Supervisión/ Carlos Andrés Flórez | Ultima semana de julio. |

Convocatoria: no se programa próxima reunión; las próximas actuaciones se coordinarán según el avance de las autorizaciones y de los procesos de contratación.

Carlos Andres Florez.

**CARLOS ANDRÉS FLÓREZ B.**
Líder Alcance 2.7 y 2.8
Contrato: 110-CNT2510-258

Anexos: Informe técnico de diagnóstico – Instrumentación Quebrada La Llana (Tarso), Acta con radicado 110-ACT2605-3256
Copia: Contrato 110-CNT2510-258

Elaboró: Carlos Andrés Flórez B. Carlos Andres Florez.

Revisó: Sergio Alberto Vásquez Cano
Fecha de elaboración: 2026-06-23

Corantioquia está comprometida con el tratamiento legal, lícito, confidencial y seguro de sus datos personales. Por favor consulte nuestra Política de Tratamiento de datos personales en nuestra página web: www.corantioquia.gov.co
Con el suministro de los datos en este formulario, se entiende la autorización de su parte para que Corantioquia pueda usarlos con fines exclusivamente misionales.



icontec ISO 9001 SA-CER341300 icontec ISO 14001 SA-CER440982 IQNET CERTIFIED MANAGEMENT SYSTEM

# pir@gua®

# Informe de Avance #1



**Contrato:** 110-CNT2510-258

**Objeto:** Desarrollar acciones encaminadas al fortalecimiento de la gestión de la calidad del aire y del agua, así como la implementación de los instrumentos de planificación e instrumentación hidrológica, y continuar con la articulación de las redes de monitoreo y seguimiento a ODC y a usuarios generadores de vertimientos para brindar información oportuna y confiable para la toma de decisiones en la jurisdicción de CORANTIOQUIA.

CORPORACIÓN INTERUNIVERSITARIA DE SERVICIOS

pir@gua

CORANTIOQUIA

**PROGRAMA INTEGRAL RED AGUA — PIRAGUA**

CORANTIOQUIA · Corporación Interuniversitaria de Servicios (CIS)

*Actividad 2.8 — Articulación Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial*

# INFORME TÉCNICO CONSOLIDADO

## Articulación reglamentación–PIRAGUA en la cuenca de la quebrada La Llana

Elaborado por:

**Carlos Andrés Flórez Baena**

*Líder componentes 2.7 y 2.8 — PIRAGUA*

**Medellín, Antioquia · Junio de 2026**

# FICHA TÉCNICA DEL INFORME

| FICHA TÉCNICA DEL INFORME | |
|---|---|
| **Programa** | PIRAGUA — Programa Integral Red Agua |
| **Alcance** | Alcance 2 — Implementación PIRAGUA en la jurisdicción de CORANTIOQUIA |
| **Actividad** | 2.8 — Articulación Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial en el monitoreo automático de Q. La Llana |
| **Subactividades cubiertas** | 2.8.1 Metodología y plan de trabajo · 2.8.2 Diagnóstico y entrega de instrumentos · 2.8.3 Monitoreos de validación · 2.8.4 Instrumentación de Q. La Llana |
| **Marco normativo del proceso** | Estudios Previos – Contrato Interadministrativo · Código F-PGC-56 · Versión 19 |
| **Contratante** | Corporación Interuniversitaria de Servicios — CIS · NIT 811.003.209-8 |
| **Contrato derivado** | 110-CNT2510-258 |
| **Plazo de ejecución del contrato** | Doce (12) meses contados a partir del acta de inicio |
| **Líder componente** | Carlos Andrés Flórez Baena |
| **Municipio de intervención** | Tarso (Antioquia) — Suroeste antioqueño · Dirección Territorial Cartama |
| **Cuenca objeto** | Quebrada La Llana (con monitoreos de validación complementarios en Q. La Seferina) |
| **Estaciones a instalar** | Tres (3) en total: una (1) Estación de Calidad de Agua + dos (2) Estaciones Limnigráficas, distribuidas en dos (2) puntos físicos viables |
| **Mantenimientos previstos** | Tres (3) mantenimientos durante la ejecución contractual |
| **Monitoreos previstos (2.8.3)** | Veinte (20) monitoreos: cuatro (4) anuales habituales + seis (6) nuevos + dos (2) campañas climáticas con sus respectivas muestras |
| **Período cubierto por el informe** | Enero – Mayo de 2026 |
| **Tipo de informe** | Consolidado técnico-cartográfico (monográfico) |
| **Fecha de elaboración** | Junio de 2026 |

# TABLA DE CONTENIDO

# RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe consolida los avances técnicos, administrativos y operativos logrados entre enero y mayo de 2026 en el marco de la Actividad 2.8 del Programa PIRAGUA, orientada a fortalecer la articulación entre la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial de CORANTIOQUIA y el componente de monitoreo automático en la cuenca de la quebrada La Llana, municipio de Tarso (Antioquia). El documento integra la caracterización territorial e hidrográfica del municipio, el desarrollo metodológico aplicado para la priorización de puntos de monitoreo, los resultados de los primeros monitoreos de validación ejecutados en enero de 2026, el proceso completo de consulta de mercado adelantado entre marzo y abril de 2026 para la instrumentación hidrológica y de calidad del agua, así como el diseño técnico de las estaciones automáticas mediante bosquejos tridimensionales elaborados en SketchUp por el líder del componente.

Durante el período cubierto se consolidó el documento metodológico de la subactividad 2.8.1, se ejecutó la primera jornada de monitoreos de validación (4 puntos: QLS01, QLS02, QLL04 y QLL05) con variables fisicoquímicas, microbiológicas y de Sólidos Suspendidos Volátiles, como parte de las veinte (20) jornadas de monitoreo previstas en los estudios previos para la subactividad 2.8.3. Se definieron dos (2) puntos físicos viables para la instalación de las tres (3) estaciones automáticas previstas (una de calidad de agua y dos limnigráficas), y se estructuró la consulta de mercado en dos procesos independientes (Plan A — equipos electrónicos y Plan B — estructuras metálicas). Como resultado del análisis técnico-económico, la oferta de Medición y Control S.A.S. ($223.958.000 IVA incluido) se identifica como la más equilibrada para el Plan A, mientras que MECANOESTRUCTURAS ($17.825.000 sin IVA) ofrece el menor valor para el Plan B.

El informe se constituye en un insumo técnico de cierre del primer ciclo de la intervención, así como en una hoja de ruta para la fase de instalación, mantenimiento (tres mantenimientos previstos durante la ejecución contractual) y operación de las estaciones automáticas para el segundo semestre de 2026 y el cierre del contrato 110-CNT2510-258, cuyo plazo de ejecución es de doce (12) meses contados a partir del acta de inicio.

# 1. INTRODUCCIÓN Y MARCO GENERAL

## 1.1 Antecedentes del Programa PIRAGUA y de la Actividad 2.8

El Programa Integral Red Agua — PIRAGUA es la estrategia de CORANTIOQUIA para el fortalecimiento de la gestión del recurso hídrico en su jurisdicción, mediante la articulación de redes de monitoreo, instrumentación hidrológica, generación de información oportuna para la toma de decisiones y la consolidación de procesos de gobernanza territorial del agua. En su versión 2025–2026, el Programa se estructura en tres alcances complementarios, dentro de los cuales el Alcance 2 desarrolla específicamente la implementación de PIRAGUA en la jurisdicción corporativa y la integración de las redes de monitoreo.

La Actividad 2.8 del Alcance 2 se orienta a fortalecer la articulación entre la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial y el componente de monitoreo automático del Programa PIRAGUA en la cuenca de la quebrada La Llana, municipio de Tarso. Esta actividad se desarrolla a través de cuatro subactividades operativas: (i) formulación de metodología y plan de trabajo, (ii) diagnóstico y entrega de instrumentos, (iii) monitoreos de validación a estación de calidad de agua, e (iv) instrumentación priorizada de nuevos puntos en la quebrada La Llana, incluyendo instalación y mantenimientos periódicos durante la ejecución contractual.

## 1.2 Lógica de articulación reglamentación–PIRAGUA

De acuerdo con los Estudios Previos del contrato (Código F-PGC-56, versión 19), la Actividad 2.8 “permite fortalecer la implementación de instrumentos de planificación y regulación ambiental, mediante la generación de información técnica basada en el monitoreo hidrológico e hidroquímico, en concordancia con los objetivos estratégicos de la Corporación”. La intervención en La Llana se concibe entonces como una articulación entre los procesos de reglamentación de la corriente liderados por la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial y las capacidades de monitoreo, instrumentación y gestión del conocimiento aportadas por el Programa PIRAGUA. Esta integración busca garantizar que la información hidrológica e hidroquímica generada en la cuenca alimente directamente los instrumentos de planificación y administración del recurso hídrico, fortaleciendo la base técnica disponible para las decisiones de la autoridad ambiental.

La instrumentación de corrientes facilita el conocimiento detallado de las variables hidrológicas y del comportamiento del territorio mediante un monitoreo continuo que proporciona datos validados y oportunos. Esta información resulta fundamental para la gestión del riesgo, la implementación de acciones preventivas y correctivas, el acercamiento con los usuarios del recurso hídrico y el fortalecimiento de la gobernanza del agua, promoviendo una gestión integral, participativa y sostenible del recurso, en concordancia con los objetivos estratégicos de CORANTIOQUIA y con el Plan de Acción 2024–2027 en el eje transformación “Ordenamiento del territorio alrededor del agua”.

## 1.3 Objetivos

### Objetivo general

Consolidar el proceso de articulación reglamentación PIRAGUA en la cuenca de la quebrada La Llana, municipio de Tarso, mediante la caracterización territorial e hidrográfica de la cuenca, la priorización técnica de puntos de monitoreo,

la estructuración del sistema de instrumentación automática y la ejecución de monitoreos de validación que sustenten la futura operación de la red en el territorio.

### Objetivos específicos

- Caracterizar el contexto territorial, hidrográfico, normativo y socioeconómico del municipio de Tarso y, en particular, de la cuenca de la quebrada La Llana, como insumo base para la planificación de la intervención.
- Aplicar una metodología de análisis multicriterio espacial (MCE) para la priorización de puntos de monitoreo bajo determinantes hidrológicos, sociales, organizativos y de gestión del riesgo.
- Ejecutar monitoreos de validación en las estaciones QLS01, QLS02, QLL04 y QLL05 con análisis fisicoquímicos, microbiológicos y de Sólidos Suspendidos Volátiles, garantizando trazabilidad, comparabilidad y aseguramiento de calidad.
- Adelantar un proceso de consulta de mercado en dos líneas independientes equipos automáticos de monitoreo (Plan A) y estructuras metálicas de soporte (Plan B) que permita seleccionar la alternativa técnica y económicamente más equilibrada.
- Diseñar técnicamente la disposición de las estaciones automáticas en cada punto definido mediante bosquejos tridimensionales en SketchUp, asegurando viabilidad estructural, hidráulica y operativa.
- Establecer el cronograma de ejecución para la fase de instalación, mantenimientos y operación durante el segundo semestre de 2026.

## 1.4 Alcance del documento

Este informe consolida el avance acumulado de la Actividad 2.8 al cierre del mes de mayo de 2026, integrando los productos de las cuatro subactividades en un único documento monográfico centrado exclusivamente en la intervención en Tarso–La Llana. No reemplaza los informes mensuales de avance del contrato, sino que los complementa y los traduce a un documento de cierre técnico, apropiable por la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial como insumo para la reglamentación de la corriente. El documento incorpora cartografía descriptiva (marcada como placeholders editables), tablas de caracterización morfométrica y de resultados, comparativos de cotizaciones, bosquejos tridimensionales del montaje de las estaciones y la proyección de actividades para el segundo semestre del año.

# 2. MARCO TERRITORIAL — MUNICIPIO DE TARSO

## 2.1 Localización geográfica

El municipio de Tarso se localiza en el suroeste antioqueño, en la subregión administrada por la Dirección Territorial Cartama de CORANTIOQUIA. Su territorio drena hacia la cuenca hidrográfica del río Cauca a través de sus principales afluentes en la subregión notablemente el río Mulatos y el río San Juan, en cuyas jurisdicciones hidrográficas se inscribe el municipio según los Estudios Previos del Programa PIRAGUA (Código F-PGC-56, versión 19). La cuenca específica de la quebrada La Llana, objeto del presente informe, se inserta en este sistema mayor de tributarios del río Cauca. La cabecera municipal se ubica aproximadamente a 110 km de la ciudad de Medellín por vía terrestre.

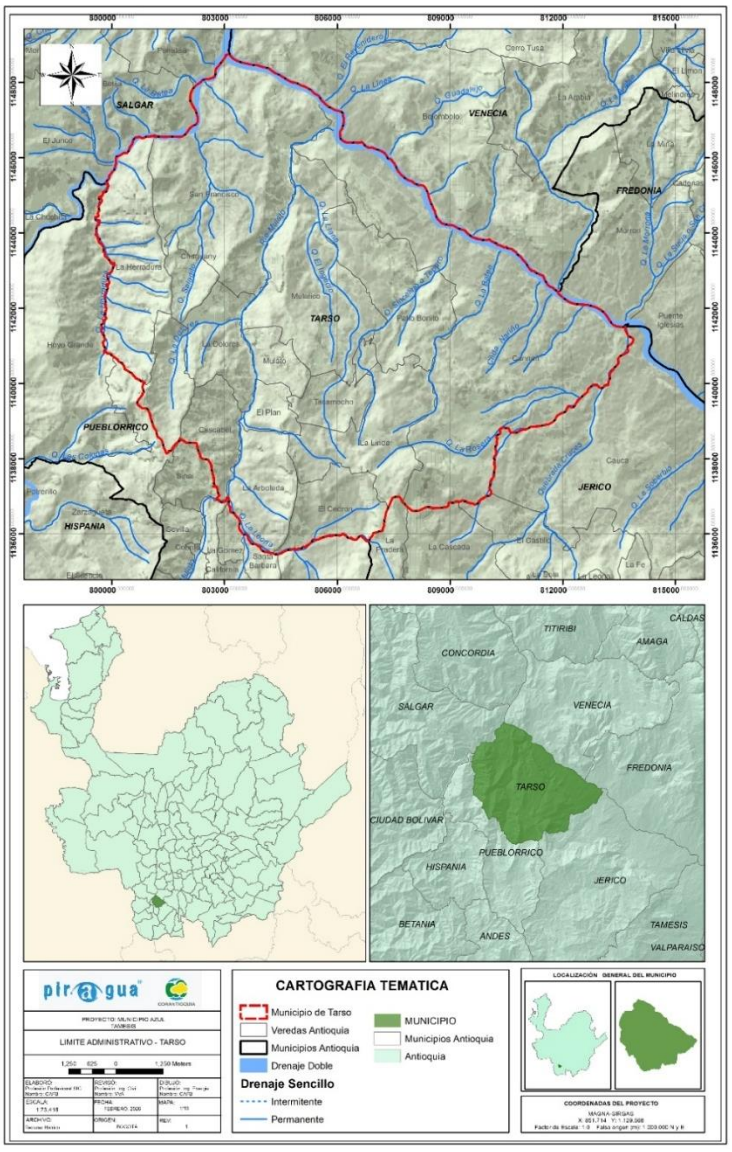



*Figura 1. Localización regional del municipio de Tarso, Antioquia.*

## 2.2 Límites político-administrativos y división territorial

El municipio limita al norte con los municipios de Pueblorrico y Jericó, al oriente con Jericó y Fredonia, al sur con Pueblorrico y Salgar, y al occidente con Salgar. Su territorio se organiza administrativamente en una cabecera municipal y un conjunto de veredas distribuidas en las zonas alta, media y baja del municipio, asociadas a las cuencas hidrográficas que estructuran el territorio.

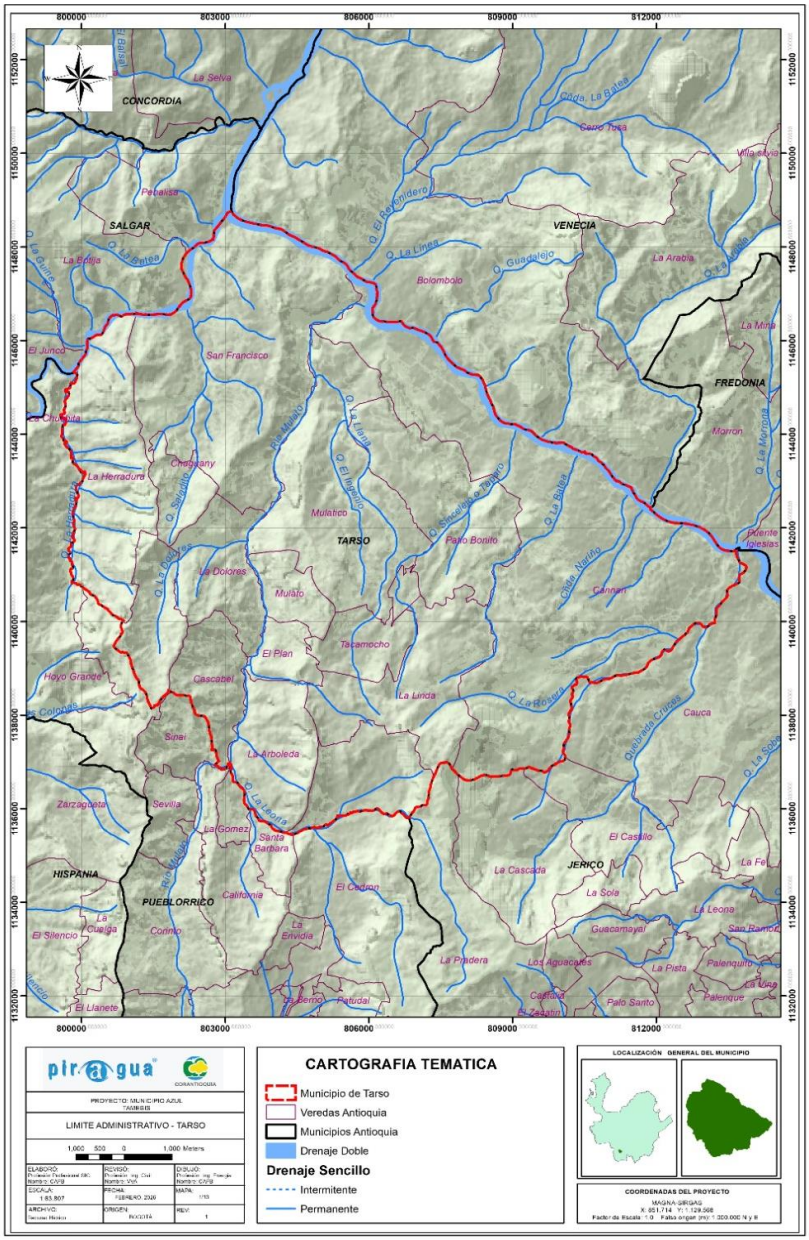



*Figura 2. División veredal del municipio de Tarso.*

## 2.3 Contexto biofísico

El relieve de Tarso es predominantemente montañoso, con un gradiente altitudinal significativo que se traduce en una diversidad de pisos térmicos y zonas de vida. La cabecera municipal se ubica en zona de clima medio, mientras que las veredas se distribuyen entre las zonas baja (asociada a los valles de los principales afluentes del río Cauca) y alta (con presencia de bosques de niebla y zonas de recarga hídrica). El régimen de precipitación es bimodal, característico de la región andina, con dos picos lluviosos (abril–mayo y septiembre–noviembre) y dos periodos relativamente secos (diciembre–febrero y junio–agosto), lo que condiciona la planificación de las campañas de monitoreo en periodos climáticos contrastantes.

## 2.4 Contexto socioeconómico

La economía municipal se sustenta principalmente en actividades agropecuarias, con especial relevancia del cultivo de café, complementado por aguacate, cacao y ganadería en menor escala. Estas actividades productivas constituyen, simultáneamente, una fuente importante de presiones sobre el recurso hídrico, particularmente por aportes difusos de nutrientes, agroquímicos y sedimentos asociados al manejo del suelo en las laderas. El abastecimiento de agua para consumo humano se distribuye entre el acueducto municipal y un conjunto de acueductos veredales y multiveredales que captan en fuentes superficiales de la red hídrica local.

## 2.5 Instrumentos de planificación territorial vigentes

La intervención en el municipio se enmarca en los siguientes instrumentos de planificación y gestión territorial:

- Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) del municipio de Tarso, que define usos del suelo, áreas de protección y zonas de retiro a corrientes hídricas.
- Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD), que identifica escenarios de amenaza por crecientes aluviotorrenciales, inundaciones y movimientos en masa asociados a las principales corrientes.
- Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del río San Juan, en el cual se inserta la cuenca de la quebrada La Llana como tributaria.
- Determinantes ambientales emitidos por CORANTIOQUIA en su jurisdicción.
- Resolución 040-RES1806-3326 del 15 de junio de 2018, mediante la cual se adoptan los objetivos de calidad para la subzona hidrográfica del río San Juan.

# 3. CARACTERIZACIÓN HIDROGRÁFICA

## 3.1 Sistema hídrico municipal

El municipio de Tarso se inserta en la macrocuenca del río Cauca, drenando sus aguas hacia este último a través de los sistemas del río Mulatos y del río San Juan, ambos identificados en los Estudios Previos del Programa PIRAGUA como cuerpos de agua con presencia jurisdiccional en el municipio. La estructura hidrográfica de Tarso se organiza en torno a un conjunto de microcuencas tributarias que cumplen funciones diferenciadas: abastecimiento de acueductos veredales y multiveredales, regulación de caudales, soporte de ecosistemas estratégicos y dinámicas asociadas a la gestión del riesgo. Dentro de este sistema, la quebrada La Llana ocupa un lugar de relevancia particular, tanto por su papel ambiental como por las decisiones de planificación que sobre ella adelanta la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial de CORANTIOQUIA en el marco del proceso de reglamentación de la corriente.

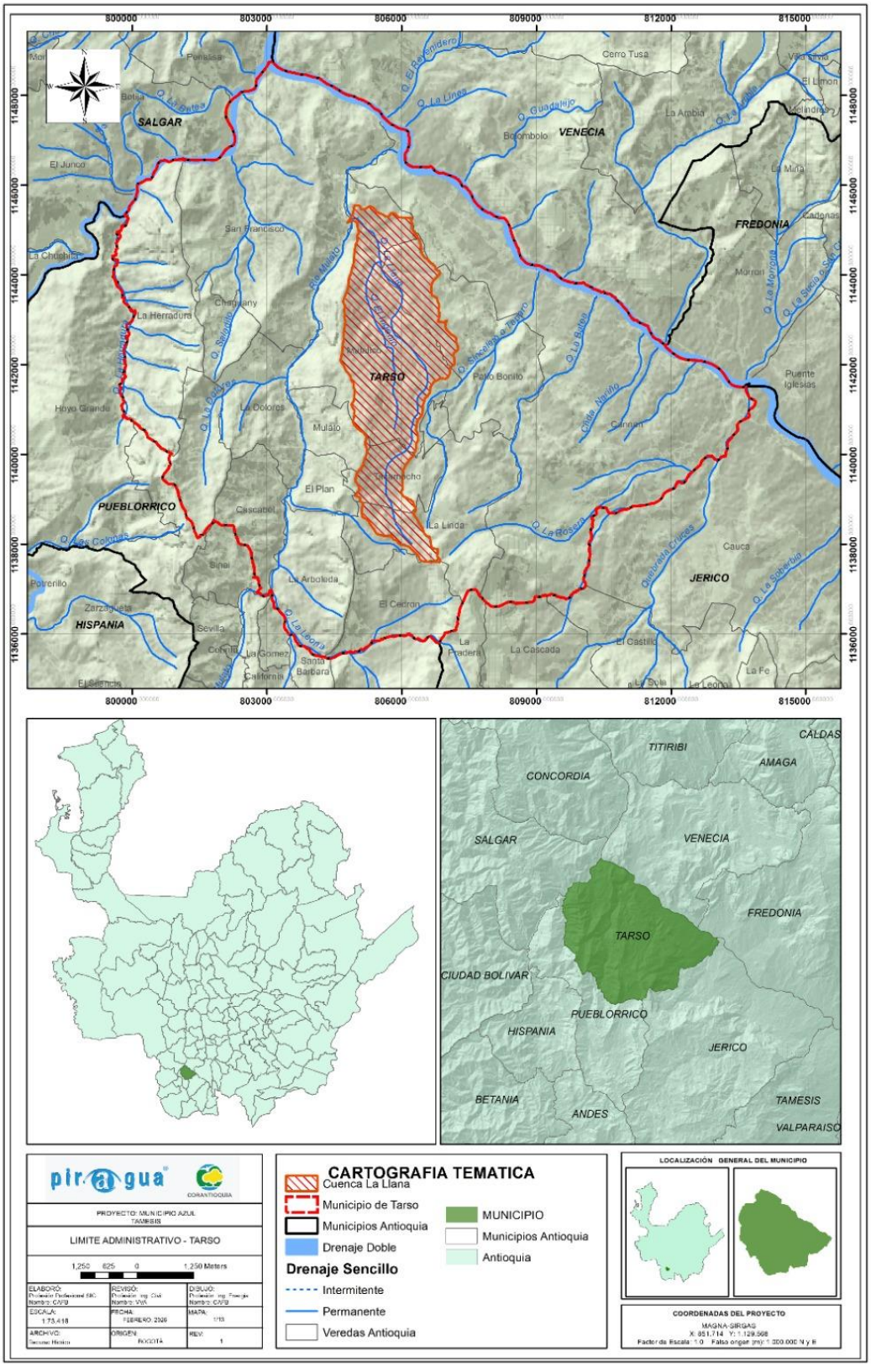

SALGAR
VENECIA
FREDONIA
TARSO
PUEBLORRICO
HISPANIA
JERICO
CONCORDIA
TITIRIBI
AMAGA
CALDAS
CIUDAD BOLIVAR
BETANIA
ANDES
TAMESIS
VALPARAISO
CARTOGRAFIA TEMATICA
Cuenca La Llana
Municipio de Tarso
Municipios Antioquia
Drenaje Doble
Drenaje Sencillo
Intermitente
Permanente
Veredas Antioquia
MUNICIPIO
Municipios Antioquia
Antioquia
LIMITE ADMINISTRATIVO - TARSO
PROYECTO: MUNICIPIO AZUL TAMESIS
LOCALIZACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO
COORDENADAS DEL PROYECTO

*Figura 3. Red hídrica del municipio de Tarso.*

## 3.2 Cuenca de la quebrada La Llana

### 3.2.1 Delimitación y morfometría

La cuenca de la quebrada La Llana constituye el objeto principal de la intervención. Sus parámetros morfométricos se sintetizan en la Tabla 1, los cuales deberán ser validados y precisados a partir del procesamiento cartográfico definitivo con base en información SIG oficial (DEM IDEAM, Alos Palsar, cartografía base IGAC y coberturas Corine Land Cover).

*Tabla 1. Parámetros morfométricos de la cuenca de la quebrada La Llana.*

| Parámetro morfométrico | Unidad | Valor / categoría (a verificar con SIG) |
|---|---|---|
| **Área de la cuenca** | km² | [ A completar con SIG ] |
| **Perímetro** | km | [ A completar con SIG ] |
| **Longitud del cauce principal** | km | [ A completar con SIG ] |
| **Cota máxima de la cuenca** | m s.n.m. | [ A completar con SIG ] |
| **Cota mínima (desembocadura)** | m s.n.m. | [ A completar con SIG ] |
| **Pendiente media del cauce** | % | [ A completar con SIG ] |
| **Pendiente media de la cuenca** | % | [ A completar con SIG ] |
| **Densidad de drenaje** | km/km² | [ A completar con SIG ] |
| **Factor de forma (Horton)** | — | [ A completar con SIG ] |
| **Coeficiente de compacidad (Kc)** | — | [ A completar con SIG ] |
| **Orden de Strahler** | — | [ A completar con SIG ] |
| **Tiempo de concentración estimado** | min | [ A completar con SIG ] |

*Fuente: Por completar con procesamiento SIG.*

### 3.2.2 Red de drenaje y patrón hidrográfico

La red de drenaje de la cuenca presenta un patrón dendrítico característico de las zonas montañosas de la cordillera occidental, con tributarios de menor orden que se incorporan progresivamente al cauce principal. El orden de Strahler resultante orienta la representatividad de los puntos de monitoreo definidos: los puntos QLL04 y QLL05 se ubican en posiciones de la cuenca que aseguran la captura de información tanto del comportamiento de la parte media-baja como de las dinámicas integradas en la salida de la cuenca.

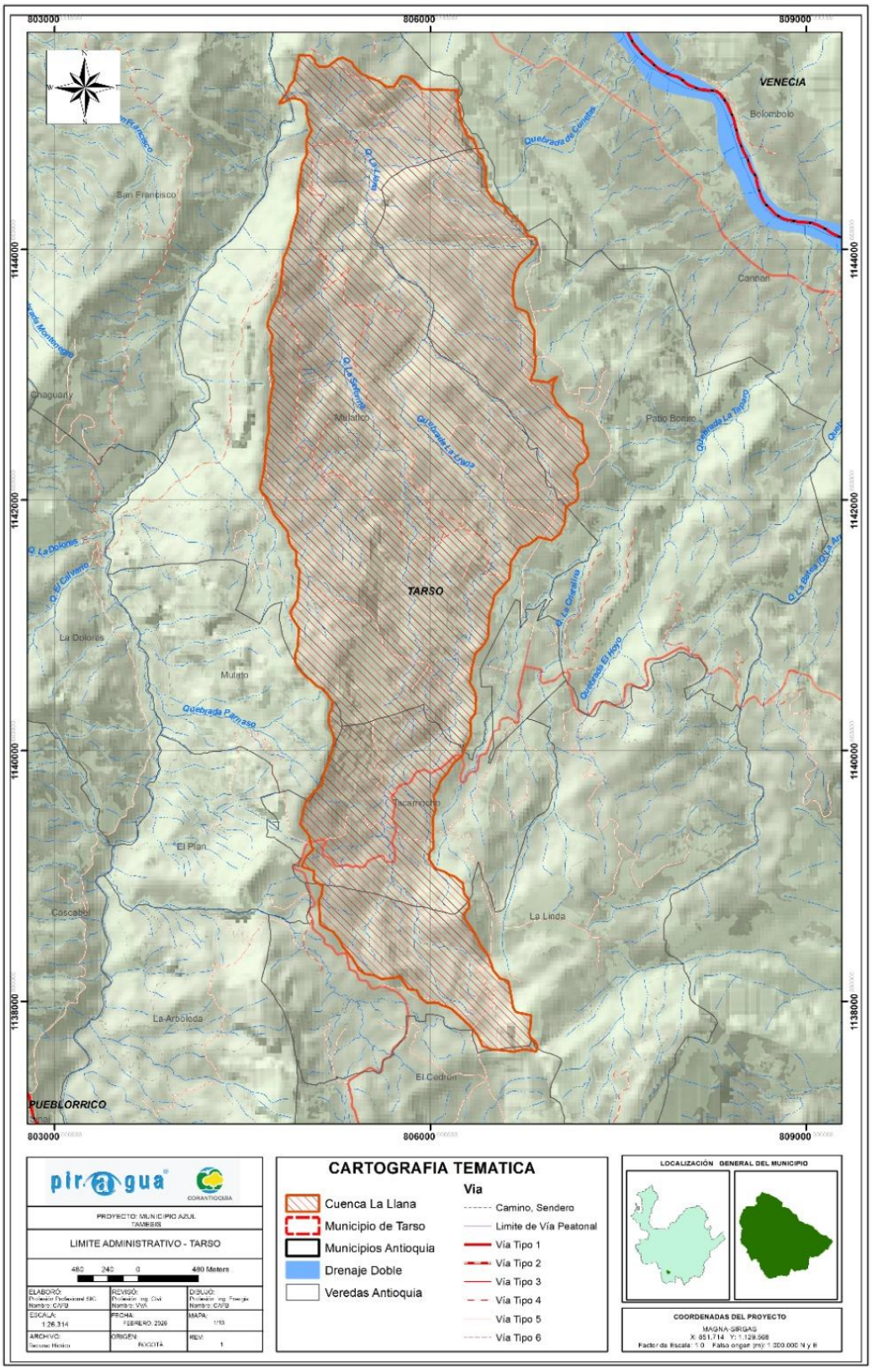

803000
806000
809000
1144000
1142000
1140000
1138000
VENECIA
Bolombolo
San Francisco
Canalon
Chaguarly
Mulatico
Patio Bonito
TARSO
La Dolores
Mulato
Tacamocho
El Plan
Cascabel
La Linda
La Arboleda
El Cedrón
PUEBLORRICO
Q. La Dolores
Q. El Calvario
Quebrada Palmaso
Quebrada El Hoyo
Quebrada La Tesorito
Q. La Sabanita
Q. El Hoyo
Quebrada de Cimarrona
Vereda Montenegro
CARTOGRAFIA TEMATICA
Cuenca La Llana
Municipio de Tarso
Municipios Antioquia
Drenaje Doble
Veredas Antioquia
Via
Camino, Sendero
Limite de Vía Peatonal
Vía Tipo 1
Vía Tipo 2
Vía Tipo 3
Vía Tipo 4
Vía Tipo 5
Vía Tipo 6
LOCALIZACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO
COORDENADAS DEL PROYECTO
MAGNA-SIRGAS
PROYECTO: MUNICIPIO AZUL TARSIS
LIMITE ADMINISTRATIVO - TARSO
480 240 0 480 Meters
ELABORÓ:
REVISÓ:
DIBUJÓ:
ESCALA: 1:26.314
FECHA: FEBRERO 2026
MAPA:
ARCHIVO:
ORIGEN: BOGOTÁ
REV.: 1

*Figura 4. Delimitación de la cuenca de la Q. La Llana y puntos de monitoreo.*

### 3.2.3 Coberturas y usos del suelo

La cuenca presenta un mosaico de coberturas que combinan zonas con remanentes de bosque natural, áreas de cultivos permanentes (especialmente café), pastos limpios y enmalezados para uso pecuario, y pequeñas zonas de asentamiento rural disperso. La distribución de coberturas y su transición entre la parte alta, media y baja de la cuenca constituye un determinante fundamental del comportamiento hidrológico e hidroquímico de la corriente, dado que condiciona los aportes difusos de sedimentos, nutrientes y agroquímicos hacia el cauce.

### 3.2.4 Presiones identificadas

A partir de la información secundaria revisada y de la visita técnica realizada en enero de 2026, se han identificado en la cuenca las siguientes presiones principales sobre la calidad y la dinámica hídrica:

- Aportes difusos asociados a actividades agropecuarias en las laderas (sedimentos, nutrientes, residuos de agroquímicos).
- Vertimientos puntuales de origen doméstico desde asentamientos rurales y pequeños núcleos veredales.
- Procesos de pérdida de cobertura en zonas de protección y áreas de retiro a la corriente, con afectación a la regulación natural del caudal.
- Presencia de captaciones para abastecimiento (acueductos veredales) y para uso productivo, no siempre formalmente concesionadas.

## 3.3 Cuenca complementaria — Quebrada La Seferina

Como soporte al ejercicio de validación de la red, se incorporaron también dos puntos de monitoreo en la cuenca de la quebrada La Seferina, identificados como QLS01 y QLS02. Esta cuenca, ubicada en jurisdicción del mismo municipio, ofrece un escenario hidrográfico complementario para evaluar consistencia de resultados, comportamiento de la red de monitoreo en cuencas pareadas y comparabilidad de parámetros entre fuentes con presiones diferenciadas. Su caracterización detallada se aborda en términos de contexto en el presente informe, con énfasis principal sobre la quebrada La Llana.

## 3.4 Síntesis: relevancia estratégica de La Llana para Tarso

La selección de la quebrada La Llana como cuenca objeto de instrumentación responde a tres consideraciones convergentes. En primer lugar, su valor estratégico desde la perspectiva de la planificación territorial, al ser objeto de procesos de reglamentación adelantados por la Subdirección de Sostenibilidad. En segundo lugar, su pertinencia hidrológica, dada su contribución al sistema hídrico municipal y a las dinámicas asociadas al ordenamiento del recurso. Y en tercer lugar, su viabilidad operativa, derivada de las condiciones técnicas verificadas en campo durante la visita de enero de 2026 (accesibilidad, seguridad, cobertura de red celular, radiación solar disponible, condiciones hidráulicas adecuadas y autorización predial).

# 4. MARCO REGULATORIO Y NORMATIVO APLICABLE

## 4.1 Reglamentación de la corriente La Llana

La intervención sobre la cuenca de la quebrada La Llana se enmarca en el proceso de reglamentación de la corriente, liderado por la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial de CORANTIOQUIA. Este proceso busca ordenar el uso del recurso hídrico mediante la asignación de caudales concesionables, la consolidación de un inventario de usuarios y la definición de medidas administrativas que orienten el manejo sostenible de la corriente. La información generada por el sistema de monitoreo automático que se proyecta instalar en el marco de la Actividad 2.8 constituye un insumo técnico de primer orden para sustentar las decisiones asociadas a esta reglamentación.

## 4.2 Articulación con instrumentos corporativos y nacionales

El marco normativo aplicable al desarrollo de la Actividad 2.8 incluye, sin limitarse a:

- Resolución 040-RES1806-3326 del 15 de junio de 2018 (CORANTIOQUIA), por la cual se adoptan los objetivos de calidad para la subzona hidrográfica del río San Juan.
- Resolución 040-RES2307-3539 de 2023 (CORANTIOQUIA), que actualiza criterios de cumplimiento de objetivos de calidad.
- Resolución 0631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sobre parámetros y valores límite máximos permisibles en vertimientos puntuales.
- Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 y normativa concordante sobre concesiones de agua, vertimientos y reglamentación de corrientes.
- Lineamientos del IDEAM en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua, en lo relacionado con instrumentación hidrológica y aseguramiento de calidad.
- Norma Técnica Colombiana NTC ISO/IEC 17025 vigente, aplicable a los laboratorios de análisis fisicoquímico y microbiológico.

## 4.3 Determinantes ambientales

Los determinantes ambientales aplicables a la cuenca incluyen aquellos asociados al ordenamiento territorial municipal áreas de protección de fuentes hídricas, retiros obligatorios a corrientes, ecosistemas estratégicos y zonas de amenaza por movimientos en masa y crecientes torrenciales así como los relacionados con la jerarquía superior dada por el POMCA del río San Juan. La consideración integral de estos determinantes garantiza que la instrumentación instalada y los datos producidos contribuyan efectivamente a la implementación de los instrumentos de planificación, sin entrar en conflicto con sus disposiciones.

# 5. METODOLOGÍA APLICADA

## 5.1 Enfoque metodológico general

La intervención se desarrolla bajo un enfoque integral que articula tres dimensiones complementarias: la dimensión técnica (instrumentación hidrológica e hidroquímica), la dimensión territorial (caracterización de la cuenca y articulación con instrumentos de planificación), y la dimensión institucional (coordinación intercomponente al interior del Programa PIRAGUA y articulación externa con la Subdirección de Sostenibilidad). Este enfoque asegura coherencia entre los productos generados y los procesos administrativos y de planificación que se adelantan en el territorio.

## 5.2 Metodología GIS de priorización (análisis multicriterio espacial)

Para la priorización preliminar de puntos de monitoreo y zonas de interés se adopta una metodología de Análisis Multicriterio Espacial (MCE) ponderado, basada en la superposición de capas cartográficas vectoriales y/o raster. Cada variable se clasifica y pondera según su relevancia, construyendo un índice preliminar de prioridad territorial que integra tres componentes principales:

- Componente ambiental: sensibilidad ecológica e importancia estratégica del recurso hídrico (presencia de ecosistemas estratégicos, zonas de recarga, concesiones de agua otorgadas).
- Componente social: potencial de apropiación comunitaria y viabilidad para acompañamiento territorial (cercanía a instituciones educativas, veredas, red vial, organizaciones comunitarias).
- Componente de gestión del riesgo: integración de información del PMGRD, POMCA y demás fuentes relacionadas con amenazas hidrológicas, geotécnicas y antrópicas en caso de que existan.

El procedimiento técnico se ejecuta en GIS mediante los pasos de estandarización cartográfica y delimitación de la cuenca, generación de buffers estratégicos (200–300 m según variable), reclasificación y asignación de puntajes, y cálculo del índice de prioridad a través de la fórmula ponderada:

$$PRIORIDAD_TOTAL = (Ambiental \times 0{,}40) + (Social \times 0{,}35) + (Riesgo \times 0{,}25)$$

Los resultados se clasifican en categorías de prioridad (Baja, Media, Alta y Muy Alta), permitiendo generar mapas temáticos y un ranking preliminar de puntos candidatos. La metodología es replicable mediante Model Builder en ArcGIS Pro o mediante scripts en Python (geopandas/rasterio).

## 5.3 Determinantes hidrológicos y operativos para la selección de sitios

Complementariamente al MCE, se aplica una matriz de determinantes que evalúa cada sitio candidato desde una perspectiva técnica, organizativa y de representatividad territorial. La Tabla 2 sintetiza los determinantes hidrológicos y operativos aplicados.

*Tabla 2. Determinantes técnicos y organizativos para la priorización de sitios.*

| Código | Determinante | Justificación técnica | Tipo |
|---|---|---|---|
| **IM-H1** | Ubicación en microcuenca prioritaria | Permite monitorear fuentes abastecedoras o con presión ambiental/antrópica. | Cualitativa |
| **IM-H2** | Posición en el perfil altitudinal | Garantiza cobertura en zona alta, media y baja de la cuenca. | Cuantitativa |
| **IM-H3** | Cercanía a captaciones | Permite evaluar calidad y cantidad del recurso usado para consumo humano. | Cuantitativa |
| **IM-H4** | Influencia de vertimientos asociados a actividad agropecuaria | Evalúa el impacto aguas abajo de las presiones. | Cuantitativa |
| **IM-H5** | Historial de eventos extremos | Permite seguimiento a zonas con crecientes o inundaciones recurrentes. | Cualitativa |
| **IM-H6** | Presencia de procesos de minería ilegal | Posible presencia de metales pesados o compuestos tóxicos en el agua. | Cualitativa |
| **IM-O5** | Responsable local asignado | Garantiza acompañamiento territorial y conocimiento del contexto operativo. | Cualitativa |

*Fuente: Metodología propia del componente 2.7-2.8.*

## 5.4 Protocolos de monitoreo aplicados

Las jornadas de monitoreo en campo siguen los lineamientos del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua del IDEAM, e incluyen como mínimo:

- Aplicación de protocolos de muestreo y medición in situ (caudal, conductividad, pH, oxígeno disuelto, saturación, temperatura ambiente y del agua).
- Diligenciamiento de cadena de custodia, rotulado, preservación y transporte de muestras.
- Recepción y validación de resultados de laboratorio (consistencia, unidades, límites, observaciones).
- Consolidación de base de datos y soporte fotográfico por punto y jornada.
- Cargue oportuno de resultados en el SGI-Piragua y trazabilidad documental completa.

## 5.5 Aseguramiento y control de calidad (QA/QC)

El esquema de aseguramiento de calidad cubre todas las etapas del proceso, desde el alistamiento de campañas (definición de matriz de parámetros, requisitos de preservación, formatos de campo y checklist), pasando por la ejecución en campo (medición in situ según matriz, registro fotográfico, control de tiempos de preservación), hasta la fase de laboratorio (procesamiento bajo SGI del laboratorio y NTC ISO/IEC 17025 vigente) y la consolidación documental (revisión técnica por el Líder del Componente de Monitoreo, trazabilidad punto–custodia–laboratorio–base final–cargue SGI-Piragua).

# 6. RESULTADOS Y AVANCES POR SUBACTIVIDAD

## 6.0 Productos verificables exigidos por los Estudios Previos

La Actividad 2.8 cuenta con cuatro subactividades, cada una con un alcance y un conjunto de productos verificables explícitamente definidos en los Estudios Previos del contrato (Código F-PGC-56, versión 19). La Tabla 3 sintetiza esos alcances, los entregables mínimos exigidos por el pliego y el estado actual de avance, como marco de referencia para la lectura del resto de este capítulo.

*Tabla 3. Alcance, entregables mínimos y estado de avance por subactividad.*

| Subactividad | Alcance según Estudios Previos | Entregable mínimo exigido | Estado actual |
|---|---|---|---|
| **2.8.1** | Documento que estructure el conjunto de métodos y técnicas para aplicar el proceso o sistematizar los procedimientos para alcanzar los objetivos. | Un (1) informe con la metodología de trabajo. | **Entregado · consolidado** |
| **2.8.2** | Salida de campo para revisión de sitios e instalación; acercamiento a comunidades aledañas. Documento con posicionamiento de instrumentos, riesgos asociados e información que generará. Revisión y entrega de elementos instalados. | Un (1) informe de avance con registro fotográfico y listado de asistencia. | **Diagnóstico ejecutado · instalación pendiente** |
| **2.8.3** | Veinte (20) monitoreos en total: 4 anuales habituales en fuentes abastecedoras + 6 nuevos monitoreos para articulación y crecimiento de la red + 2 campañas climáticas complementarias. Intervención social asociada (microproyecto comunal, concurso para aplicación). | Cuatro (4) informes con registro fotográfico, cadenas de custodia y reportes de laboratorio. | **Jornada 1 ejecutada (4 puntos) ·** |
| **2.8.4** | Priorización de tres (3) nuevos puntos para instalación de estaciones que monitorearán un cuerpo de agua relevante en los planes de ordenamiento. Estaciones a instalar: una (1) Estación de Calidad de Agua y dos (2) Estaciones Limnigráficas. Tres (3) mantenimientos durante la ejecución del proyecto. | Tres (3) informes de avance con formato de instalación, documentos consolidados de salida de campo y hoja de vida del equipo. | **Consulta de mercado concluida · adjudicación e instalación pendientes** |

*Fuente: Estudios Previos PIRAGUA 2025–2026 (F-PGC-56 v.19) y elaboración propia.*

## 6.1 Subactividad 2.8.1 — Metodología y plan de trabajo

**Estado: Consolidado.**

Durante el período enero – mayo de 2026 se consolidó el documento metodológico que orienta la intervención integral en la cuenca de la quebrada La Llana, garantizando coherencia entre el componente de instrumentación, los monitoreos de validación y la articulación con la Subdirección de Sostenibilidad. El enfoque metodológico mantiene la lógica de articulación reglamentación–PIRAGUA, permitiendo que la información generada por la instrumentación y los monitoreos complemente directamente los procesos de reglamentación de la cuenca.

Se ajustaron los criterios técnicos para la futura instalación de estaciones limnigráficas, definiendo lineamientos mínimos en cuanto a tecnología de medición sin contacto (radar), transmisión remota vía red celular, alimentación autónoma mediante panel solar y requisitos de protección estructural. Asimismo, se consolidó la delimitación de roles y responsabilidades entre el equipo PIRAGUA, particularmente con el componente de Red Automática y el componente de Calidad del Agua, asegurando trazabilidad técnica y documental para las siguientes fases.

**Productos verificables generados:** documento metodológico (informe único exigido por el pliego), matriz de seguimiento por subactividad, cronograma detallado, esquema de gestión documental y cargue en SGI-PIRAGUA.

## 6.2 Subactividad 2.8.2 — Diagnóstico y entrega de instrumentos

**Estado: Diagnóstico concluido; instalación y entrega pendiente de adjudicación.**

### 6.2.1 Visita técnica de enero de 2026

El día 13 de enero de 2026 se realizó la salida de campo a la quebrada La Llana, en concordancia con lo establecido en el pliego (“salida de campo, para la revisión de sitios para hacer la instalación y acercamiento a las comunidades aledañas”). La actividad se orientó a (i) revisar y validar sitios potenciales de instalación; (ii) identificar condiciones de acceso, seguridad, estabilidad del terreno y riesgos asociados (hidrológicos, geotécnicos, antrópicos y operativos); y (iii) desarrollar un primer acercamiento con las comunidades aledañas frente a las actividades a ejecutar.

### 6.2.2 Definición de puntos de instrumentación

Como resultado de la visita se definieron dos (2) puntos físicos viables para la instalación de las tres (3) estaciones automáticas previstas en los Estudios Previos, una (1) Estación de Calidad de Agua y dos (2) Estaciones Limnigráficas. La configuración acordada distribuye las estaciones de la siguiente forma: una estación limnigráfica independiente en el Punto 1, y la integración en el Punto 2 de la segunda estación limnigráfica junto con la estación multiparamétrica de calidad de agua, aprovechando un mismo sitio de monitoreo común. La síntesis de los puntos definidos se presenta en la Tabla 4.

*Tabla 4. Síntesis de puntos definidos en la cuenca.*

| Punto | Cuenca | Tipo de monitoreo |
|---|---|---|
| **QLL04** | Q. La Llana | Validación calidad |
| **QLL05** | Q. La Llana | Validación calidad |

| Punto | Cuenca | Tipo de monitoreo |
|---|---|---|
| **QLS01** | Q. La Seferina | Validación calidad |
| **QLS02** | Q. La Seferina | Validación calidad |
| **Punto 1** | Q. La Llana | Estación limnigráfica (nivel) |
| **Punto 2** | Q. La Llana | Estación limnigráfica + Estación de calidad de agua (integradas) |

*Fuente: Visita técnica de enero de 2026 y monitoreos de validación enero 2026.*

Los criterios técnicos que sustentaron la definición de los dos puntos para instrumentación fueron: seguridad y orden público, accesibilidad vehicular y peatonal, disponibilidad de radiación solar para alimentación autónoma, cobertura de red celular para transmisión remota, condiciones hidráulicas adecuadas (estabilidad del cauce, ausencia de sedimentación crítica, lámina de agua dentro del rango operativo del sensor radar) y autorización predial por parte de los propietarios. El posicionamiento detallado de los instrumentos, los riesgos asociados y la información que generará cada estación se consignan en el documento técnico específico exigido por el pliego.

## 6.3 Subactividad 2.8.3 — Monitoreos de validación a estación de calidad de agua

**Estado:** **Jornada 1 ejecutada (4 puntos); pendientes 16 monitoreos hasta completar los 20 totales.**

### 6.3.1 Alcance global de la subactividad

De acuerdo con los Estudios Previos, la subactividad 2.8.3 contempla un total de veinte (20) monitoreos en el municipio, distribuidos así: cuatro (4) monitoreos anuales habituales a fuentes abastecedoras (priorizando casco urbano y veredas); seis (6) nuevos monitoreos para abordar la articulación y el crecimiento de la red municipal; y dos (2) campañas climáticas complementarias para evaluar el comportamiento del recurso hídrico en periodos contrastantes (régimen lluvioso vs. régimen seco). El entregable mínimo exigido son cuatro (4) informes con registro fotográfico, cadenas de custodia y reportes de laboratorio.

### 6.3.2 Jornada de monitoreo del 29 de enero de 2026

Como inicio de la ejecución de la subactividad, el día 29 de enero de 2026 se llevó a cabo la primera jornada de monitoreo de validación en las estaciones QLS01, QLS02, QLL04 y QLL05, correspondientes a las cuencas de las quebradas La Seferina y La Llana en el municipio de Tarso. Los análisis comprendieron variables fisicoquímicas, microbiológicas y determinación específica de Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV), así como el reporte completo de parámetros medidos in situ, garantizando integralidad en la evaluación de la calidad del recurso hídrico.

*Tabla 5. Matriz de parámetros analizados en la jornada de validación.*

| Grupo de parámetros | Variables analizadas |
|---|---|
| **In situ (campo)** | Caudal, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, saturación de OD, temperatura del agua, temperatura ambiente |

| Grupo de parámetros | Variables analizadas |
|---|---|
| **Fisicoquímicos (laboratorio)** | Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Disueltos Totales (SDT), Nitrógeno total Kjeldahl, Fósforo total, Nitratos, Nitritos, Amonio, Alcalinidad, Dureza, Turbidez, Color |
| **Sólidos Suspendidos Volátiles** | SSV (determinación específica) |
| **Microbiológicos** | Coliformes totales, Escherichia coli (coliformes termotolerantes) |
| **Índices calculados** | ICA-IDEAM (7 variables), ICA-PIRAGUA, ISF, ICAdus |

*Fuente: Protocolo de monitoreo PIRAGUA y lineamientos IDEAM.*

### 6.3.3 Aseguramiento de calidad y cargue de información

Las muestras fueron procesadas en el Laboratorio Ambiental de CORANTIOQUIA acreditado por el IDEAM bajo la norma NTC-ISO/IEC 17025 vigente de conformidad con la Nota 3 del Alcance 2 de los Estudios Previos, que prioriza este laboratorio para las muestras del Programa. La solicitud de recepción se programó con la anticipación mínima de 48 horas exigida por el pliego. Previo a la remisión oficial, la totalidad de la información fue sometida a revisión y validación técnica por parte del Líder del Componente de Monitoreo del Programa PIRAGUA, quien verificó: (i) la trazabilidad de la cadena de custodia; (ii) la correspondencia entre actas de muestreo y reportes de laboratorio; (iii) la aplicación de metodologías acreditadas; (iv) la coherencia entre resultados de campo y laboratorio; y (v) la consistencia interna del conjunto de datos. Una vez aprobada la validación, la información fue cargada en el SGI-PIRAGUA siguiendo los lineamientos institucionales de trazabilidad documental.

### 6.3.4 Programación de monitoreos pendientes

Los dieciséis (16) monitoreos restantes para completar el alcance contractual se ejecutarán entre el segundo y el cuarto trimestre de 2026, en concertación con la Subdirección de Sostenibilidad y articulando dos campañas climáticas que cubran tanto un periodo de alta precipitación como uno de menor pluviosidad, según el régimen bimodal característico de la subregión.

## 6.4 Subactividad 2.8.4 — Instrumentación de Q. La Llana en Tarso

**Estado:** **Consulta de mercado concluida; adjudicación, instalación y mantenimientos pendientes.**

De conformidad con los Estudios Previos, la subactividad 2.8.4 contempla la priorización de tres (3) nuevos puntos para la instalación de la estructura de estación que monitoreará un cuerpo de agua de relevancia en los planes de ordenamiento del municipio, evaluando integralmente la dimensión hidrológica, social e instrumental. Las estaciones por instalar son: una (1) Estación de Calidad de Agua y dos (2) Estaciones Limnigráficas, junto con las estructuras metálicas de soporte de sensores y elementos electrónicos. Adicionalmente, se desarrollarán tres (3) mantenimientos durante la ejecución contractual, orientados a evaluar componentes, verificar el estado general y garantizar el funcionamiento continuo durante el contrato. El entregable mínimo exigido son tres (3) informes de avance con el formato de instalación, documentos consolidados de salida de campo y hoja de vida del equipo.

Durante el período cubierto por este informe se completó la fase preparatoria de la subactividad, atravesando las etapas de definición de requerimientos técnicos, primera ronda de cotizaciones, ajuste de requerimientos a partir del diálogo con proveedores, segunda ronda ampliada y consolidación del análisis técnico-económico final. El proceso se estructuró deliberadamente en dos planes de contratación independientes con objetos técnicos distintos, denominados Plan A (equipos electrónicos de monitoreo) y Plan B (estructuras metálicas de soporte), cuyos resultados se presentan en el Capítulo 7.

# 7. CONSULTA DE MERCADO PARA LA INSTRUMENTACIÓN

## 7.1 Estructura del proceso

Para la materialización de la instrumentación de la cuenca de la quebrada La Llana se estructuró el proceso de consulta de mercado en dos (2) procesos de contratación independientes con objetos técnicos distintos: el Plan A, orientado al suministro, instalación, configuración y puesta en operación de los equipos electrónicos de monitoreo (sensores, sondas, gabinetes, telemetría, paneles solares y plataforma de visualización); y el Plan B, orientado exclusivamente a la fabricación, suministro e instalación de las estructuras metálicas de soporte (brazos, mástiles, anclajes y cimentaciones). La separación de ambos planes responde a una lógica de especialización del proveedor por cada objeto técnico, optimización de costos y reducción de riesgos asociados a contratos de objeto múltiple.

## 7.2 Plan A — Equipos electrónicos de monitoreo

### 7.2.1 Descripción del objeto

El Plan A comprende el suministro, instalación, configuración y puesta en operación de la totalidad de los equipos de monitoreo correspondientes a las tres (3) estaciones previstas en los Estudios Previos: dos (2) Estaciones Limnigráficas con sensores de nivel sin contacto tipo radar y una (1) Estación de Calidad de Agua con sonda multiparamétrica sumergible (oxígeno disuelto, turbidez, conductividad eléctrica, pH, potencial óxido-reducción, amonio y temperatura). El alcance incluye además los tableros de telemetría, paneles solares, sistemas de comunicación celular y plataforma de visualización de datos en tiempo real. Una de las dos estaciones limnigráficas se ubicará en el mismo punto físico donde se instalará la estación de calidad de agua, integrando ambas mediciones en un sitio de monitoreo común; la otra estación limnigráfica se ubicará en el punto restante. La distancia máxima estimada entre el sensor y la lámina de agua no supera los 10 m en ninguno de los dos puntos definidos.

### 7.2.2 Resultados del proceso de consulta — Plan A

Se contactaron formalmente cuatro (4) proponentes en el marco de la segunda ronda de solicitudes de cotización adelantada en marzo–abril de 2026. A la fecha de cierre de este informe se han recibido tres (3) cotizaciones. Los resultados se sintetizan en la Tabla 5.

*Tabla 5. Resumen de cotizaciones recibidas — Plan A.*

| Proponente | Alcance ofertado | Valor (IVA incl.) | Observación técnica |
|---|---|---|---|
| **Telemetrik S.A.S.** | 1 estación de nivel (radar) + telemetría. No incluye multiparamétrica. | **$68.859.000 (unitario) $137.718.000 (×2)** | Alcance parcial. No comparable en valor global. Requiere cotización complementaria. |
| **Medición y Control S.A.S.** | 2 radares LR110 Siemens + sonda HL7 Hydrolab + 3 tableros de telemetría + puesta en marcha en ambos puntos. | **$223.958.000** | Único oferente con alcance completo. Tecnología apropiada. |

| Proponente | Alcance ofertado | Valor (IVA incl.) | Observación técnica |
|---|---|---|---|
| | | | Pendiente desglose por ítem. |
| **Automatización S.A.** | Estación Badger + SCADA Siemens S7-1200 con WinCC Unified y SCALANCE. Servicios de montaje 24%. | **$537.414.000** | Sobredimensionada. Exige IP fija pública y hosting no contemplados. 2,4× la oferta de M&C. |
| **Automatización y Control Ing. SAS** | — | Sin respuesta | Solicitud reenviada en marzo de 2026. Pendiente reiterar contacto. |

*Fuente: Elaboración propia con base en cotizaciones recibidas (marzo – abril 2026).*

### 7.2.3 Análisis técnico-económico

Telemetrik S.A.S. presentó cotización unitaria por valor de $68.859.000 (IVA incluido) por estación de nivel, con un proyectado de $137.718.000 para las dos estaciones requeridas. Los equipos ofertados incluyen sensor radar de nivel de 2 hilos, gabinete de comunicaciones con sistema IoT, router y controlador Venus GX, panel solar con soporte, gabinete con baterías, poste de 12 m / 510 kgf, servicio de ingeniería, puesta en marcha, mantenimiento preventivo y plataforma de telemetría por 12 meses. Esta cotización no incluye la estación multiparamétrica de calidad de agua, por lo cual no es directamente comparable en valor global.

Medición y Control S.A.S. cotizó la totalidad del alcance requerido por valor de $223.958.000 (IVA incluido), incluyendo dos (2) radares de nivel LR110 marca Siemens, una (1) sonda multiparamétrica HL7 marca Hydrolab con todos los parámetros solicitados, tres (3) tableros de telemetría con paneles solares y la puesta en marcha en ambos puntos de monitoreo. Es la única cotización que cubre el alcance técnico completo del proyecto, con tecnología apropiada para las condiciones de los sitios definidos. Como punto a resolver previo a la adjudicación, la oferta no presenta desglose por ítem, razón por la cual se recomienda solicitarlo formalmente para verificar la composición del valor ofertado.

Automatización S.A. presentó la oferta técnicamente más robusta, pero también la más costosa, por valor de $537.414.000 (IVA incluido). La propuesta incluye una estación hidrológica marca Badger con parámetros adicionales no requeridos por valor de $177.986.000, un sistema SCADA Siemens S7-1200 con WinCC Unified y SCALANCE que exige IP fija pública y hosting no contemplados en la oferta por valor de $51.910.000, y un servicio de montaje que representa el 24% del valor total ($107.356.000). Para las condiciones específicas del proyecto —distancia sensor–lámina de agua menor o igual a 10 m, ambiente rural y sin requerimientos de automatización industrial— esta solución se considera técnicamente sobredimensionada y económicamente no justificada; su valor equivale a 2,4 veces el de la oferta de Medición y Control para el mismo alcance.

### 7.2.4 Conclusión Plan A

**La oferta de Medición y Control S.A.S. por valor de $223.958.000 (IVA incluido) es la más equilibrada en términos de alcance técnico, tecnología y precio de mercado para el objeto requerido.**

Para efectos de comparación, Telemetrik proyecta $137.718.000 para las dos estaciones de nivel sin cubrir la estación multiparamétrica, por lo que no es directamente comparable en valor global. La oferta de Automatización S.A. ($537.414.000) se descarta por sobredimensionamiento técnico y económico. Como paso previo a cualquier decisión de adjudicación, se recomienda solicitar formalmente a Medición y Control S.A.S. el desglose por ítem de su cotización.

## 7.3 Plan B — Estructuras metálicas de soporte

### 7.3.1 Descripción del objeto

El Plan B tiene un objeto completamente independiente del Plan A. No contempla el suministro de sensores, sondas, paneles solares, gabinetes electrónicos ni equipos de medición, sino únicamente la fabricación e instalación de los soportes físicos —brazos, mástiles, anclajes, bases y cimentaciones— que permitirán el montaje posterior y seguro de dichos equipos en campo. El alcance específico contempla ocho (8) ítems: soporte tipo brazo anclado a puente para el Punto 1 (estación limnigráfica), soporte tipo mástil con brazo para el Punto 2 (estación combinada), estructura para panel solar y caja eléctrica, estructura multifuncional integrada (sensor de nivel + sonda multiparamétrica), cimentación según tipo de terreno, transporte ida y regreso con personal técnico, montaje e instalación en sitio, y suministros menores (anclajes, pernos, platinas).

### 7.3.2 Resultados del proceso de consulta — Plan B

Se contactaron tres (3) fabricantes, de los cuales se recibieron dos (2) cotizaciones a la fecha. Los resultados se sintetizan en la Tabla 6.

*Tabla 6. Resumen de cotizaciones recibidas — Plan B.*

| Proponente | Alcance ofertado | Valor (sin IVA) | Observación |
|---|---|---|---|
| **MECANOESTRUCTURAS (J.C. Escobar) NIT 71225037-7** | 8 ítems: brazo en puente (P1), mástil con brazo (P2), estructura panel solar y caja eléctrica, multifuncional integrada, cimentación, transporte, montaje y suministros menores. | **$17.825.000** | SCH40 galvanizado + RAL 5005. Cot. 20-abr-2026. Menor precio. |
| **EQHOLOS** | Mismos 8 ítems con materiales equivalentes y garantía de 12 meses explícita. | **$20.000.000** | Mayor formalidad documental. Validez 30 días. |
| **ENACEROS** | — | Sin respuesta | Solicitud enviada 26-mar-2026. |

*Fuente: Elaboración propia con base en cotizaciones recibidas (abril 2026).*

### 7.3.3 Análisis comparativo y conclusión Plan B

Ambos proponentes ofrecen el mismo alcance técnico con materiales equivalentes (tubería SCH40 galvanizada en caliente con pintura electrostática RAL 5005 apta para intemperie). MECANOESTRUCTURAS presenta el menor precio del proceso ($17.825.000 sin IVA), mientras que EQHOLOS ofrece mayor respaldo documental y garantía explícita de doce (12) meses ($20.000.000 sin IVA). La diferencia entre ambas propuestas es de $2.175.000 (10,9%), lo cual se considera de baja relevancia frente al objeto del contrato. Antes de adjudicar se recomienda verificar, en ambos casos, la certificación del personal en trabajo en alturas y la capacidad de movilización a Tarso en los tiempos requeridos por el cronograma.

## 7.4 Acciones pendientes previas a la adjudicación

- Solicitar formalmente a Medición y Control S.A.S. el desglose por ítem de su cotización del Plan A.
- Esperar la actualización de cotización por parte de Rain Ingeniería para tecnología complementaria de monitoreo de calidad de agua.
- Reiterar contacto con Automatización y Control Ingeniería SAS para ampliar la base comparativa del Plan A.
- Reiterar contacto con ENACEROS para contar con una tercera alternativa en el Plan B.
- Verificar, en los proponentes del Plan B, la certificación del personal en trabajo en alturas y la capacidad de movilización a Tarso conforme al cronograma.

# 8. DISEÑO TÉCNICO DE LAS ESTACIONES — BOSQUEJOS SKETCHUP

*Los bosquejos tridimensionales presentados en este capítulo fueron elaborados por el líder de la Actividad 2.8 (Carlos Andrés Flórez Baena) mediante el software **SketchUp**, a partir de la información técnica obtenida en la visita de campo de enero de 2026 y de las especificaciones de las propuestas técnicas evaluadas en el proceso de consulta de mercado. Constituyen un insumo de diseño preliminar orientado a facilitar la visualización integrada del montaje, la validación geométrica de los soportes y la comunicación técnica con los proveedores de estructuras (Plan B) y de equipos (Plan A).*

## 8.1 Criterios de diseño aplicados

- Tecnología de medición sin contacto (radar) para minimizar riesgos por crecientes súbitas, vandalismo y sedimentación.
- Transmisión remota mediante red celular (LTE) con respaldo de almacenamiento local en datalogger.
- Alimentación autónoma mediante panel solar con batería de respaldo, sin dependencia de red eléctrica convencional.
- Distancia sensor–lámina de agua ≤ 10 m, validada en visita de campo.
- Integración en un único soporte estructural de la estación de nivel y la sonda multiparamétrica en el Punto 2.
- Materiales resistentes a intemperie: SCH40 galvanizado en caliente con pintura electrostática RAL 5005.

## 8.2 Estación limnigráfica — Punto 1 (sólo nivel)

El Punto 1 corresponde a una estación dedicada exclusivamente a la medición de nivel del agua, configurada bajo un esquema de soporte tipo brazo extendido anclado a la estructura de un puente existente sobre la quebrada La Llana. Esta configuración aprovecha la infraestructura disponible para reducir costos de cimentación y minimizar el impacto sobre el cauce.

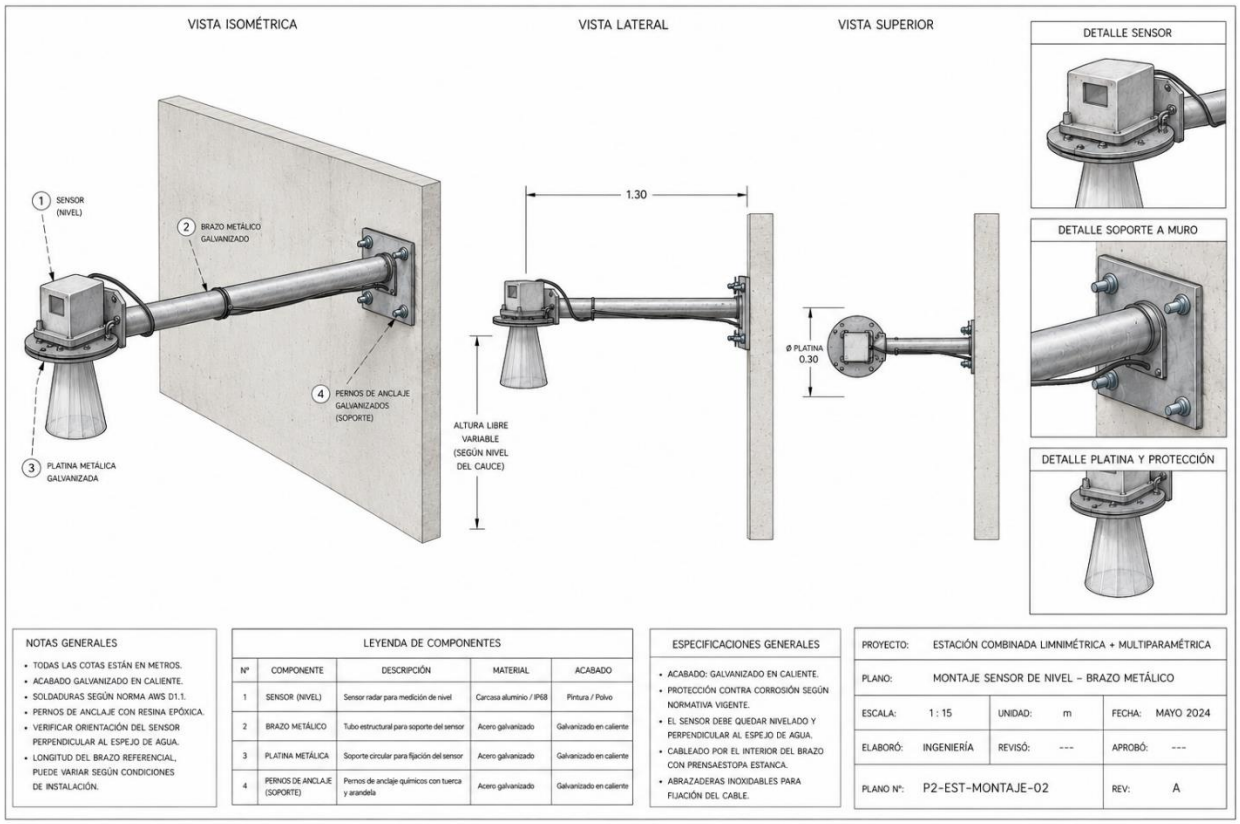



*Figura 7. Estación de nivel — Punto 1. Vista isométrica.*

**Memoria de elementos del Punto 1:**

- Brazo metálico extendido (tubería SCH40 galvanizada) anclado mediante platinas y pernos al puente existente.
- Sensor radar de nivel sin contacto, instalado en el extremo del brazo a una altura tal que garantice la cota mínima de seguridad sobre la creciente máxima histórica.
- Gabinete eléctrico/electrónico (IP65) con datalogger, módulo de comunicación celular y baterías.
- Panel solar fotovoltaico con soporte direccionado al norte (azimut óptimo para Antioquia).
- Sistema de puesta a tierra y protección contra sobretensiones.

## 8.3 Estación integrada — Punto 2 (nivel + calidad multiparamétrica)

El Punto 2 corresponde a una estación combinada que integra, en un único sitio, la medición de nivel mediante sensor radar y la medición de calidad del agua mediante sonda multiparamétrica sumergible. Esta configuración optimiza la operación, el mantenimiento y la interpretación conjunta de las dos variables. El soporte previsto es un mástil de 12 m con brazo lateral extendido para el sensor radar y un sistema independiente de suspensión sumergible para la sonda multiparamétrica.

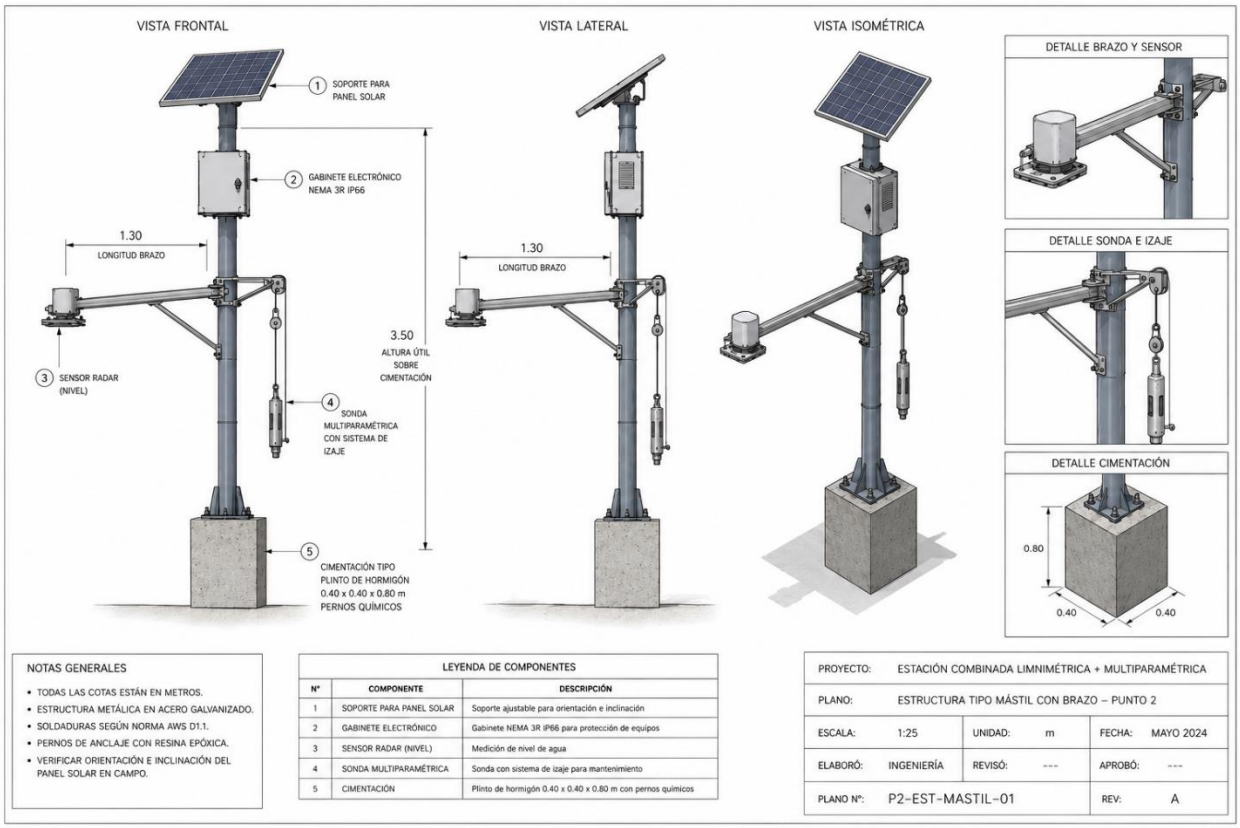



*Figura 9. Estación integrada — Punto 2. Vista isométrica.*

**Memoria de elementos del Punto 2:**

- Mástil principal en tubería SCH40 galvanizada de 12 m de altura útil sobre cota base.
- Brazo lateral extendido para el sensor radar de nivel.
- Sistema de suspensión y protección de la sonda multiparamétrica (Hydrolab HL7 o equivalente).
- Gabinete electrónico unificado con datalogger, módulo de comunicación, baterías y protecciones.
- Panel solar fotovoltaico con dimensionamiento conjunto para ambos equipos.
- Cimentación independiente en concreto reforzado, dimensionada según tipo de terreno.

## 8.4 Especificaciones técnicas sintéticas

*Tabla 7. Especificaciones técnicas sintéticas del sistema.*

| Componente | Especificación técnica |
|---|---|
| **Sensor de nivel** | Radar sin contacto, 2 hilos, 4-20 mA HART, configuración HART/Bluetooth (App). Distancia sensor–lámina ≤ 10 m. Marca de referencia: Siemens LR110 / Endress+Hauser Micropilot FMR20. |
| **Sonda multiparamétrica** | Hydrolab HL7 (o equivalente) con sensores para: OD, turbidez, conductividad eléctrica, pH, ORP, amonio (NH4+) y temperatura. Protección IP68, cable impermeable 10 m. |
| **Tablero de telemetría** | Gabinete con sistema IoT, router celular, DPS de instrumentación, protecciones, controlador de carga, Venus GX y accesorios. Comunicación RS485 Modbus / 4-20 mA. |
| **Alimentación** | Panel solar dimensionado para operación continua, batería con autonomía mínima de 5 días sin radiación, regulador de carga, protecciones eléctricas y puesta a tierra. |
| **Soporte estructural** | Tubería SCH40 galvanizada en caliente con pintura electrostática RAL 5005. Brazo anclado a puente (P1) o mástil de 12 m con brazo extendido (P2). |
| **Cimentación** | Adaptada al tipo de terreno (concreto reforzado, anclaje a estructura existente o base prefabricada según condiciones del sitio). |
| **Tratamiento anticorrosivo** | Galvanizado en caliente + pintura electrostática RAL 5005. Vida útil estimada ≥ 15 años en ambiente intemperie. |
| **Protección ante crecientes** | Altura mínima de instalación del sensor sobre cota de creciente máxima histórica. Gabinete eléctrico a ≥ 2,5 m sobre nivel base. |

*Fuente: Elaboración propia con base en propuestas evaluadas y catálogos técnicos de fabricantes.*

# 9. ARTICULACIÓN INTERINSTITUCIONAL E INTERCOMPONENTE

## 9.1 Mapa de actores de la Actividad 2.8

El desarrollo de la Actividad 2.8 requiere la coordinación articulada de actores institucionales y técnicos al interior y por fuera del Programa PIRAGUA. La Tabla 8 sintetiza la red de actores que ha intervenido en la ejecución hasta la fecha.

*Tabla 8. Mapa de actores institucionales y técnicos de la Actividad 2.8.*

| Componente / Entidad | Responsable | Función en la Actividad 2.8 |
|---|---|---|
| **Coordinación PIRAGUA** | Sergio Alberto Vásquez Cano | Coordinación general del Programa y aprobación de hitos. |
| **Apoyo Coordinación** | Valentina Serna Agudelo | Seguimiento administrativo y soporte técnico transversal. |
| **Líder Actividad 2.8** | Carlos Andrés Flórez Baena | Líder articulación intercomponente y producción documental. |
| **Componente Red Automática** | Álvaro Leal | Líder instrumentación y telemetría. |
| **Componente Calidad / Monitoreos** | Sergio Restrepo | Líder monitoreos |
| **Subdirección de Sostenibilidad** | Equipo Reglamentación La Llana | Articulación con el proceso de reglamentación de la corriente. |

*Fuente: Elaboración propia.*

## 9.2 Coordinación con la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial

La articulación con la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial constituye el eje estratégico de la Actividad 2.8. Esta articulación se ha materializado mediante reuniones técnicas de concertación de criterios para la priorización de puntos, validación conjunta de los sitios definidos para la instrumentación, y socialización del avance del proceso de consulta de mercado. La información generada por las estaciones automáticas, una vez instaladas, alimentará directamente el proceso de reglamentación de la corriente, fortaleciendo la base técnica disponible para las decisiones administrativas asociadas.

## 9.3 Articulación intercomponente al interior de PIRAGUA

Al interior del Programa PIRAGUA, la Actividad 2.8 articula con tres componentes principales:

### Componente Red Automática

Bajo el liderazgo de Álvaro Leal, se han definido los lineamientos técnicos mínimos para la instrumentación (tecnología sin contacto, transmisión celular, alimentación solar, protección estructural), asegurando coherencia con los estándares de la red automática operada por PIRAGUA en el resto de la jurisdicción.

### Componente Calidad del Agua / Monitoreos

Bajo el liderazgo de Sergio Restrepo, se ha consolidado el proceso de validación técnica de los resultados de laboratorio de la jornada del 29 de enero de 2026, garantizando trazabilidad de cadenas de custodia, aplicación de metodologías acreditadas y consistencia interna de los datos antes de su cargue en el SGI-PIRAGUA.

### Coordinación general del Programa

Bajo el liderazgo de Sergio Alberto Vásquez Cano y con el apoyo de Valentina Serna Agudelo, se ha asegurado el alineamiento de la Actividad 2.8 con el conjunto del contrato 110-CNT2510-258 y con los hitos administrativos y técnicos del Programa.

## 9.4 Registro de reuniones de articulación

Durante el período cubierto por este informe se han realizado, entre otras, las siguientes reuniones de articulación, con su correspondiente acta de soporte:

- 14 de enero de 2026 — Reunión preparatoria de visita técnica.
- 2 de febrero de 2026 — Reunión de articulación intercomponente (Componente Social, Calidad y Red Automática).
- 5 de febrero de 2026 — Reunión técnica con la Subdirección de Sostenibilidad.
- 12 de febrero de 2026 — Reunión de seguimiento a consulta de mercado.
- 19 de febrero de 2026 — Reunión de validación de resultados de monitoreos.
- 13 de marzo de 2026 — Reunión de ajuste de requerimientos técnicos.

# 10. CRONOGRAMA Y PROYECCIÓN

## 10.1 Cronograma consolidado ejecutado y proyectado (12 meses)

El contrato 110-CNT2510-258 tiene un plazo de ejecución de doce (12) meses contados a partir del acta de inicio, según lo establecido en los Estudios Previos. La Tabla 10 sintetiza el cronograma ejecutado entre enero y mayo de 2026, así como las actividades proyectadas para el segundo semestre del año hasta el cierre del contrato en diciembre de 2026.

*Tabla 10. Cronograma ejecutado y proyectado de la Actividad 2.8 (12 meses).*

| Mes | Actividades / Productos | Estado |
|---|---|---|
| **Enero 2026** | Visita técnica de campo (13-ene). Primera jornada de monitoreo de validación QLS01, QLS02, QLL04, QLL05 (29-ene). Definición preliminar de 2 puntos físicos de instrumentación para las 3 estaciones previstas. | **Ejecutado** |
| **Febrero 2026** | Documento metodológico (2.8.1). Consolidación de resultados de laboratorio. Primera ronda de cotizaciones (Telemetrik, Instrumentación y Control Total, Medición y Control). | **Ejecutado** |
| **Marzo 2026** | Segunda ronda ampliada de cotizaciones (Automatización y Control, Automatización S.A., Telemetrik, Medición y Control). Ajuste de requerimientos técnicos (altura sensores). Reuniones con proponentes. | **Ejecutado** |
| **Abril 2026** | Recepción de cotizaciones Plan A. Inicio consulta Plan B (ENACEROS, EQHOLOS, MECANOESTRUCTURAS). Recepción cotizaciones MECANOESTRUCTURAS (20-abr) y EQHOLOS (15-abr). | **Ejecutado** |
| **Mayo 2026** | Análisis técnico-económico final Plan A y Plan B. Informe de consulta de mercado. Consolidación de informe técnico monográfico Tarso–La Llana. | **Ejecutado** |
| **Junio 2026** | Adjudicación Plan A y Plan B. Fabricación de estructuras metálicas (Plan B). Coordinación con propietarios prediales y planificación logística de instalación. Segunda jornada de monitoreos (avance hacia los 20 totales). | **Proyectado** |
| **Julio 2026** | Instalación de estructuras metálicas en sitio (Plan B). Instalación de equipos electrónicos (Plan A) — 3 estaciones. Configuración y pruebas. Campaña de monitoreo climática. | **Proyectado** |
| **Agosto 2026** | Puesta en operación de las 3 estaciones. Validación de transmisión y plataforma. Mantenimiento #1 de tres (3) previstos. Consolidación de resultados de campaña climática 1. | **Proyectado** |
| **Septiembre 2026** | Operación regular de las estaciones. Avance en monitoreos hacia el total de 20. Mantenimiento #2 de tres (3) previstos. | **Proyectado** |
| **Octubre 2026** | Campaña climática 2 (periodo contrastante). Continuidad de monitoreos. Consolidación parcial de bases de datos y cargue al SGI-PIRAGUA. | **Proyectado** |

*Fuente: Elaboración propia con base en el cronograma propuesto, los Estudios Previos (F-PGC-56 v.19) y avances reales.*

## 10.2 Hitos críticos y dependencias

- Adjudicación del Plan A y del Plan B en junio de 2026 (hito de mayor criticidad).
- Disponibilidad de ventana climática favorable para instalación (julio – agosto, considerando régimen bimodal).
- Autorización predial formalizada antes de la fase de instalación.
- Articulación con la Subdirección de Sostenibilidad para concertación de la fase de puesta en operación.
- Cumplimiento de tiempos de fabricación de estructuras metálicas (estimado 4 – 6 semanas).
- Ejecución de los tres (3) mantenimientos en agosto, septiembre, y octubre
- 10.3 Informes mensuales (obligación según Nota 2 del Alcance 2)

De conformidad con la Nota 2 del Alcance 2 de los Estudios Previos, el mandatario, a través de los contratistas derivados, debe presentar mensualmente un informe general de avance de las actividades del Alcance 2, a más tardar dentro de los primeros cinco (5) días del mes siguiente, conforme al formato establecido. Dicho informe incluye los anexos exigidos: copia de los contratos del personal participante, copia de las planillas de pago a seguridad social y parafiscales, informes y evidencias de la ejecución de las actividades del Alcance, y demás documentos que indique la Supervisión. Adicionalmente, al cierre del contrato deberá presentarse un informe final consolidado, tanto en su componente técnico como financiero, en medio magnético.

# 11. RIESGOS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La ejecución de la Actividad 2.8 enfrenta un conjunto de riesgos categorizados que se han identificado y caracterizado a lo largo del proceso de diagnóstico, definición de puntos, consulta de mercado y planificación de la instalación. La Tabla 10 sintetiza estos riesgos junto con las medidas de mitigación previstas y el nivel residual estimado.

*Tabla 10. Matriz de riesgos y medidas de mitigación de la Actividad 2.8.*

| Categoría | Riesgo identificado | Medida de mitigación | Nivel residual |
|---|---|---|---|
| **Técnico-hidrológico** | Daño o pérdida de equipos por crecientes súbitas en la quebrada. | Diseño con tecnología sin contacto, altura de instalación sobre cota de creciente máxima histórica, protección estructural. | **Bajo** |
| **Técnico-instrumental** | Fallas en transmisión celular por baja cobertura puntual. | Verificación previa de cobertura, almacenamiento local en datalogger, esquema de redundancia. | **Medio** |
| **Operativo-acceso** | Dificultades de acceso vial en periodo lluvioso para mantenimientos. | Programación de mantenimientos en ventanas climáticas favorables, articulación con autoridades locales. | **Medio** |
| **Social** | No autorización predial o cambio en condiciones del predio. | Acta de autorización formalizada, articulación con propietarios y JAC, plan de relacionamiento. | **Bajo** |
| **Seguridad** | Condiciones de orden público que limiten el acceso a los sitios. | Coordinación con autoridades locales, validación previa de condiciones, plan de contingencia. | **Bajo** |
| **Vandalismo** | Sustracción o daño intencional de equipos. | Anclaje seguro, gabinetes con cerradura, articulación comunitaria, señalética institucional. | **Medio** |
| **Administrativo** | Demoras en adjudicación que comprometan ventana climática. | Anticipación de procesos administrativos, seguimiento permanente, plan B logístico. | **Medio** |
| **Financiero** | Variación de precios entre cotización y adjudicación. | Cotizaciones con validez explícita, cierre temprano de la decisión. | **Bajo** |

*Fuente: Elaboración propia.*

# 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 12.1 Conclusiones

**Primera.** La Actividad 2.8 del Programa PIRAGUA, orientada a la articulación con la Subdirección de Sostenibilidad y Gestión Territorial en la cuenca de la quebrada La Llana, ha alcanzado un grado de madurez técnica y administrativa que permite proyectar con confianza la fase de instalación de las tres (3) estaciones automáticas (una de Calidad de Agua y dos Limnigráficas), su puesta en operación, los tres (3) mantenimientos previstos.

**Segunda.** La caracterización territorial e hidrográfica desarrollada confirma la pertinencia de la cuenca de la quebrada La Llana como objeto de instrumentación, tanto por su valor estratégico desde la perspectiva de la planificación territorial como por la viabilidad técnica y operativa verificada en campo.

**Tercera.** La metodología de Análisis Multicriterio Espacial (MCE) y la matriz de determinantes hidrológicos, organizativos y de representatividad territorial han demostrado ser un soporte técnico sólido para la priorización de sitios, asegurando trazabilidad y replicabilidad de los criterios aplicados.

**Cuarta.** La primera jornada de monitoreos de validación, ejecutada en enero de 2026 en las estaciones QLS01, QLS02, QLL04 y QLL05, fue desarrollada conforme a los protocolos del IDEAM, procesada en el Laboratorio Ambiental de CORANTIOQUIA bajo acreditación NTC-ISO/IEC 17025 vigente, y constituye el primer hito de cumplimiento del alcance global de veinte (20) monitoreos exigidos por la subactividad 2.8.3.

**Quinta.** El proceso de consulta de mercado, estructurado en Plan A (equipos para las 3 estaciones) y Plan B (estructuras metálicas), permitió obtener un panorama representativo del mercado nacional, con cotizaciones de cinco proponentes y un análisis técnico-económico que identifica claramente las alternativas más equilibradas para cada plan.

**Sexta.** La oferta de Medición y Control S.A.S. ($223.958.000 IVA incluido) es la más equilibrada para el Plan A, mientras que MECANOESTRUCTURAS ($17.825.000 sin IVA) representa la mejor relación costo-alcance para el Plan B, sin perjuicio de las verificaciones previas a la adjudicación.

**Séptima.** El diseño técnico preliminar de las estaciones, materializado mediante bosquejos tridimensionales en SketchUp, aporta un insumo de comunicación técnica de alto valor para la coordinación con proveedores de estructuras y equipos, así como para la apropiación del proyecto por parte de la institucionalidad y la comunidad.

**Octava.** Los avances reportados se enmarcan en el cumplimiento del cronograma de doce (12) meses establecido en los Estudios Previos (Código F-PGC-56, versión 19), y se articulan con la obligación de presentación de informes mensuales al Alcance 2 según la Nota 2 del pliego.

## 12.2 Recomendaciones

- Completar las acciones pendientes previas a la adjudicación, particularmente el desglose por ítem de la oferta de Medición y Control S.A.S., la reiteración de contacto con los proponentes faltantes y la verificación de certificaciones en alturas para los proveedores del Plan B.

- Adelantar tempranamente el proceso administrativo de adjudicación en junio de 2026, de manera que la instalación física pueda ejecutarse dentro de la ventana climática favorable (julio – agosto).
- Formalizar las actas de autorización predial antes del inicio de la fase de instalación, en articulación con el componente Social del Programa.
- Consolidar un protocolo de mantenimiento que asegure la ejecución de los tres mantenimientos previstos en el contrato, con énfasis en verificación de transmisión, calibración de sensores y revisión estructural.
- Aprovechar la información generada por las estaciones, una vez en operación, como insumo directo del proceso de reglamentación de la corriente, fortaleciendo la articulación reglamentación–PIRAGUA.
- Mantener la trazabilidad documental completa en el SGI-PIRAGUA, incluyendo las hojas de vida de los equipos instalados, actas de entrega y recepción, registros de mantenimiento y bases de datos de monitoreo.

# 13. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS


- CORANTIOQUIA. Estudios Previos – Contrato Interadministrativo PIRAGUA 2025–2026. Código F-PGC-56, versión 19. (Documento normativo principal de referencia para el alcance de la Actividad 2.8).
- CORANTIOQUIA. Resolución 040-RES1806-3326 del 15 de junio de 2018, por la cual se adoptan los objetivos de calidad para la subzona hidrográfica del río San Juan.
- CORANTIOQUIA. Resolución 040-RES1806-3603 de 2018, modificada por la Resolución 040-RES2307-3539 de 2023, sobre Objetivos de Calidad – ODC para fuentes hídricas en la jurisdicción.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 0631 de 2015, parámetros y valores límite máximos permisibles en vertimientos puntuales.
- República de Colombia. Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015.
- IDEAM. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento del Agua.
- ICONTEC. NTC ISO/IEC 17025 vigente — Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.
- Municipio de Tarso. Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) y Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (PMGRD).
- CORANTIOQUIA. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) del río San Juan.
- CORANTIOQUIA. Plan de Acción 2024–2027, eje transformación “Ordenamiento del territorio alrededor del agua”.
- Programa PIRAGUA. Metodología GIS para priorización de puntos de interés — Monitoreo hídrico y formación de grupos focales.
- Endress+Hauser. Información técnica Micropilot FMR20 — Radar sin contacto.
- Fabricantes y proveedores consultados — Cotizaciones técnicas formales recibidas durante marzo – abril de 2026.

# 14. ANEXOS

Los siguientes anexos hacen parte integral del presente informe y se entregan en archivos independientes para facilitar su consulta y manejo:

- Anexo A. Cotizaciones formales recibidas (Telemetrik, Medición y Control, Automatización S.A., MECANOESTRUCTURAS, EQHOLOS).
- Anexo B. Actas de reuniones de articulación (14-ene, 02-feb, 05-feb, 12-feb, 19-feb, 13-mar de 2026).
- Anexo C. Reportes de laboratorio de los monitoreos de validación del 29 de enero de 2026 (estaciones QLS01, QLS02, QLL04, QLL05).
- Anexo D. Bosquejos SketchUp en alta resolución y archivos fuente .skp.
- Anexo E. Cartografía a escala detallada y geodatabase de soporte (formatos .shp y .gdb).
- Anexo F. Cronograma propuesto en archivo Excel editable.
- Anexo G. Informe técnico de consulta de mercado completo (mayo de 2026).

Los anexos anteriormente mencionados se encuentran en la siguiente ruta Virtual: https://drive.google.com/drive/folders/15c6GJY8txvoU3vaR68PWKtYZB4NIEK_r?usp=sharing