



Convenio entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

Convenio No. 2943 de 2024



TERCER ENTREGABLE

INFORME TÉCNICO HERRAMIENTA GEOVISOR WEB Y FORMATO
REPORTE (APP). (Avances 2025)

Bogotá D.C., 19 de diciembre de 2025

Contenido

1.	Resumen Ejecutivo.....	4
2.	Introducción.....	5
3.	Marco Conceptual y Normativo	7
3.1	Sistemas de Monitoreo, Pronóstico y Alerta Temprana Hidrometeorológica	7
3.2	Enfoque de Gobernanza del Agua.....	8
3.3	Estándares y lineamientos técnicos	9
4.	Objetivo y Alcance del Componente 3	10
4.1	Objetivo general.....	10
4.2	Objetivos específicos.....	10
4.3	Alcance territorial y poblacional.....	10
4.3.1	Jurisdicción CAR:	10
4.3.2	Actores institucionales	11
4.3.3	Comunidades vinculadas a acueductos rurales priorizadas	12
4	Metodología de Implementación del Componente	12
5.1	Enfoque metodológico general	12
5.2	Fases de implementación.....	14
5	Diagnóstico del Sistema Actual (Producto 1)	15
6.1	Metodología del diagnóstico.....	15
6.2	Infraestructura y red hidrometeorológica	15
6.3	Gestión de la información	16
6.4	Fortalezas identificadas	17
6.5	Brechas y oportunidades de mejora	17
6	Propuesta de Optimización del Sistema (Producto 2)	18
7.1	Principios de la propuesta	18
7.2	Ejes de optimización	19
7.2.1	Plataforma tecnológica	19
7.2.2	Gobierno del dato	19

7.2.3	Articulación comunitaria	20
7	Desarrollo del Geovisor Web (Producto 3).....	20
8.1	Objetivo del Geovisor.....	20
8.2	Arquitectura general	21
8.3	Diagrama de flujo.....	22
8.4	Funcionalidades principales	23
8.5	Diagrama Entidad-Relación	25
8.6	Usuarios objetivo	26
8	Plantilla de Reporte Comunitario, APP Movil (Producto 4)	27
9.1	Objetivo de desarrollo de la aplicación	27
9.2	Justificación del reporte comunitario.....	27
9.3	Alcance de la APP.....	28
9.4	Estructura de la aplicación	29
9.5	Componentes principales.....	30
9.6	Diagrama de flujo.....	30
9.7	Tipo de modelo y tecnología.....	30
9.8	Enfoque de desarrollo	31
9.9	Diagrama de actividades	31
9.10	Modelo de datos y persistencia local	32
9.11	Sincronización de la información	32
9.12	Interacción con servicios externos	32
9.13	Diagrama general reporte de eventos.....	32
9	Resultados y Productos Entregados	33
10	Lecciones Aprendidas y Buenas Prácticas	34
11	Recomendaciones para el Escalamiento	36
12	Conclusiones	37
13	Anexos.....	38

1. Resumen Ejecutivo

En el marco del convenio de cooperación entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), se desarrolló el proyecto Entornos Sostenibles para la Seguridad Hídrica y la Gobernanza del Agua, cuyo objetivo es fortalecer las capacidades institucionales y territoriales para la gestión del recurso hídrico, la reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático en la jurisdicción de la CAR.

Dentro de esta estrategia, el Componente 3: Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico cumple un rol estratégico al enfocarse en el fortalecimiento del sistema existente de monitoreo, pronóstico y difusión de información hidrometeorológica, priorizando el acceso oportuno, comprensible y útil de la información para actores institucionales y comunidades. Este componente no plantea la creación de un sistema paralelo, sino la optimización, articulación y puesta en valor de las capacidades ya instaladas en la CAR.

Como resultado del proceso de acompañamiento técnico, diagnóstico y co-construcción, se entregaron los siguientes productos principales:

- *Diagnóstico del sistema actual de monitoreo y alertas hidrometeorológicas*, que permitió identificar fortalezas institucionales, brechas técnicas y oportunidades de mejora en infraestructura, gestión de datos, difusión de información y articulación interna.
- *Propuesta de optimización del sistema*, orientada a mejorar los flujos de información, la accesibilidad de los datos, la interoperabilidad de plataformas y la conexión entre el monitoreo institucional y los procesos de gestión del riesgo.
- *Diseño e implementación de un geovisor web*, concebido como una herramienta de visualización amigable que integra información hidrometeorológica relevante para distintos públicos, facilitando la consulta de datos, pronósticos y alertas.
- *Plantilla de reporte comunitario*, diseñada para fortalecer la comunicación bidireccional entre la CAR y las comunidades, reconociendo el rol de los actores locales como generadores y receptores de información clave para la prevención y la respuesta temprana.

Entre los principales logros del Componente 3 se destaca el fortalecimiento de una visión integrada del sistema de monitoreo, la generación de insumos técnicos para la toma de decisiones, la identificación de rutas claras para mejorar la difusión de

la información y el fortalecimiento de la gobernanza interna alrededor del monitoreo hidrometeorológico. El proceso permitió, además, consolidar espacios de diálogo entre áreas técnicas, comunicaciones, gestión del riesgo y tecnologías de la información, promoviendo una visión más articulada del sistema.

El valor agregado institucional del componente radica en la incorporación de enfoques de accesibilidad, usabilidad y apropiación social del conocimiento, así como en la alineación del sistema de alertas con principios de gestión del riesgo, seguridad hídrica y adaptación al cambio climático. De esta manera, el Componente 3 contribuye de forma directa al fortalecimiento de la gobernanza del agua en la jurisdicción de la CAR, sentando bases sólidas para la sostenibilidad del sistema y su evolución futura hacia esquemas de alerta temprana más inclusivos, eficientes y orientados al territorio.

2. Introducción

Los sistemas de monitoreo, pronóstico y alertas hidrometeorológicas constituyen un componente fundamental para la gestión integral del recurso hídrico, la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático, en tanto permiten generar, analizar y difundir información oportuna, confiable y territorialmente pertinente sobre las dinámicas hidroclimáticas (Organización Meteorológica Mundial – OMM, 2018; PNUD, 2022). En contextos caracterizados por una alta variabilidad climática y una creciente exposición a eventos extremos, estos sistemas se convierten en herramientas estratégicas para anticipar riesgos, apoyar la toma de decisiones y fortalecer la resiliencia institucional y comunitaria (IPCC, 2022).

En el marco de la gestión integral del recurso hídrico, el monitoreo hidrometeorológico aporta insumos esenciales para comprender el comportamiento de las fuentes hídricas, planificar su uso sostenible, prevenir conflictos por el agua y orientar acciones de conservación y regulación, en coherencia con los enfoques de gobernanza del agua promovidos a nivel nacional e internacional (OCDE, 2015; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). De manera complementaria, en el ámbito de la gestión del riesgo de desastres, estos sistemas permiten identificar amenazas asociadas a inundaciones, sequías y otros eventos hidroclimáticos, contribuyendo a la preparación, la respuesta temprana y la reducción de impactos sobre la población, la infraestructura y los ecosistemas (UNDRR, 2015).

Asimismo, el acceso sistemático a información hidrometeorológica confiable fortalece los procesos de adaptación al cambio climático, al facilitar el análisis de tendencias históricas, la evaluación de escenarios futuros y la incorporación del riesgo climático en la planificación territorial, sectorial e institucional (IPCC, 2022; PNUD, 2023). En este sentido, los sistemas de monitoreo y alerta temprana constituyen un pilar clave para la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas de adaptación basadas en evidencia.

El fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y alertas hidrometeorológicas se alinea con marcos y compromisos internacionales y nacionales relevantes. En particular, responde a los principios del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030, el cual enfatiza la necesidad de fortalecer el conocimiento del riesgo, los sistemas de alerta temprana multiamenaza y la comunicación efectiva del riesgo como elementos centrales para reducir pérdidas humanas, sociales, económicas y ambientales (UNDRR, 2015). De igual forma, se articula con la Estrategia Nacional de Gobernanza del Agua, que reconoce la información hidrometeorológica como un bien público estratégico y promueve su acceso, uso y apropiación por parte de los diferentes actores del territorio para una gestión más transparente, participativa y eficaz del recurso hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Desde el punto de vista técnico, el componente incorpora lineamientos y buenas prácticas promovidas por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), especialmente en lo relacionado con la calidad y estandarización de los datos, la interoperabilidad de los sistemas, la sostenibilidad de la infraestructura de monitoreo y la orientación de los servicios climáticos e hidrometeorológicos hacia las necesidades de los usuarios finales (OMM, 2018; OMM, 2021).

En este contexto, el presente informe documenta el desarrollo y los resultados del Componente 3: Sistema de Monitoreo Hidrometeorológico del proyecto Entornos Sostenibles para la Seguridad Hídrica y la Gobernanza del Agua, implementado en el marco del convenio de cooperación entre la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El informe recoge el proceso de acompañamiento técnico, diagnóstico y co-creación adelantado para fortalecer y optimizar el sistema existente de monitoreo hidrometeorológico de la CAR, priorizando la articulación institucional, la mejora de los flujos de información y la accesibilidad de los datos, sin la creación de sistemas paralelos.

El alcance del documento comprende la caracterización del sistema actual, la identificación de brechas técnicas e institucionales, la formulación de una propuesta de optimización, el diseño e implementación de herramientas de visualización y comunicación de la información, así como el fortalecimiento de mecanismos de reporte y retroalimentación comunitaria. El período de ejecución del Componente 3 se desarrolló durante el año 2025, en coherencia con la planificación del proyecto y en articulación con las dependencias técnicas y territoriales de la CAR, así como con actores comunitarios y aliados estratégicos.

3. Marco Conceptual y Normativo

3.1 Sistemas de Monitoreo, Pronóstico y Alerta Temprana Hidrometeorológica

Los Sistemas de Monitoreo, Pronóstico y Alerta Temprana Hidrometeorológica (SAT-H) constituyen un conjunto articulado de capacidades técnicas, institucionales y sociales orientadas a la observación sistemática de variables hidroclimáticas, el análisis y pronóstico de fenómenos potencialmente peligrosos, y la difusión oportuna de información para la toma de decisiones y la reducción del riesgo (Organización Meteorológica Mundial – OMM, 2018; UNDRR, 2015).

De acuerdo con la OMM y la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, un SAT hidrometeorológico eficaz integra cuatro componentes fundamentales: (i) el conocimiento del riesgo, (ii) los sistemas de monitoreo y pronóstico, (iii) la comunicación y difusión de alertas, y (iv) la capacidad de respuesta de los usuarios finales (OMM, 2021; UNDRR, 2015). Estos componentes deben operar de manera coordinada para garantizar que la información generada sea técnicamente confiable, comprensible y accionable.

En este sentido, un SAT hidrometeorológico no se limita a la generación de datos o a la operación de estaciones de monitoreo, sino que se concibe como un sistema socio-técnico que articula información científica con procesos institucionales, mecanismos de comunicación y capacidades locales de interpretación y respuesta (PNUD, 2022). La efectividad del sistema depende, por tanto, de su capacidad para traducir la información técnica en insumos útiles para distintos niveles de decisión, desde la planificación estratégica institucional hasta la gestión del riesgo a nivel territorial y comunitario.

Los SAT hidrometeorológicos modernos incorporan un enfoque multiactor, reconociendo que la producción, interpretación y uso de la información involucra a

múltiples actores con roles diferenciados, tales como autoridades ambientales, entidades del sistema de gestión del riesgo, institutos técnicos nacionales, gobiernos locales, comunidades y sectores productivos (OCDE, 2015; PNUD, 2023).

Desde esta perspectiva, la información hidrometeorológica debe diseñarse considerando las necesidades específicas de los usuarios finales, los contextos territoriales y los momentos del ciclo de la toma de decisiones. Esto implica avanzar desde esquemas centrados exclusivamente en la oferta de datos hacia enfoques orientados a la demanda, en los que la información sea pertinente, accesible y oportuna para apoyar decisiones relacionadas con la prevención, la preparación, la respuesta y la recuperación frente a eventos hidroclimáticos (OMM, 2021).

3.2 Enfoque de Gobernanza del Agua

El enfoque de gobernanza del agua parte del reconocimiento de la cuenca hidrográfica como un socioecosistema, en el cual interactúan dinámicas biofísicas, sociales, económicas e institucionales que condicionan la disponibilidad, el uso y la gestión del recurso hídrico (OCDE, 2015; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Desde esta visión, la gestión del agua trasciende el manejo técnico del recurso y se configura como un proceso de coordinación entre actores, niveles de gobierno y sectores, en el que la información hidrometeorológica cumple un rol estructurante para comprender las dinámicas del sistema, anticipar riesgos y orientar decisiones colectivas (GWP, 2018).

La cuenca, entendida como unidad de planificación y gestión, requiere sistemas de información que permitan integrar variables hidrológicas, meteorológicas, ambientales y sociales, facilitando una lectura integral del territorio y de las interacciones entre el clima, el agua y las actividades humanas (IPCC, 2022).

En los enfoques contemporáneos de gobernanza del agua, la información se reconoce como un bien público estratégico que habilita procesos de transparencia, participación y rendición de cuentas (OCDE, 2015). La disponibilidad de información hidrometeorológica confiable y accesible fortalece la capacidad de las instituciones para planificar, coordinar y priorizar acciones, y al mismo tiempo empodera a los actores territoriales para participar de manera informada en la gestión del recurso hídrico.

En este marco, los sistemas de monitoreo y alerta temprana contribuyen directamente al fortalecimiento de la gobernanza del agua al reducir asimetrías de información, mejorar la comunicación entre actores y apoyar la toma de decisiones basadas en evidencia, especialmente en contextos de alta incertidumbre climática (PNUD, 2023).

3.3 Estándares y lineamientos técnicos

La Organización Meteorológica Mundial establece estándares y lineamientos técnicos para el diseño, operación y sostenibilidad de los sistemas de monitoreo y alerta hidrometeorológica, con énfasis en la calidad de los datos, la estandarización de métodos de observación, la interoperabilidad de plataformas y la orientación de los servicios hacia los usuarios finales (OMM, 2018; OMM, 2021). De igual manera, la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) y la iniciativa EW4ALL de la OMM.

Estos estándares promueven el fortalecimiento de redes de observación robustas, el aseguramiento de la calidad de la información, la documentación de procesos y la adopción de enfoques de pronóstico y alerta basados en impactos, que permitan una comunicación más efectiva del riesgo (OMM, 2021).

En el contexto colombiano, los sistemas de monitoreo hidrometeorológico de las autoridades ambientales regionales deben articularse con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), como entidad rectora del Sistema Nacional Ambiental y responsable de la generación de información hidrometeorológica oficial a nivel nacional (IDEAM, 2020).

Esta articulación busca garantizar la coherencia técnica, la complementariedad de redes de monitoreo, la interoperabilidad de datos y la alineación de los procesos de pronóstico y alerta con los lineamientos nacionales, fortaleciendo así la capacidad del país para la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático (IDEAM, 2020; UNGRD, 2021). En este sentido, la CAR Cundinamarca, desde la oficina de recursos naturales que es el área que trabaja en el monitoreo hidrometeorológico y comportamiento de los embalses, está en constante contacto con el IDEAM para establecer acciones que promuevan el despliegue de información necesaria ante los organismos competentes ante una situación de amenaza hidrometeorológica.

Todo lo anterior, conlleva en la realidad, a tener un enfoque de datos abiertos e interoperabilidad, que constituye un principio transversal para el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y alerta, al facilitar el intercambio de información entre

instituciones, plataformas y usuarios, y promover la reutilización de los datos para múltiples fines (OCDE, 2019; PNUD, 2022).

La adopción de estándares abiertos, protocolos de intercambio y herramientas de visualización accesibles contribuye a mejorar la eficiencia institucional, reducir duplicidades y ampliar el impacto de la información hidrometeorológica en la toma de decisiones, tanto a nivel institucional como territorial y comunitario (OMM, 2018).

4. Objetivo y Alcance del Componente 3

4.1 Objetivo general

Fortalecer el sistema de monitoreo hidrometeorológico de la CAR para mejorar el **acceso**, la **comprensión** y el **uso** de información generada por la red de estaciones hidrometeorológicas, a **actores comunitarios e institucionales** para la toma de decisiones.

4.2 Objetivos específicos

- Conocer de manera directa la infraestructura tecnológica y los procesos asociados al sistema hidrometeorológico y gestión de información de la CAR.
- Diseñar una propuesta técnica y estratégica orientada al fortalecimiento del sistema, con base en los resultados obtenidos durante el análisis de diagnóstico.
- Diseñar e implementar un entorno gráfico accesible para los usuarios del sistema que permita la visualización de información generada por la CAR, incluyendo datos provenientes de la red de estaciones y boletines hidrometeorológicos, garantizando su facilidad de uso.
- Crear un entorno de apropiación de información entre las comunidades y actores del sistema CAR que fortalezca la interacción con los usuarios y facilite la toma de decisiones informadas.

4.3 Alcance territorial y poblacional

4.3.1 Jurisdicción CAR:

En el marco de la implementación del convenio con PNUD, todas las pruebas, diagnósticos y avances iniciales se concentran en las organizaciones beneficiarias

mediante subvenciones. Estas organizaciones son el primer grupo con el que se realizan pruebas piloto, visitas territoriales y capacitaciones.

El alcance inicial comprende **30 organizaciones**, y posteriormente se ampliará hasta cubrir las **330 organizaciones incluidas en el convenio**, todas ubicadas en la jurisdicción de la **CAR**.

Aunque las pruebas se focalizan en estas organizaciones, los aplicativos desarrollados tienen un alcance más amplio, ya que podrán ser utilizados en otras actividades y por organizaciones adicionales que la CAR considere pertinentes.

El objetivo final es garantizar que todas las organizaciones beneficiarias, que actualmente realizan reportes comunitarios y que iniciarán el proceso de monitoreo de las fuentes de abastecimiento de sus acueductos rurel, adopten estas herramientas. Una vez los aplicativos sean entregados oficialmente a la CAR, su uso podrá extenderse a otras organizaciones que la corporación determine.

4.3.2 Actores institucionales

En el marco del convenio, ha sido fundamental para el PNUD contar con el respaldo y la articulación de las autoridades locales, incluyendo **alcaldías, oficinas de gestión del riesgo y direcciones regionales** de la jurisdicción CAR. Esta colaboración responde a la pertinencia y necesidad de las acciones desarrolladas en el componente, así como al alcance previsto para el uso de los aplicativos.

El objetivo es que estas entidades no solo participen en el proceso, sino que adopten el geovisor y la aplicación móvil como herramientas estratégicas. A través de estas plataformas, los actores institucionales podrán acceder a información generada por la CAR en tiempo real, de manera georreferenciada y oportuna, fortaleciendo la toma de decisiones y la gestión territorial.

Este sistema actúa como un enlace directo entre la comunidad y las autoridades locales, permitiendo escalar información crítica de forma rápida y confiable. No existe un límite institucional para el uso de estas herramientas; sin embargo, en el caso específico de la jurisdicción CAR, se prioriza la articulación con:

- Direcciones regionales de la CAR, donde se ubican los acueductos rurales beneficiados.
- Alcaldías municipales y sus oficinas de gestión del riesgo.
- Gobernaciones con incidencia en el territorio, como la Gobernación de Cundinamarca y la Gobernación de Boyacá.

Esta integración busca garantizar que la información fluya de manera eficiente entre la comunidad y los niveles institucionales, fortaleciendo la capacidad de respuesta y la planificación territorial.

4.3.3 Comunidades vinculadas a acueductos rurales priorizadas

La co-creación, focalización y uso de las herramientas digitales se orienta principalmente a las 330 organizaciones que forman parte del convenio PNUD–CAR. Estas organizaciones son el núcleo del proceso, dado que participan en las pruebas piloto, capacitaciones y en la implementación de los aplicativos.

No obstante, considerando el alcance funcional de las plataformas, estas herramientas estarán disponibles para todo público, priorizando su uso en las comunidades de los municipios donde se ubican los acueductos rurales priorizados.

Es importante precisar que:

- Reportes sobre monitoreo de calidad del agua: solo podrán ser realizados por las comunidades beneficiarias de las subvenciones, ya que son las que cuentan con capacitación técnica y equipos especializados para efectuar mediciones y reportes confiables.
- Para reportes de eventos climáticos, deslizamientos, derrumbes u otras incidencias territoriales, no existe restricción: cualquier usuario podrá acceder a la plataforma y generar alertas, contribuyendo a la gestión del riesgo y la respuesta oportuna.

Este enfoque garantiza que las herramientas cumplan un doble propósito: fortalecer la capacidad técnica de las organizaciones beneficiadas y, al mismo tiempo, ampliar la participación comunitaria en la gestión del territorio.

5 Metodología de Implementación del Componente

5.1 Enfoque metodológico general

El enfoque metodológico adoptado para la implementación del Componente 3 se fundamentó en la combinación de un enfoque participativo, un trabajo técnico–institucional articulado y un proceso de aprendizaje basado en experiencias previas relevantes, con el propósito de fortalecer el sistema de monitoreo hidrometeorológico existente de la Corporación Autónoma Regional de

Cundinamarca (CAR) de manera sostenible, contextualizada y alineada con las capacidades institucionales.

Desde una perspectiva participativa, la metodología priorizó la vinculación activa de los actores clave involucrados en la operación, uso y gestión de la información hidrometeorológica, reconociendo que la efectividad de un sistema de monitoreo y alertas no depende únicamente de sus componentes tecnológicos, sino de los procesos de apropiación, articulación y uso de la información por parte de quienes la producen, interpretan y emplean en la toma de decisiones. En este sentido, se promovieron espacios de diálogo, intercambio y retroalimentación con las diferentes dependencias de la CAR, así como con actores institucionales y territoriales, orientados a comprender las dinámicas reales de funcionamiento del sistema, identificar necesidades específicas y construir soluciones de manera conjunta, evitando enfoques prescriptivos o externos al contexto institucional.

De manera complementaria, el trabajo técnico-institucional se desarrolló a partir de un acompañamiento cercano y progresivo, orientado a fortalecer las capacidades existentes y a mejorar los flujos de información, los procesos de análisis y los mecanismos de difusión, sin la creación de sistemas paralelos. La metodología se apoyó en el análisis detallado del sistema actual, la revisión de procedimientos, plataformas y productos de información, y la articulación entre áreas técnicas, de comunicaciones, de gestión del riesgo y de tecnologías de la información, promoviendo una visión integrada del monitoreo hidrometeorológico como un proceso transversal dentro de la institución. Este enfoque permitió identificar brechas técnicas e institucionales, así como oportunidades de mejora, desde una lógica de optimización y sostenibilidad, alineada con los lineamientos nacionales y los estándares internacionales.

El proceso metodológico se enriqueció, además, mediante el aprendizaje derivado de experiencias previas de fortalecimiento de sistemas de monitoreo y alerta temprana, particularmente la experiencia del Centro Regional de Pronóstico y Alertas Tempranas de La Mojana (CRPA). Esta referencia permitió incorporar lecciones aprendidas relacionadas con la importancia de la articulación interinstitucional, la claridad en los roles y responsabilidades, la comunicación efectiva de la información y la necesidad de herramientas de visualización y reporte adaptadas a distintos públicos. La sistematización de estas experiencias contribuyó a evitar la repetición de errores, a fortalecer el enfoque de gobernanza de la información y a orientar el diseño de soluciones prácticas y escalables, ajustadas a las particularidades del contexto de la CAR.

En conjunto, este enfoque metodológico permitió avanzar en el fortalecimiento del Componente 3 desde una lógica de construcción colectiva, rigor técnico y aprendizaje continuo, sentando bases sólidas para la consolidación de un sistema de monitoreo hidrometeorológico más articulado, accesible y orientado a la toma de decisiones, en coherencia con los objetivos del proyecto y con los principios de gestión del riesgo, seguridad hídrica y adaptación al cambio climático.

5.2 Fases de implementación

- *Fase 1: Diagnóstico*
 - Conocer de manera directa la infraestructura tecnológica y los procesos asociados al sistema hidrometeorológico y gestión de información de la CAR. Lo que implica hacer una revisión de la información que emite la CAR, sus sistemas de datos (adquisición y difusión), relacionamiento entre áreas, navegabilidad web para acceso a la información.
- *Fase 2: Propuesta de optimización*
 - Es el diseño de una propuesta técnica y estratégica orientada al fortalecimiento del sistema, con base en los resultados obtenidos durante el análisis de diagnóstico, que permitirá tejer el camino hacia las necesidades operativas de la CAR, las comunidades y actores claves del sistema.
- *Fase 3: Desarrollo del Geovisor web*
 - Se basa en el diseño e implementar un entorno gráfico accesible para los usuarios del sistema que permita la visualización de información generada por la CAR, incluyendo datos provenientes de la red de estaciones y boletines hidrometeorológicos, garantizando su facilidad de uso.
- *Fase 4: Diseño del reporte comunitario*
 - Crear un entorno de apropiación de información entre las comunidades y actores del sistema CAR que fortalezca la interacción con los usuarios y facilite la toma de decisiones informadas, donde, con el apoyo de la tecnología se desarrolla una APP para envío y fácil acceso a la información hidrometeorológica y de calidad de agua.

6 Diagnóstico del Sistema Actual (Producto 1)

6.1 Metodología del diagnóstico

El diagnóstico se realizó a partir de una metodología integral que combinó la revisión de información existente, el trabajo de campo y el análisis de las herramientas digitales disponibles. Este enfoque permitió obtener una visión completa del estado actual del sistema, tanto desde el punto de vista técnico como desde su uso y percepción por parte de los distintos actores involucrados.

En primer lugar, se llevó a cabo una revisión documental, orientada a recopilar y analizar informes, documentos técnicos, normativos y materiales institucionales relevantes. Esta etapa permitió comprender el contexto, los antecedentes y los lineamientos que enmarcan el funcionamiento del sistema.

De manera complementaria, se realizaron visitas técnicas a diferentes dependencias e infraestructuras clave, incluyendo la sede central de la CAR, el laboratorio de innovación y varias estaciones hidrometeorológicas. Estas visitas permitieron conocer de primera mano los procesos operativos, las condiciones de funcionamiento y los flujos de información asociados al monitoreo ambiental.

Asimismo, se aplicaron encuestas y se desarrollaron entrevistas con actores estratégicos (operadores del sistema, comunidad, profesionales de la CAR), con el fin de recoger percepciones, necesidades y expectativas relacionadas con el uso de la plataforma y la gestión de la información.

Finalmente, se efectuó un análisis detallado de la web institucional, evaluando su estructura, contenidos y funcionalidades, así como su articulación con los sistemas de información existentes. Este conjunto de actividades permitió sustentar el diagnóstico con información cualitativa y cuantitativa relevante.

6.2 Infraestructura y red hidrometeorológica

La infraestructura hidrometeorológica constituye la base del sistema de monitoreo y permite la recolección de información clave sobre las condiciones ambientales del territorio. Esta red está conformada por diferentes estaciones distribuidas estratégicamente, las cuales hacen posible el seguimiento continuo de las variables relacionadas con el clima y el recurso hídrico.

- Red de estaciones: El sistema cuenta con una red de estaciones hidrometeorológicas ubicadas en puntos representativos del territorio. Estas estaciones permiten obtener información en distintas zonas,

facilitando una cobertura amplia para el análisis de las condiciones ambientales y el comportamiento de las cuencas.

- Tipos de variables monitoreadas: A través de estas estaciones se registran diversas variables de interés, entre las que se incluyen la precipitación, los niveles de los cuerpos de agua y otras condiciones ambientales relevantes. Esta información es fundamental para el seguimiento de eventos hidrometeorológicos, la elaboración de análisis y la generación de alertas.
- Automatización y transmisión de datos: La recolección y transmisión de los datos puede realizarse de manera automática o mediante procesos periódicos de actualización, dependiendo de las características de cada estación. En algunos casos, la información se transmite de forma continua, mientras que en otros se requiere la carga y validación posterior de los datos, lo que influye en la frecuencia con la que la información se encuentra disponible para su visualización y análisis.

6.3 Gestión de la información

La gestión de la información es un componente central del sistema, ya que garantiza que los datos recolectados a través de la red hidrometeorológica y otras fuentes sean organizados, procesados y utilizados de manera efectiva para apoyar la toma de decisiones. Este proceso contempla tanto los aspectos técnicos como los usos institucionales de la información.

- Flujo de datos: inicia con la recolección de la información en las estaciones de monitoreo y otras fuentes disponibles. Posteriormente, los datos son almacenados, procesados y validados antes de ser integrados en la plataforma, donde quedan disponibles para su consulta y análisis. Este flujo permite asegurar la trazabilidad de la información y mantener un control sobre su actualización y calidad.
- Uso institucional de la información: la información generada es utilizada por las diferentes áreas de la institución como insumo para el seguimiento de las condiciones ambientales, la elaboración de reportes y la emisión de alertas y boletines. De esta manera, los datos apoyan la planificación, la prevención de riesgos y la toma de decisiones a nivel técnico y administrativo.
- Articulación con IDEAM: el sistema mantiene una articulación con el IDEAM, lo que permite complementar la información local con datos y productos de

alcance nacional. Esta relación facilita el intercambio de información, la consulta de insumos oficiales y la coherencia entre los análisis realizados a nivel regional y los lineamientos establecidos por la entidad nacional.

6.4 Fortalezas identificadas

El diagnóstico permitió identificar varias fortalezas relevantes del sistema, las cuales constituyen una base sólida para la gestión y el fortalecimiento del monitoreo hidrometeorológico en la jurisdicción.

Una de las principales fortalezas es la existencia de una red de estaciones en operación que sigue estándares reconocidos a nivel internacional. Esto garantiza que los datos recolectados cuenten con criterios de calidad y confiabilidad, lo que aumenta su valor para el análisis técnico y la toma de decisiones.

Asimismo, el sistema dispone de capacidades de monitoreo en tiempo real para algunas fuentes de información, lo que permite hacer seguimiento oportuno a las condiciones hidrometeorológicas y responder de manera más eficiente ante eventos críticos. Esta característica es especialmente relevante para la gestión del riesgo y la prevención de emergencias.

Finalmente, la información generada constituye un insumo clave para la operación y el manejo de los embalses, ya que facilita el seguimiento de los niveles de agua y las condiciones hidrológicas. Esto contribuye a una gestión más segura y planificada del recurso hídrico, tanto en escenarios normales como en situaciones de alerta.

6.5 Brechas y oportunidades de mejora

El diagnóstico también permitió identificar algunas brechas que representan oportunidades de mejora para fortalecer el funcionamiento del sistema y su impacto en la gestión institucional y territorial. Abordar estos aspectos contribuirá a mejorar la eficacia del monitoreo, la comunicación y la toma de decisiones.

Una de las principales brechas identificadas es la ausencia de un mecanismo de emisión directa de alertas por parte de la CAR. Actualmente, esta limitación reduce la capacidad de respuesta inmediata ante eventos críticos, lo que abre la oportunidad de fortalecer los procesos y herramientas que permitan una comunicación más oportuna del riesgo.

Adicionalmente, se evidenció que la navegación en la plataforma web puede resultar compleja para algunos usuarios, lo que dificulta el acceso ágil a la

información disponible. Simplificar la estructura y mejorar la experiencia de uso representa una oportunidad para ampliar el alcance y la efectividad del sistema.

También se identifican debilidades en los procesos de comunicación, tanto a nivel interno como externo. La información generada no siempre fluye de manera clara y oportuna entre las diferentes áreas de la institución ni hacia otros actores, lo que puede limitar su aprovechamiento.

Finalmente, se observa una distancia entre los observadores de campo y los tomadores de decisión, lo que puede generar demoras o pérdida de contexto en el uso de la información. Reducir esta brecha mediante canales de comunicación más directos y herramientas de integración permitiría una toma de decisiones más informada y eficiente.

7 Propuesta de Optimización del Sistema (Producto 2)

7.1 Principios de la propuesta

- *Accesibilidad:* el sistema busca facilitar el acceso a la información a distintos tipos de usuarios, promoviendo una interfaz clara e intuitiva que permita consultar los datos sin requerir conocimientos técnicos especializados. De esta manera, se favorece la comprensión de la información y su uso efectivo en la toma de decisiones.
- *Interoperabilidad:* la plataforma está concebida para integrarse con otras fuentes de información y sistemas externos, permitiendo el intercambio de datos de manera ordenada y consistente. Esto facilita la articulación con entidades nacionales, territoriales y otros actores, evitando la duplicación de esfuerzos y fortaleciendo la gestión integral de la información.
- *Escalabilidad:* la propuesta considera la posibilidad de crecimiento y evolución del sistema en el tiempo. Esto implica que la plataforma pueda incorporar nuevas fuentes de datos, funcionalidades o áreas geográficas, sin afectar su funcionamiento ni requerir reconstrucciones complejas.
- *Apropiación social del conocimiento:* se promueve el uso y la comprensión de la información por parte de la ciudadanía y los actores locales, reconociendo su papel en la gestión del territorio. A través de herramientas claras y participativas, el sistema busca fortalecer el conocimiento colectivo y fomentar una cultura de prevención y cuidado de los recursos naturales.

7.2 Ejes de optimización

7.2.1 Plataforma tecnológica

La plataforma tecnológica constituye el soporte central para la integración, gestión y presentación de la información generada por el sistema de monitoreo. Su diseño busca facilitar el acceso a los datos, mejorar su interpretación y apoyar de manera efectiva la toma de decisiones.

- **Integración de datos:** La plataforma permite consolidar información proveniente de distintas fuentes, como estaciones de monitoreo, imágenes satelitales y reportes comunitarios. Esta integración facilita una visión unificada del territorio y evita la dispersión de la información, permitiendo análisis más completos y coherentes.
- **Visualización clara y jerarquizada:** La información se presenta de manera organizada y priorizada, utilizando mapas, capas temáticas y elementos gráficos que ayudan a resaltar los datos más relevantes. Esta jerarquización facilita que los usuarios identifiquen rápidamente las condiciones críticas, sin perder acceso al detalle cuando se requiere un análisis más profundo.
- **Alertas semaforizadas:** El sistema incorpora un esquema de alertas basado en colores tipo semáforo, que permite reconocer de forma inmediata el nivel de riesgo o condición del territorio. Esta representación visual simplifica la interpretación de la información y favorece una respuesta oportuna ante situaciones que requieren atención.

7.2.2 Gobierno del dato

El gobierno del dato es un elemento fundamental para asegurar que la información generada y utilizada por la plataforma sea confiable, consistente y útil a lo largo del tiempo. Este enfoque permite establecer reglas claras sobre cómo se gestionan los datos, quién los utiliza y de qué manera se garantiza su calidad.

- **Catálogo de metadatos:** la propuesta contempla la organización de la información a través de un catálogo de metadatos que describa el origen, las características y el alcance de cada conjunto de datos. Esto facilita la comprensión y el uso adecuado de la información por parte de los distintos usuarios, además de mejorar su localización y reutilización.
- **APIs interoperables:** se promueve el uso de interfaces de programación que permitan el intercambio de información con otros sistemas y plataformas de forma sencilla y estandarizada. Estas APIs facilitan la interoperabilidad,

fortalecen la integración institucional y permiten que la información pueda ser aprovechada por diferentes actores sin duplicar esfuerzos.

- Trazabilidad de la información: la trazabilidad garantiza que sea posible conocer el recorrido de los datos desde su origen hasta su visualización o uso final. Esto permite identificar cuándo, cómo y por quién fue generada o modificada la información, fortaleciendo la transparencia, la confianza y el control sobre los datos.

7.2.3 Articulación comunitaria

La articulación con las comunidades es un componente clave de la propuesta, ya que permite integrar el conocimiento local con la información técnica generada por el sistema. Este enfoque fortalece la participación ciudadana y contribuye a una gestión del riesgo y del recurso hídrico más cercana al territorio.

- Reportes comunitarios: el sistema incorpora un mecanismo que permite a la comunidad reportar eventos relevantes, como inundaciones, deslizamientos u otras situaciones de riesgo. Estos reportes se integran al visor y complementan la información técnica, aportando una visión directa de lo que ocurre en el territorio.
- Retroalimentación al sistema: la información aportada por la comunidad no solo se visualiza, sino que también sirve como insumo para mejorar el sistema. Esta retroalimentación permite validar datos, identificar nuevas necesidades y ajustar los procesos de monitoreo y comunicación, fortaleciendo la calidad de la información disponible.
- Uso de información en decisiones cotidianas: al facilitar el acceso a información clara y comprensible, el sistema promueve que las comunidades utilicen estos datos en su vida diaria. Esto puede apoyar decisiones relacionadas con la prevención de riesgos, la planificación de actividades, el manejo del recurso hídrico y la protección de las personas y el entorno, fomentando una cultura de autocuidado y gestión del territorio.

8 Desarrollo del Geovisor Web (Producto 3)

8.1 Objetivo del Geovisor

El visor permite organizar y gestionar de manera ordenada la información relacionada con las lluvias, los niveles de los ríos y el estado de los embalses. Cada

uno de estos elementos se registra de forma independiente, lo que facilita su consulta, análisis y actualización constante.

Toda esta información se integra en una plataforma con un mapa interactivo que funciona como eje central del sistema. A través de este mapa, los usuarios pueden visualizar los datos de monitoreo de forma conjunta, superponiéndolos sobre los límites político-administrativos y las cuencas de la jurisdicción. Esto facilita una comprensión más clara del comportamiento del recurso hídrico en el territorio, permitiendo identificar patrones, zonas críticas y apoyar la toma de decisiones de manera oportuna.

8.2 Arquitectura general

- Fuentes de datos: Las fuentes de los datos es diversa y combina fuentes previamente usadas por la CAR para realizar el monitoreo de las variables a través de sus equipos y estaciones, adicional se integran datos aportados por las comunidades y organizaciones de base comunitaria que empiezan a contribuir en la labor de monitoreo alrededor del recurso hídrico.
 - Red de estaciones CAR: La red de estaciones de la CAR se gestiona a partir de información geográfica que permite ubicar e identificar cada estación dentro del territorio. Para ello, se utilizan archivos que contienen los datos de localización y el inventario de las estaciones, los cuales facilitan su visualización y organización dentro del sistema. Los datos recolectados por las estaciones, como las mediciones de lluvia, niveles de agua y temperatura, se incorporan a la plataforma mediante procesos de carga periódica de archivos, generalmente en formatos como Excel o CSV. Estos archivos son procesados por el sistema para estructurar la información y dejarla disponible para su consulta. Actualmente, la información procesada se pone a disposición a través de servicios de consulta que permiten acceder a los datos desde otras aplicaciones o módulos del sistema. Sin embargo, en el análisis realizado en el diagnóstico se identifica que no se cuenta con servicios en la CAR que permitan conectarse a los datos de estaciones de forma directa, por lo que se plantea que a futuro esta capacidad se pueda integrar.
 - Información satelital: La plataforma se encuentra integrada directamente con servicios externos proporcionados por el IDEAM, lo que permite incorporar información oficial y actualizada proveniente

de esta entidad. Esta integración facilita el acceso continuo a datos relevantes sin necesidad de procesos manuales de carga o actualización. En el visor web se muestran imágenes satelitales infrarrojas del satélite GOES, enfocadas en el departamento de Cundinamarca. Estas imágenes se superponen sobre el mapa para facilitar su interpretación espacial, permitiendo a los usuarios observar la evolución de las condiciones atmosféricas en el territorio. La información se obtiene desde los servicios públicos del IDEAM y se actualiza de forma automática cada tres minutos, asegurando que los datos visualizados sean recientes y útiles para el monitoreo y el análisis.

- **Procesamiento y visualización:** El sistema cuenta con un componente de procesamiento de información en el servidor, desarrollado bajo una estructura organizada que separa la lógica del sistema, la presentación y el acceso a los datos. A través de esta estructura, se gestionan las solicitudes de información y se generan tanto las vistas del visor de mapas como los servicios de consulta que suministran los datos necesarios para su visualización. En el componente visual, la plataforma utiliza herramientas especializadas para la presentación de información geográfica. El mapa interactivo permite ubicar y explorar las estaciones de monitoreo de forma sencilla, agrupándolas automáticamente cuando se encuentran cercanas entre sí para facilitar la lectura y navegación. Al seleccionar una estación, el usuario puede acceder a gráficos simples que muestran la evolución de las variables medidas a lo largo del tiempo, integrados directamente en la vista del mapa. Adicionalmente, el sistema incorpora capacidades para el manejo de información geoespacial, permitiendo adaptar y transformar coordenadas según sea necesario y leer distintos tipos de archivos con información territorial. Esto facilita la integración de datos provenientes de diversas fuentes y formatos, mejorando la flexibilidad del visor y la comprensión espacial de la información presentada.

8.3 Diagrama de flujo

Vista general de la arquitectura y flujo de datos entre los componentes Web, Base de Datos y App Móvil.

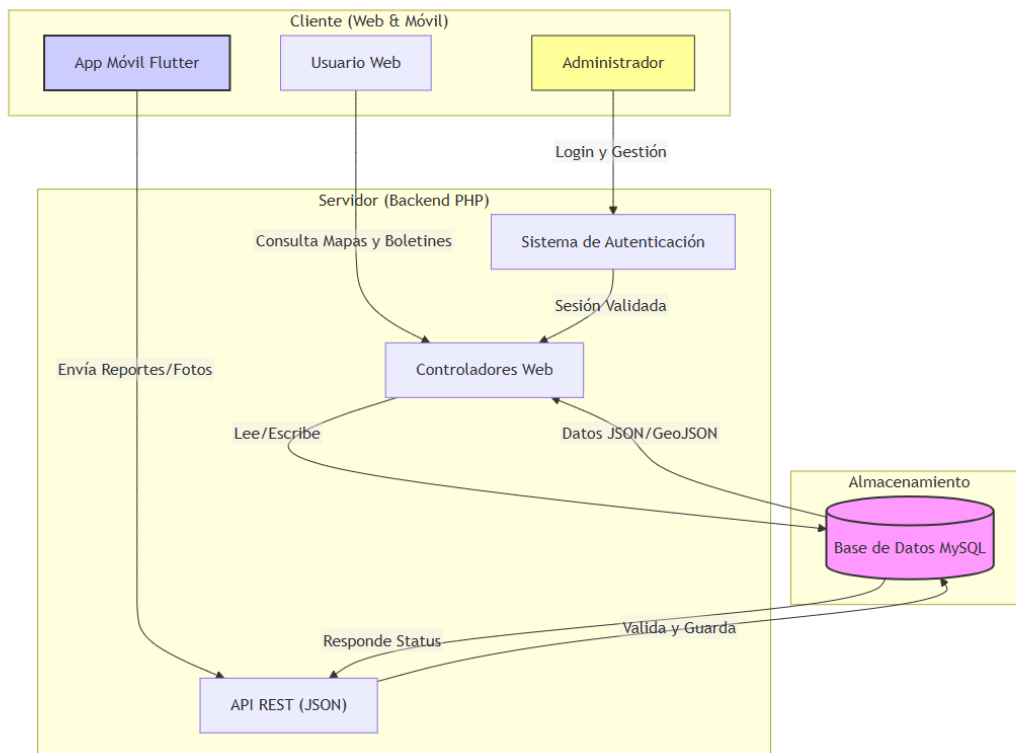


Ilustración 1. Diagrama de flujo visor web, base de datos y app móvil

8.4 Funcionalidades principales

- **Visualización en tiempo real:** La plataforma cuenta con capacidades parciales de visualización en tiempo real. Por un lado, la información proveniente de las imágenes satelitales se actualiza de manera automática y frecuente, lo que permite observar cambios recientes en las condiciones atmosféricas del territorio casi de forma inmediata. De igual forma, los denominados *Reportes Comunitarios* se muestran de manera dinámica dentro del visor, permitiendo que la información reportada por la comunidad esté disponible para su consulta sin retrasos significativos. Sin embargo, los datos correspondientes a las estaciones de monitoreo no se actualizan de forma continua. Su visualización depende de la periodicidad con la que se cargan los archivos de datos o se actualiza la base de datos correspondiente, por lo que la información reflejada en el mapa puede no representar el estado más reciente en tiempo real estricto. Lo que significa una oportunidad de mejora, ya que cuando se cuente con estos servicios en CAR la plataforma ya permite que se integren sin mayor contratiempo.
- **Pronósticos diarios, semanales y mensuales:** La información de pronósticos se presenta actualmente con un enfoque principalmente informativo y de

consulta estática. Los pronósticos diarios, semanales y mensuales se ponen a disposición de los usuarios a través de documentos tipo boletín, los cuales son generados y gestionados dentro del sistema y se ofrecen como archivos descargables para su revisión. En general, el sistema cumple una función informativa clara, pero la representación espacial de los pronósticos es básica y no permite una exploración más profunda o dinámica de la información directamente desde el mapa, cuando el equipo CAR integre en sus labores la generación de pronósticos, el visor podrá integrarlos de forma dinámica.

- **Panel de alertas:** El sistema de alertas se encuentra organizado y visualizado a través de diferentes capas dentro del mapa interactivo, lo que permite al usuario activar o desactivar la información según sus necesidades y facilitar la interpretación del territorio. Cada tipo de alerta cuenta con una representación visual diferenciada que ayuda a identificar rápidamente su naturaleza y nivel de importancia. Las alertas hidrológicas se muestran mediante marcadores con forma triangular ubicados sobre los puntos de monitoreo de los ríos. Estos marcadores cambian de color de acuerdo con el nivel del río, utilizando una escala fácilmente reconocible que va desde condiciones normales hasta estados críticos. De esta manera, el usuario puede identificar de forma rápida las zonas que se encuentran en vigilancia, alerta o riesgo elevado. Por su parte, los reportes comunitarios funcionan como un sistema de alertas participativas, en el que los ciudadanos pueden informar sobre eventos como inundaciones o deslizamientos. Estos reportes se reflejan en el mapa con distintos niveles de severidad, permitiendo complementar la información técnica con la percepción y experiencia directa de la comunidad en el territorio. Adicionalmente, el sistema incluye la visualización del Índice de Calidad del Agua (ICA), representado mediante un esquema tipo semáforo. Esta representación facilita la comprensión del estado del agua en diferentes puntos, permitiendo identificar de forma sencilla si la calidad es adecuada, regular o deficiente, directamente desde el mapa.
- **Capas temáticas por cuenca:** La plataforma cuenta con una capa temática dedicada a la representación de las cuencas hidrográficas, la cual se encuentra completamente implementada y disponible dentro del visor de mapas. Esta capa permite identificar de manera clara los límites de cada cuenca presente en el territorio, facilitando la comprensión de la

organización natural del recurso hídrico. Cada cuenca se muestra con una coloración diferenciada, lo que ayuda a distinguirlas visualmente entre sí y a realizar comparaciones de forma sencilla. Además, el sistema permite aplicar filtros visuales sobre esta información, de manera que el usuario pueda enfocarse en una cuenca específica según sus necesidades de análisis. La información presentada en el mapa se encuentra vinculada directamente a estas cuencas. Tanto las estaciones de monitoreo como los boletines y otros elementos informativos incluyen referencias claras a la cuenca a la que pertenecen, lo que aporta contexto territorial y mejora la interpretación de los datos disponibles. En conjunto, esta funcionalidad fortalece el análisis por cuenca hidrográfica y permite una lectura más integrada de la información ambiental dentro de la plataforma.

8.5 Diagrama Entidad-Relación

A continuación, se muestran los elementos de la base de datos mas relevantes identificados a la fecha, esto podría variar eventualmente si se requiere implementar nuevas funcionalidades

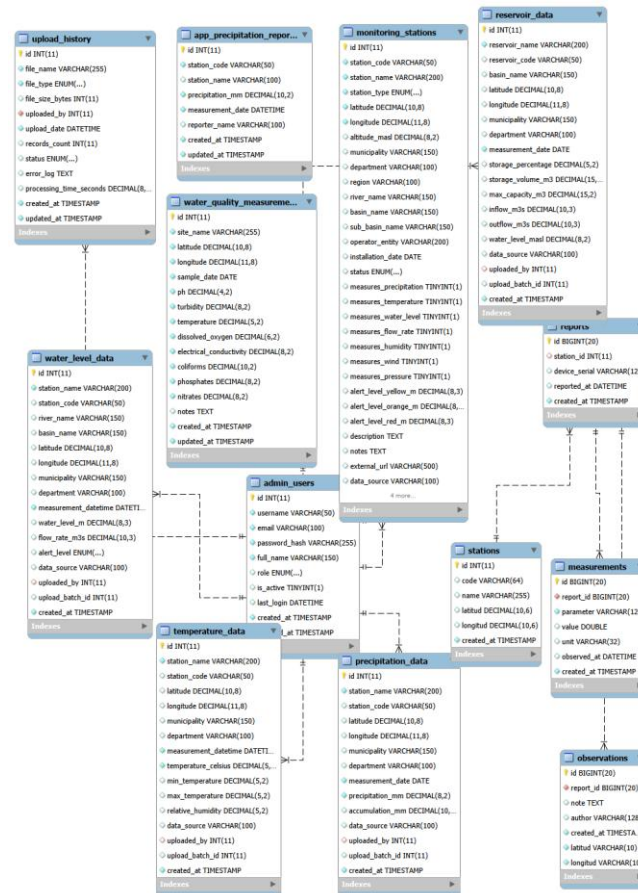


Ilustración 2. Diagrama entidad-relación visor web

8.6 Usuarios objetivo

El aplicativo está diseñado para atender las necesidades de distintos tipos de usuarios, cada uno con roles y niveles de acceso diferenciados, de acuerdo con sus responsabilidades y funciones dentro del sistema. Esta segmentación permite que la información sea utilizada de manera adecuada y eficiente por cada grupo.

Los equipos técnicos de la CAR cuentan con un acceso más amplio a la plataforma, lo que les permite consultar información detallada, gestionar datos técnicos y operar herramientas de análisis y seguimiento. Este grupo de usuarios también es responsable de la carga y actualización de la información, así como de la administración de los tableros de control que apoyan el monitoreo y la toma de decisiones técnicas.

Las entidades territoriales utilizan la plataforma principalmente como una herramienta de consulta y apoyo a la gestión. A través del visor y de los boletines

informativos, pueden conocer el estado de las cuencas, identificar alertas vigentes y contar con información clave que respalde la toma de decisiones y la planificación de acciones preventivas o de respuesta.

Finalmente, las comunidades desempeñan un rol activo dentro del sistema mediante el módulo de *Reportes Comunitarios*. Este componente les permite tanto informarse sobre los riesgos presentes en su entorno como aportar información local relevante, fortaleciendo la participación ciudadana y complementando el monitoreo técnico con conocimiento territorial directo.

9 Plantilla de Reporte Comunitario, APP Movil (Producto 4)

9.1 Objetivo de desarrollo de la aplicación

La aplicación tiene como objetivo ofrecer una herramienta móvil que facilite la recolección de información directamente en campo y el acceso a datos hidrometeorológicos de manera práctica y oportuna. Su diseño busca apoyar las labores de monitoreo y seguimiento, permitiendo a los usuarios registrar información incluso en zonas con conectividad limitada.

La aplicación incorpora capacidades de funcionamiento sin conexión, lo que permite capturar datos y almacenarlos de forma local para su posterior sincronización cuando se disponga de acceso a internet. Adicionalmente, se prioriza una experiencia de uso accesible y sencilla, con una interfaz pensada para facilitar la consulta de información y el registro de datos por parte de distintos tipos de usuarios, independientemente de su nivel técnico.

9.2 Justificación del reporte comunitario

El reporte comunitario se justifica como un mecanismo clave para complementar la información obtenida a través de los instrumentos técnicos de monitoreo. Si bien las estaciones y sistemas automatizados proporcionan datos fundamentales, la participación de la comunidad permite incorporar observaciones directas sobre eventos y situaciones que pueden no ser captadas de inmediato por los sensores.

Además, este enfoque fortalece la apropiación comunitaria de la información y del sistema, al reconocer a la ciudadanía como un actor activo en la gestión del territorio. Al permitir que las personas reporten y consulten información relevante sobre su entorno, se promueve una mayor conciencia del riesgo, se fomenta el uso responsable de la información y se contribuye a la construcción colectiva de conocimiento para la prevención y la toma de decisiones informadas.

Este reporte comunitario va en dos vías:

- La información que emite la comunidad de medición de parámetros hidrometeorológicos y calidad agua, y los reportes de eventos naturales que estén ocurriendo en la zona, desde tiempo soleado, hasta deslizamientos e inundaciones.
- La información proveniente de los boletines emitidos por parte de la CAR, de manera resumida y directa, para que la comunidad pueda tomar acción bajo las condiciones reinantes en un sector.

Propuesta de reporte comunitario que recibiría la comunidad por parte de la CAR:

Río Bogotá

27/11/2025 10:30 a. m.

Jurisdicción CAR – Sistema de Repote Comunitario

¿Qué está pasando? (Últimas 24 horas)

Durante las últimas 24 horas predominó el tiempo seco en la cuenca, sin lluvias significativas.

- Tausa 0,0 mm
- Zipaquirá 0,0 mm
- Cogua 0,0 mm

Condiciones actuales (AHORA)

Actualmente se presenta tiempo seco en toda la cuenca.

Nivel actual: Nivel Verde

Recomendación: No se requiere acciones especiales

¿Sabías qué?

La precipitación es cualquier hidro-meteoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie.

Ilustración 3. Reporte comunitario

9.3 Alcance de la APP

Esta aplicación móvil se contempla bajo un enfoque de desarrollo e implementación de una solución integral orientada al monitoreo participativo de variables ambientales con una visión de ciencia ciudadana. Esta solución articula la recolección de información en campo, la participación comunitaria y la

visualización de datos georreferenciados, con el fin de apoyar el análisis ambiental y la toma de decisiones.

- *Monitoreo de calidad de agua:* El proyecto incluye el registro detallado de parámetros fisicoquímicos asociados a la calidad del agua, tales como pH, turbidez, temperatura, oxígeno disuelto, entre otros. Estos datos pueden ser capturados directamente en campo y se encuentran asociados a una ubicación geográfica específica, lo que permite contextualizar la información dentro del territorio y facilitar su análisis espacial.
- *Monitoreo hidrometeorológico:* La solución permite la captura y consulta de información hidrometeorológica, incluyendo datos de precipitación y niveles de cuerpos de agua registrados por estaciones de monitoreo. Esta información se integra al sistema para su visualización y seguimiento, contribuyendo al análisis de las condiciones climáticas e hidrológicas de las cuencas.
- *Gestión de eventos y desastres:* la aplicación contempla un módulo para el reporte oportuno de eventos y situaciones de riesgo, tales como incidentes climáticos, hidrológicos o desastres naturales. Los reportes incluyen categorización del tipo de evento, ubicación geográfica y observaciones descriptivas, lo que permite documentar y visualizar la ocurrencia de estos eventos en tiempo casi real y fortalecer los procesos de atención y prevención.
- *Visualización de la información:* Toda la información recolectada se integra en un entorno de visualización basado en mapas georreferenciados. Este componente permite consultar de manera conjunta las estaciones de monitoreo, los reportes comunitarios y los eventos registrados, facilitando una comprensión territorial de la información y apoyando el análisis y la toma de decisiones por parte de los diferentes usuarios del sistema.

9.4 Estructura de la aplicación

El proyecto está desarrollado utilizando Flutter como tecnología principal, lo que permite construir una aplicación móvil multiplataforma a partir de un único código base. Gracias a este enfoque, la aplicación puede desplegarse tanto en dispositivos Android como iOS, asegurando consistencia en el funcionamiento, la experiencia de usuario y facilitando el mantenimiento y la evolución del sistema.

9.5 Componentes principales

- **Vistas de usuario:** Incluyen las pantallas y formularios con los que interactúan los usuarios, como los módulos de reporte de eventos, captura de información en campo y visualización de mapas. Estas vistas están diseñadas para facilitar la interacción y el acceso a la información de manera intuitiva.
- **Servicios:** Agrupan la lógica encargada de la comunicación con los servicios externos y la gestión de datos. Este componente maneja el intercambio de información con las APIs, así como el almacenamiento y la recuperación de datos desde la base de datos local del dispositivo, garantizando el funcionamiento tanto en línea como fuera de línea.
- **Gestión del estado:** Este componente se encarga de administrar el estado global de la aplicación, como la autenticación de usuarios, el idioma y otros parámetros de configuración. Su uso permite que la aplicación mantenga un comportamiento consistente y sincronizado entre las distintas pantallas.
- **Definiciones de datos:** Contiene las definiciones estáticas y estructuras base utilizadas por la aplicación, como los tipos de eventos que pueden ser reportados. Esto permite estandarizar la información y asegurar coherencia en los datos recolectados.

9.6 Diagrama de flujo

Para entender el funcionamiento de la aplicación en sus elementos generales se adjunta el diagrama de flujo que permite visualizar los elementos críticos de esta

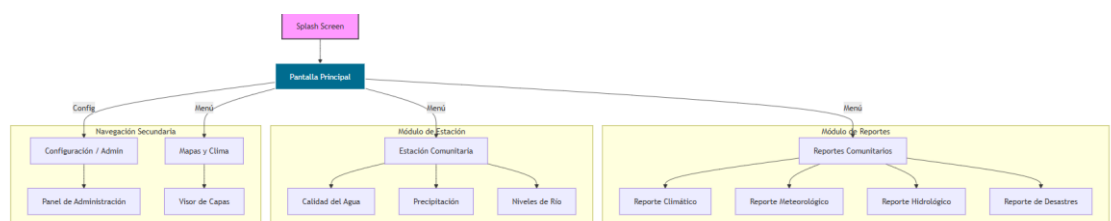


Ilustración 4. Diagrama de flujo app móvil

9.7 Tipo de modelo y tecnología

La aplicación adopta un enfoque de desarrollo orientado a un cliente móvil con capacidades avanzadas de procesamiento y almacenamiento local. Este modelo permite que la aplicación funcione de manera autónoma en campo, incluso en

escenarios donde la conectividad a internet es limitada o inexistente, garantizando la continuidad en la captura de información.

9.8 Enfoque de desarrollo

El sistema está diseñado como una aplicación móvil con un modelo de funcionamiento denominado *offline-first*. Esto significa que la aplicación prioriza el uso local de la información y no depende de una conexión permanente para operar. Este enfoque resulta especialmente adecuado para trabajos de monitoreo ambiental en zonas rurales o de difícil acceso.

9.9 Diagrama de actividades

Este diagrama ilustra el proceso lógico que sigue la aplicación cuando un usuario crea un reporte, destacando el soporte para funcionamiento "Offline-First".

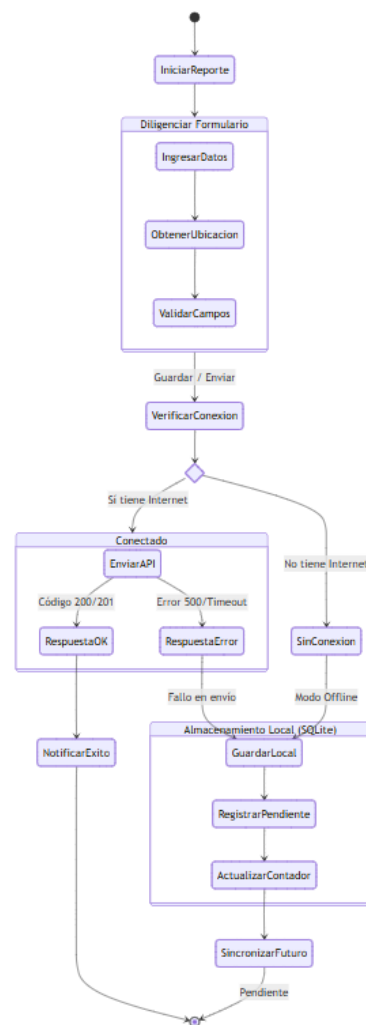


Ilustración 5. Diagrama de actividades app móvil

9.10 Modelo de datos y persistencia local

La aplicación utiliza una base de datos local en el dispositivo para almacenar temporalmente la información recolectada en campo. Esta base de datos permite gestionar distintos tipos de registros, como mediciones de calidad de agua, reportes de precipitación y datos de estaciones de monitoreo. De esta manera, los datos permanecen disponibles y seguros incluso cuando no hay conexión a internet.

9.11 Sincronización de la información

El proceso de sincronización sigue un modelo de almacenamiento y envío diferido. En primer lugar, los datos se guardan localmente en el dispositivo y, una vez se restablece la conectividad, se envían automáticamente al sistema central. Este mecanismo asegura que la información recolectada no se pierda y que el sistema pueda operar de forma confiable en condiciones variables de conectividad.

9.12 Interacción con servicios externos

La comunicación entre la aplicación móvil y el sistema central se realiza mediante servicios de intercambio de información, lo que permite enviar y recibir datos de forma segura. Esta interacción garantiza que la información capturada en campo se integre correctamente con la plataforma centralizada, facilitando su análisis, visualización y uso institucional.

9.13 Diagrama general reporte de eventos

A continuación, se representa de forma general el funcionamiento de los reportes de eventos que contemplan los diferentes componentes del sistema

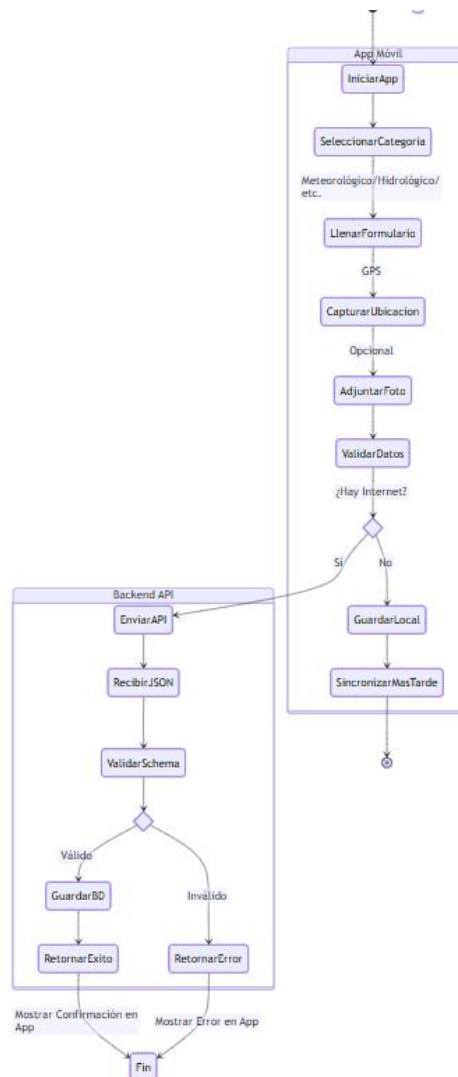


Ilustración 6. Diagrama de actividades reporte de eventos

10 Resultados y Productos Entregados

El desarrollo del Componente 3 permitió avanzar de manera concreta en el fortalecimiento del sistema de monitoreo hidrometeorológico de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), a partir de un proceso que combinó análisis técnico, trabajo colaborativo y construcción conjunta de soluciones. Los resultados alcanzados se reflejan tanto en los productos entregados como en las capacidades fortalecidas durante la implementación.

En cuanto a los productos, el componente dejó como principal resultado un diagnóstico integral del sistema de monitoreo y alertas hidrometeorológicas, que permitió comprender con mayor claridad cómo operan las capacidades existentes,

identificar fortalezas y reconocer oportunidades de mejora. A partir de este ejercicio, se formuló una propuesta de optimización orientada a ordenar, articular y poner en valor los procesos y herramientas ya disponibles en la CAR, priorizando mejoras realistas y sostenibles, sin la creación de sistemas paralelos.

Como parte de este proceso, se diseñó e implementó un geovisor web que integra información hidrometeorológica relevante y la presenta de forma clara y accesible, facilitando su consulta por parte de equipos técnicos, entidades territoriales y otros actores. De manera complementaria, se desarrolló una plantilla de reporte comunitario que busca fortalecer la comunicación bidireccional entre la CAR y las comunidades, reconociendo el aporte de los actores locales en la generación de información clave para la gestión del riesgo y la prevención.

Más allá de los productos específicos, el valor agregado del Componente 3 al proyecto se expresa en la manera en que contribuyó a fortalecer una visión compartida del sistema de monitoreo hidrometeorológico como un proceso colectivo y estratégico. El componente favoreció la articulación entre distintas áreas de la CAR, promovió espacios de diálogo técnico y ayudó a reducir brechas en la comprensión y uso de la información hidrometeorológica para la toma de decisiones.

Asimismo, el enfoque participativo y la incorporación de herramientas orientadas a distintos públicos permitieron acercar la información técnica al territorio, reforzando la confianza, la apropiación y el uso práctico de los datos. En este sentido, el Componente 3 no solo entregó productos concretos, sino que dejó capacidades instaladas y aprendizajes compartidos que sientan bases sólidas para la sostenibilidad y evolución futura del sistema, en coherencia con los objetivos del proyecto y con los principios de seguridad hídrica, gestión del riesgo y gobernanza del agua.

11 Lecciones Aprendidas y Buenas Prácticas

La implementación del Componente 3 dejó un conjunto de aprendizajes valiosos que trascienden los productos entregados y se relacionan directamente con la forma en que se conciben, gestionan y sostienen los sistemas de monitoreo hidrometeorológico en contextos institucionales y territoriales complejos.

Desde el punto de vista técnico, una de las principales lecciones fue confirmar que la efectividad de un sistema de monitoreo no depende únicamente de la cantidad de estaciones, modelos o plataformas disponibles, sino de la coherencia entre sus

componentes y de la claridad con la que la información fluye a lo largo del sistema. La experiencia mostró que, en muchos casos, los desafíos no estaban asociados a la ausencia de capacidades técnicas, sino a la necesidad de ordenarlas, integrarlas y ponerlas al servicio de objetivos claros. Asimismo, se evidenció la importancia de adaptar los productos técnicos al contexto institucional y a las capacidades reales de operación y mantenimiento, priorizando soluciones robustas, comprensibles y sostenibles en el tiempo.

En el ámbito institucional, el proceso permitió reconocer que los sistemas de monitoreo y alerta temprana son, ante todo, construcciones colectivas. La articulación entre áreas técnicas, gestión del riesgo, comunicaciones y tecnologías de la información resultó ser un factor crítico para el fortalecimiento del sistema. Una lección clave fue que los cuellos de botella no suelen estar en las personas, sino en los procesos, los flujos de información y la falta de espacios de coordinación. Cuando se generan instancias de diálogo técnico y se promueve una visión compartida del sistema, es posible avanzar hacia soluciones conjuntas y reducir tensiones internas, fortaleciendo la gobernanza institucional alrededor del monitoreo hidrometeorológico.

Desde la dimensión comunitaria, el proceso reafirmó que las comunidades no son únicamente receptoras de información, sino actores clave en la generación, validación y uso del conocimiento. La incorporación de mecanismos de reporte comunitario y de comunicación bidireccional evidenció que el valor de la información hidrometeorológica aumenta cuando esta se construye con y para los territorios. Una lección importante fue entender que la confianza se fortalece cuando la información es clara, oportuna y relevante para las realidades locales, y cuando se reconoce el conocimiento y la experiencia de los actores comunitarios como parte integral del sistema de alertas.

En cuanto a los aprendizajes tecnológicos, la experiencia puso de relieve que la tecnología debe ser un medio y no un fin. Herramientas como los geovisores y las plataformas de visualización resultan efectivas en la medida en que responden a necesidades concretas de los usuarios y facilitan la comprensión de la información. Se aprendió que la simplicidad, la accesibilidad y la interoperabilidad son tan importantes como la sofisticación tecnológica. Asimismo, la adopción de enfoques de datos abiertos y estándares comunes contribuye a ampliar el alcance de la información, fortalecer la transparencia y facilitar la articulación con otras plataformas e instituciones.

En conjunto, estas lecciones aprendidas refuerzan la importancia de abordar el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico desde una mirada integral, que combine rigor técnico, articulación institucional, participación comunitaria y soluciones tecnológicas apropiadas. Más allá de los productos desarrollados, el proceso dejó capacidades instaladas, aprendizajes compartidos y una base sólida para la evolución futura del sistema hacia esquemas de alerta temprana más inclusivos, eficientes y orientados al territorio.

12 Recomendaciones para el Escalamiento

El sistema propuesto ha sido concebido con una visión de crecimiento progresivo, que permite ampliar su alcance y funcionalidad en función de las necesidades institucionales identificadas por la CAR y de los retos futuros en la gestión ambiental del territorio. Su diseño modular y su enfoque en la integración de datos facilitan la incorporación de nuevos componentes sin afectar la operación de los módulos existentes.

Uno de los principales escenarios de crecimiento corresponde a la incorporación de nuevas variables ambientales, como el monitoreo de la calidad del aire. La estructura actual del sistema permitiría integrar estaciones, indicadores y visualizaciones asociadas a este componente, ampliando la capacidad de seguimiento ambiental y fortaleciendo una visión más integral del territorio.

De igual forma, el sistema presenta oportunidades para fortalecer la gestión del riesgo, mediante la consolidación de información hidrometeorológica, reportes comunitarios y alertas, así como la incorporación de nuevos tipos de eventos y niveles de análisis. Esto permitiría evolucionar hacia herramientas más robustas de apoyo a la prevención, preparación y respuesta ante emergencias.

Adicionalmente, se identifica un potencial de crecimiento en el desarrollo e integración de pronósticos, incluyendo productos derivados de modelos numéricos. La plataforma podría evolucionar desde un enfoque principalmente informativo hacia una mayor capacidad de análisis prospectivo, incorporando escenarios, tendencias y simulaciones que apoyen la planificación y la toma de decisiones a mediano y largo plazo.

Finalmente, el sistema está en capacidad de articularse con otros aplicativos y plataformas institucionales o externas, favoreciendo la interoperabilidad y el intercambio de información. Esta interconexión permitiría optimizar procesos,

reducir duplicidades y consolidar un ecosistema digital que fortalezca la gestión ambiental y del riesgo desde una perspectiva integrada.

En conjunto, estas oportunidades de escalamiento posicionan al sistema como una base sólida sobre la cual la CAR puede construir y ampliar sus capacidades tecnológicas, adaptándose de manera gradual a nuevas necesidades y prioridades institucionales.

13 Conclusiones

El desarrollo del Componente 3 permitió confirmar que el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo hidrometeorológico constituye un aporte estratégico a la seguridad hídrica del territorio, en la medida en que mejora la comprensión del comportamiento de las fuentes hídricas y facilita una gestión más informada, preventiva y articulada del recurso. El proceso adelantado con la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) evidenció que contar con información hidrometeorológica organizada, accesible y oportuna no solo apoya la atención de eventos extremos, sino que también fortalece la planificación, el manejo de embalses, la regulación del recurso y la toma de decisiones en escenarios de normalidad y de riesgo.

Desde la perspectiva de la gobernanza del agua, el Componente 3 contribuyó a consolidar una visión más integrada del sistema de monitoreo, entendida como un proceso institucional y territorial que articula actores, información y decisiones. El trabajo realizado permitió fortalecer los espacios de coordinación entre áreas internas de la CAR, mejorar los flujos de información y promover una comprensión compartida del rol estratégico del monitoreo hidrometeorológico. Asimismo, la incorporación de herramientas orientadas a distintos públicos y el reconocimiento del aporte de las comunidades reforzaron la idea de que la gobernanza del agua se construye a partir de la transparencia, el acceso a la información y la participación informada de los actores del territorio.

En un contexto de creciente variabilidad y cambio climático, la relevancia del sistema de alerta temprana se reafirma como un elemento clave para la adaptación climática. El fortalecimiento del SAT permitió avanzar hacia una gestión más anticipatoria del riesgo, en la que la información hidrometeorológica no se limita a describir lo que ocurre, sino que se convierte en un insumo para prepararse, reducir impactos y tomar decisiones oportunas. El enfoque adoptado, basado en la optimización de capacidades existentes, la mejora de la comunicación de la información y la articulación institucional sienta bases sólidas para que el sistema

continúe evolucionando hacia esquemas de alerta temprana más inclusivos, eficientes y orientados a las realidades del territorio.

En conjunto, el Componente 3 dejó como principal resultado no solo productos técnicos concretos, sino también capacidades fortalecidas, aprendizajes compartidos y una mayor apropiación del sistema de monitoreo hidrometeorológico como herramienta estratégica para la seguridad hídrica, la gobernanza del agua y la adaptación al cambio climático. El trabajo desarrollado demuestra que, cuando se combinan rigor técnico, diálogo institucional y enfoque territorial, es posible avanzar hacia soluciones sostenibles que aportan valor real a la gestión ambiental y al bienestar de las comunidades.

14 Anexos

Anexo 1: Capturas del Geovisor

Vista inicial: en esta vista el usuario puede interactuar con la información pública emitida por CAR con el fin de ubicar espacialmente los elementos de su interés, tales como jurisdicción político-administrativa de la corporación, eventos reportados en ese rango espacial, reportes de calidad de agua, entre otros.

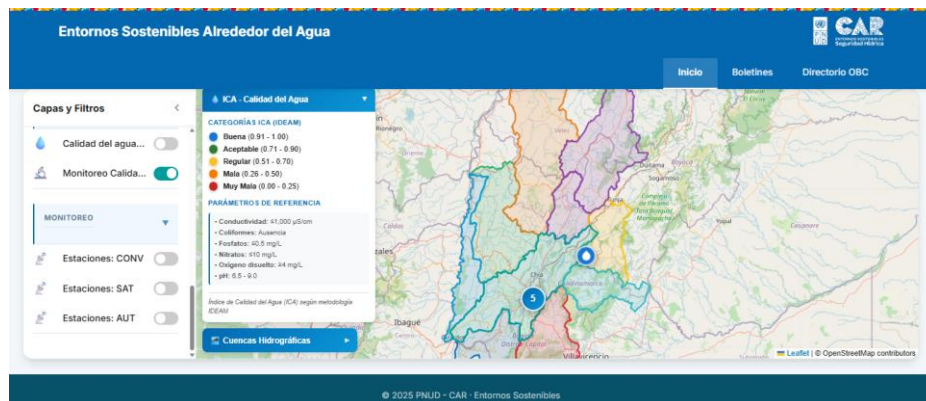


Ilustración 7. Vista inicial visor web

Boletines hidrológicos, meteorológicos y demás: en esta sección el usuario podrá encontrar de forma directa los últimos documentos emitidos por la corporación que pueden ser de su interés general.

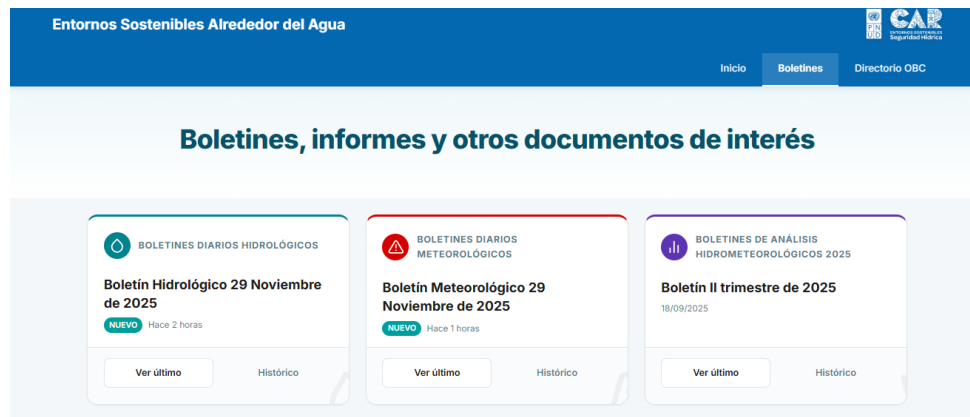


Ilustración 8. Vista boletines

- Capturas de la APP

Vistas app móvil: a continuación, se muestran las vistas de los diferentes módulos con los que cuenta la app, de izquierda a derecha se observa la vista inicial que encuentra el usuario donde puede navegar por cada una de las opciones, modulo de calidad para tomar los datos de calidad de agua, reporte de eventos climáticos y/o de desastres, eventos meteorológicos de observación y toma de datos de las estaciones hidrometereológicas



Ilustración 9. App móvil

ANEXOS

Anexo 2: Cronograma de entregas versiones aplicativos (Geovisor y app)

Anexo 3: Actas mesas técnicas PNUD-CAR

Anexo 4: Informes Visitas

Anexo 5: Encuesta

Anexo 6: Formatos desarrollados PNUD-CAR (sujetos a actualización periódica según entrega de versiones)