



Municipalidad
San Antonio de Areco



Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco

(PD_RRI San Antonio de Areco)

Diciembre de 2025 - Versión B

Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco

(PD_RRI San Antonio de Areco)

Rev.	Fecha	Descripción	Elaboración	Revisión
A	17/12/2025	Versión de emisión.	PGR	PGR
B	22/12/2025	Versión final	PGR	

Diciembre de 2025 - Versión B

Ficha Técnica

1. Documento Informe técnico	2. Código 2025-PDRRIA_B	3. Referencia al archivo original Plan Director RRI Areco - Convenio específico - Informe 1 - Versión B - PGR.docx		
4. Título y subtítulos: Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco (PD_RRI San Antonio de Areco)		5. Fecha de publicación [Fecha de publicación]		
		6. Tipo de documento Versión B (B - versión a revisión)		
7. Documento realizado para: Convenio específico UNSAdA - Municipalidad de San Antonio de Areco		8. Identificación abreviada: MSAdA (Municipalidad de San Antonio de Areco) UNSAdA (Universidad de San Antonio de Areco)		
		9. Autoridades: Jerónimo Ainchil Francisco Ratto <u>Rector</u> <u>Intendente</u>		
10. Referentes del convenio: Ramón Ojeda - MSAdA Nahuel Filippini – UNSAdA		11. Referentes técnicos Sofía Scarano - MSAdA Pablo Romanazzi - UNSAdA		
12. Cítese: "Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco - (PD_RRI San Antonio de Areco)"; Versión B; Convenio específico UNSAdA - Municipalidad de San Antonio de Areco.				
13. Síntesis: <ul style="list-style-type: none"> • Este informe se emite en cumplimiento de los hitos establecidos en el Anexo II (Cronograma) del Convenio Específico PRRRI Areco. • Su contenido se elaboró con base en los insumos disponibles al cierre del Bloque A, incluyendo la capitalización de desarrollos previos del equipo (Proyecto SOURCE, instrumentación IoT y metodologías de índices) aplicables al contexto local. 				
14. Palabras clave Monitoreo hidrometeorológico - Riesgo hidrológico – Inundaciones.		15. Tamaño y fecha del archivo protegido 1724,00 Kbytes [Fecha de publicación]		
16. Confidencialidad Sujeto a cláusula 7ª de Informes y confidencialidad por Convenio específico del 22/10/2025	17. Nro. de páginas 15	18. Nro. de figuras 4	19. Nro. de tablas 2	20. Nro. de mapas 10

Plan Director para la Reducción del Riesgo por Inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco

(PD_RRI San Antonio de Areco)

Versión B

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	SÍNTESIS EJECUTIVA.....	5
2	ACTIVIDADES REALIZADAS.....	6
2.1	RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES Y SISTEMATIZACIÓN DOCUMENTAL	6
2.2	INVENTARIO INICIAL DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DRENAJE	6
2.3	BASES DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICAS Y CARTOGRAFÍA TEMÁTICA	6
2.4	ARTICULACIÓN METODOLÓGICA CON SOURCE-UNSA DA.....	6
2.5	GESTIÓN, TRAZABILIDAD Y CONTROL DE CALIDAD.....	7
3	DIAGNÓSTICO (PRODUCTO FINAL DEL BLOQUE A)	8
3.1	CARACTERIZACIÓN DE LAS INUNDACIONES EN SAN ANTONIO DE ARECO	8
3.2	PELIGROSIDAD RELATIVA Y FOCO EN SEGURIDAD DE LAS PERSONAS.....	8
3.3	IMPLICANCIAS PARA LA ALERTA TEMPRANA: PRIORIZACIÓN DEL IHA	8
3.4	CONSECUENCIAS PARA EL PRRRI ARECO (ORIENTACIÓN DEL BLOQUE B).....	9
3.5	CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO.....	9
4	PRODUCTOS ENTREGADOS Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL BLOQUE A	11
5	PLAN DE TRABAJO PARA EL BLOQUE B (MESES 2-4).....	12
6	ANEXOS DE PUBLICACIONES TIPO DEL CEMAH	14
7	ANEXO MAPAS (FUENTE PROPIA CON RECURSOS ABIERTOS).....	15

1 SÍNTESIS EJECUTIVA

El presente Informe de Avance N° 1 documenta la ejecución y los productos del Bloque A del Plan de Trabajo del PRRI Areco, correspondiente a los Meses 1–2. En este período se completaron las tareas de diagnóstico y construcción de bases de información: recopilación y análisis de antecedentes, inventario inicial de infraestructura hidráulica y drenaje, estructuración de bases de datos hidrometeorológicas y generación de cartografía temática inicial. Con la presentación de este informe se declara el Bloque A cumplido en su totalidad, habilitando el inicio del Bloque B (Relevamientos y modelación).

Asimismo, se incorporaron como insumos metodológicos y tecnológicos –para su adaptación al municipio– los desarrollos consolidados en esta cuenta de trabajo vinculados a: (i) el proyecto SOURCE (Sistema de Orientación Urbana ante Riesgos Climáticos Extremos) como referencia organizacional-operativa; (ii) el Pluviógrafo Digital de Pesada como estación hidrometeorológica de bajo costo con telemetría y respaldo local; y (iii) el Índice de Severidad de Tormentas (IST). A partir del diagnóstico local, se propone priorizar un Índice de Humedad Antecedente (IHA) como indicador principal para anticipar crecidas del río Areco, manteniendo el IST como indicador complementario de severidad de tormentas.

El Convenio Específico PRRI Areco establece un plan de ejecución de ocho (8) meses organizados en bloques temáticos (Anexo I del convenio citado) y un cronograma con hitos de informes (Anexo II del mismo documento).

El Bloque A –“Diagnóstico y bases de información”– comprende los Meses 1–2 y tiene como productos: (a) un informe diagnóstico preliminar y (b) una base cartográfica digital con capas temáticas. La entrega actual es el Informe 1 al finalizar el Mes 2.

En coherencia con el Convenio, el presente Informe N° 1 describe:

- (i) actividades realizadas;
- (ii) productos generados;
- (iii) diagnóstico inicial de la amenaza; y
- (iv) lineamientos técnicos para orientar el Bloque B (relevamientos y modelación) y la articulación con el Proyecto SOURCE-UNSAa.

2 ACTIVIDADES REALIZADAS

Se dividen en cinco actividades principales que se describen sucintamente a continuación.

2.1 RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES Y SISTEMATIZACIÓN DOCUMENTAL

Se realizó la recopilación de antecedentes relevantes para caracterizar la amenaza por inundación en el Partido de San Antonio de Areco, incluyendo información histórica de eventos, reportes técnicos disponibles, conocimiento local aportado por actores municipales y criterios normativos y metodológicos aplicables al diseño de planes de reducción de riesgo.

La sistematización se estructuró mediante matrices temáticas y criterios de trazabilidad para facilitar su uso en las etapas de modelación, protocolos y transferencia.

En esta actividad se concretó una transferencia bidireccional entre ambas partes, dando lugar a la creación de una base gemela de datos compatibles con sistemas de información geográfica tipo Qgis con formatos raster y vectorial junto a planillas de datos hidrometeorológicos que se cargaron como atributos de las estaciones disponibles.

2.2 INVENTARIO INICIAL DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DRENAJE

Se definió y completó el esquema de inventario inicial de infraestructura hidráulica y drenaje (urbano y rural), orientado a identificar elementos estructurales que condicionan la propagación de inundaciones: cursos de agua, canales, alcantarillas, pasos y cruces, obras lineales, puntos de estrangulamiento hidráulico y sectores con antecedentes de afectación. Este inventario se diseñó para su actualización progresiva durante el Bloque B con relevamientos planialtimétricos de detalle en áreas críticas.

2.3 BASES DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICAS Y CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Se estructuró la base de datos hidrometeorológica para organizar series temporales de precipitación y variables derivadas relevantes para alerta temprana (intensidad, acumulados móviles, persistencia, indicadores compuestos).

En paralelo, se conformó una base cartográfica digital inicial con capas temáticas orientadas a diagnóstico y a modelación (hidrografía, drenaje, áreas bajas, infraestructura crítica y elementos territoriales de referencia). La base quedó preparada para integrarse posteriormente a la plataforma SOURCE local y a tableros operativos.

2.4 ARTICULACIÓN METODOLÓGICA CON SOURCE-UNSA DA

En el marco de la articulación prevista con SOURCE-UNSA DA, se incorporaron y adaptaron criterios probados en proyectos previos bajo autoría y coordinación del responsable técnico, particularmente los desarrollos asociados a la creación de un Centro de Monitoreo de Amenazas

Hidrometeorológicas (CeMAH), instrumentación IoT (pluviógrafo digital de pesada) y algoritmos de indexación de severidad en tiempo real (IST).

El CeMAH se adopta como referencia para el diseño del esquema operativo local (recepción/validación de datos, publicación controlada, análisis, emisión de alertas, coordinación interáreas, comunicación pública y evaluación post-evento).

El Pluviógrafo Digital de Pesada se considera una estación base para robustecer la observación local de lluvia con alta resolución temporal, telemetría y respaldo local.

El IST se incorpora como índice de severidad de tormentas y comunicación pública; sin embargo, el diagnóstico local indica que la amenaza crítica para la seguridad de las personas está más asociada a crecidas del río Areco condicionadas por la humedad antecedente y la saturación de la cuenca, por lo que se propone priorizar el desarrollo y validación de un Índice de Humedad Antecedente (IHA) como indicador principal.

Las acciones de difusión del sistema SOURCE (noviembre–diciembre 2025 y antecedentes inmediatos), incluyen tres instancias de logros concretos:

- Presentación en las V Jornadas de Investigación e Innovación 2025 de la UNSAdA (San Antonio de Areco, 13/11/2025).
- Presentación en las VIII Jornadas Académicas de la RedVITEC en UNRC – Río Cuarto, Córdoba (3–5/12/2025), con el trabajo “SOURCE: Sistema de Orientación Urbana ante Riesgo Climático Extremo”.
- Obtención por concurso del subsidio FITBA 2025 en el marco del programa provincial que anunció el financiamiento de 98 proyectos de innovación. El proyecto SOURCE-UNSAdA fue uno de los seleccionados para esta edición.

2.5 GESTIÓN, TRAZABILIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

Se definieron criterios de organización, nomenclatura y control de versiones para la documentación, capas GIS y datasets. Se establecieron reglas básicas de control de calidad para series hidrometeorológicas (rangos, consistencia temporal, valores faltantes, duplicados) y un estándar de unidades orientado a interoperabilidad (lluvia en mm, intensidades en mm/h e índices reportados con un decimal).

3 DIAGNÓSTICO (PRODUCTO FINAL DEL BLOQUE A)

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS INUNDACIONES EN SAN ANTONIO DE ARECO

A partir de la recopilación de antecedentes y de la lectura integral del comportamiento hidrológico del sistema, se identifican dos mecanismos principales de inundación en el Partido de San Antonio de Areco:

- Inundación fluvial por crecida y desborde del río Areco: asociada a eventos de lluvia de alta duración y alto volumen, que conducen a la saturación generalizada de la cuenca y a condiciones extraordinarias de escorrentía, aumentando rápidamente los caudales y niveles del río hasta umbrales de desborde.
- Inundación pluvial por tormentas intensas y severas: asociada a altos picos de intensidad de precipitación en ventanas cortas, con potencial de anegamientos localizados y sobrecarga de drenajes urbanos, particularmente en puntos bajos o con restricciones de capacidad.

3.2 PELIGROSIDAD RELATIVA Y FOCO EN SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

El análisis comparativo de ambos mecanismos indica que el escenario más peligroso desde la perspectiva de la seguridad de las personas es la inundación fluvial por crecida y desborde del río Areco, debido a su capacidad de afectar áreas extensas, generar situaciones de evacuación y producir incrementos sostenidos de niveles en escalas temporales que superan la dinámica del drenaje urbano.

En contraste, las inundaciones por tormentas intensas constituyen una amenaza relevante, pero los antecedentes recientes sugieren que, aun frente a acumulados muy altos en pocos días (del orden de 400 mm en un evento de mayo del presente año), el casco urbano no evidenció consecuencias mayores en términos de afectación generalizada. Este comportamiento no elimina el riesgo pluvial, pero refuerza que la criticidad del sistema está asociada, principalmente, a la condición de cuenca húmeda/saturada y a la respuesta fluvial del río Areco.

3.3 IMPLICANCIAS PARA LA ALERTA TEMPRANA: PRIORIZACIÓN DEL IHA

En función de lo anterior, la estrategia de monitoreo y alerta temprana debe priorizar indicadores capaces de anticipar el pasaje a estados de saturación de cuenca y, por ende, el riesgo de crecida fluvial. En ese marco, se propone desarrollar y validar un Índice de Humedad Antecedente (IHA) como indicador principal para pronóstico operativo, complementado por un Índice de Severidad de Tormentas (IST) para caracterizar la severidad intrínseca de los eventos de lluvia. Conceptualmente, el IHA puede construirse como una función ponderada de la precipitación antecedente (por ejemplo, acumulados móviles de 7, 15 y 30 días con decaimiento exponencial), eventualmente complementada con información indirecta de humedad de suelo (sensores locales o productos satelitales) y con estados hidrológicos modelados. Su calibración debe apoyarse en series históricas de niveles/caudales del río Areco, registros de eventos e información territorial sobre áreas afectadas.

3.4 CONSECUENCIAS PARA EL PRRI ARECO (ORIENTACIÓN DEL BLOQUE B)

El diagnóstico del Bloque A conduce a las siguientes prioridades para el Bloque B (Meses 2–4):

- (i) relevamientos planialtimétricos y de infraestructura en sectores críticos del corredor fluvial y áreas urbanas sensibles;
- (ii) modelación hidrológica e hidráulica enfocada en la respuesta del río Areco y subcuencas con confluencia crítica;
- (iii) definición y calibración de umbrales operativos del IHA asociados a escenarios de crecida, integrándolos a tableros y protocolos; y
- (iv) mantenimiento del IST como indicador complementario para alertas por tormenta severa y para la comunicación pública.

3.5 CUANTIFICACIÓN DEL RIESGO

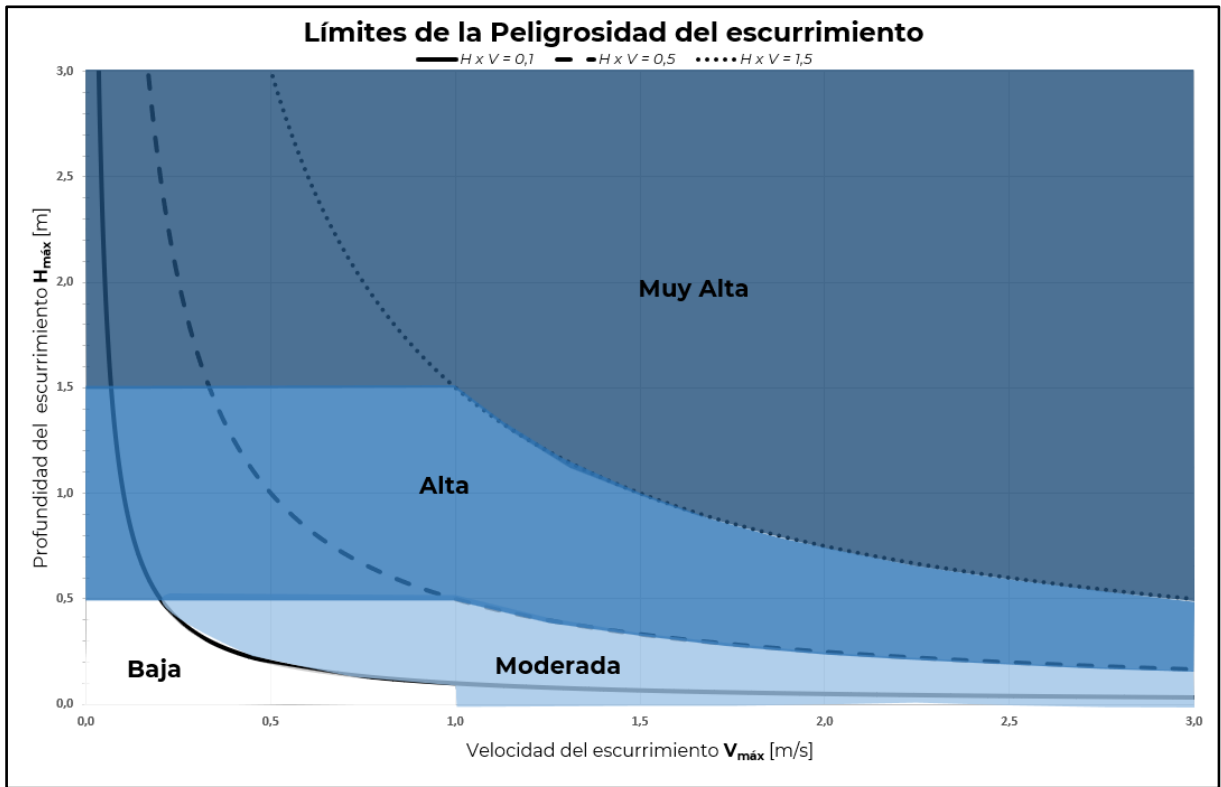
El riesgo será cuantificado según la fórmula:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}$$

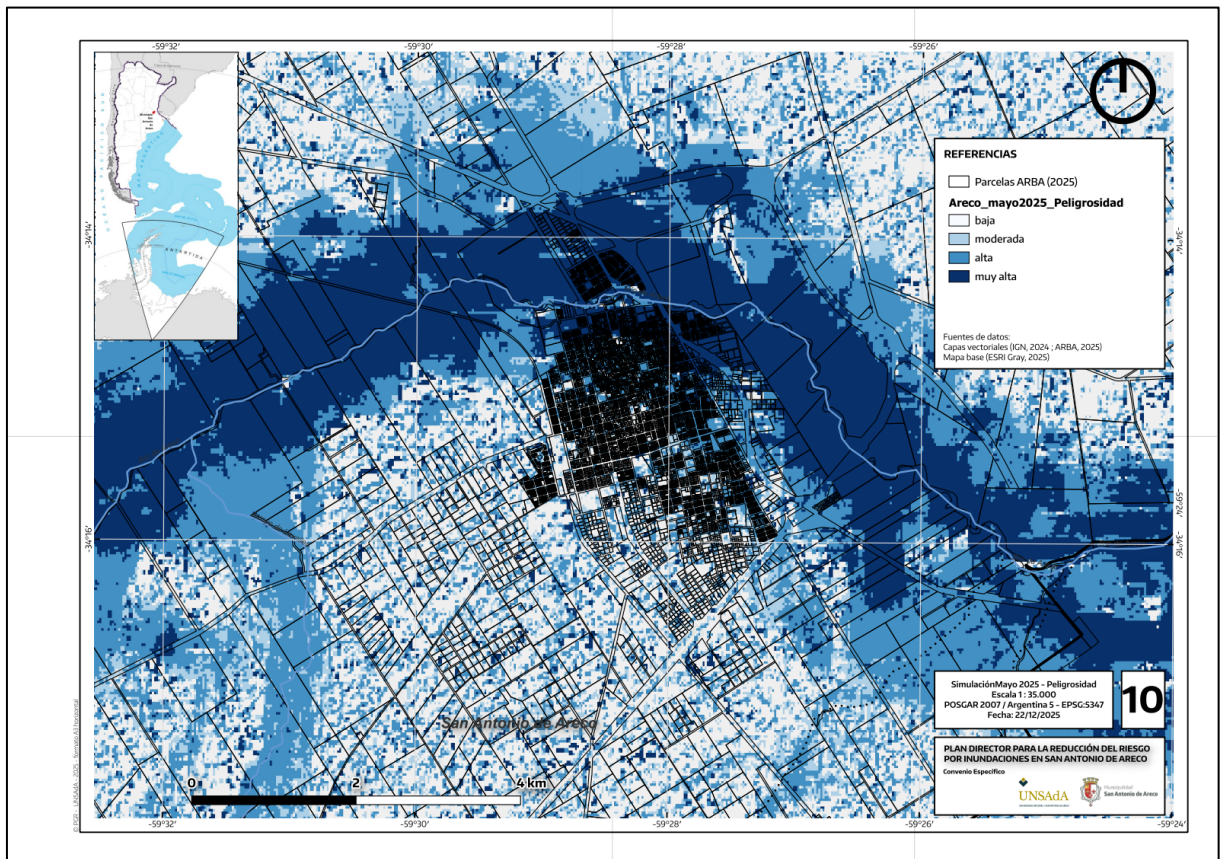
- **Amenaza:** definida a partir del IST (índice numérico que resume intensidad, acumulado y duración del evento) y el IHA (índice estimado en base a régimen y marcha de la pluviosidad, sensores remotos y modelación hidrológica continua). Se podrá también combinar con la amenaza viento.
- **Exposición:** incluye cantidad de población, infraestructura crítica, nivel socioeconómico de las zonas afectadas.
- **Vulnerabilidad:** combina condiciones constructivas, acceso a información, capacidad institucional de respuesta, entre otros factores.

Criterios de actuación:

- Nivel 1–3: Monitoreo sin intervención.
- Nivel 4–6: Comunicación preventiva a organismos.
- Nivel 7–8: Activación de alerta temprana.
- Nivel 9–10: Estado de emergencia declarado.



En el Anexo Mapas de este informe se incorporan algunos ensayos de mapas de peligrosidad que se obtuvieron de simulaciones de prueba para toda la cuenca del Río Areco y para el casco urbano principal del partido. A modo de ejemplo se tiene lo siguiente:



4 PRODUCTOS ENTREGADOS Y VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL BLOQUE A

De acuerdo con el Anexo I (Plan de Trabajo) del Convenio específico firmado por las partes, el Bloque A contempla actividades y productos asociados al diagnóstico y a la construcción de bases de información. Se declara el cumplimiento total de este bloque mediante la entrega de los siguientes productos:

- Diagnóstico preliminar de la amenaza por inundaciones en el Partido de San Antonio de Areco (Capítulo 4 del presente informe).
- Inventario inicial de infraestructura hidráulica y drenaje, con estructura preparada para ampliación en relevamientos de detalle.
- Base de datos hidrometeorológica estructurada (series y variables derivadas para alerta temprana) con criterios de QA/QC.
- Base cartográfica digital inicial con capas temáticas orientadas a diagnóstico y modelación.
- Lineamientos de articulación con SOURCE-UNSAdeA e incorporación de activos metodológicos: CeMAH (modelo operativo y publicaciones periódicas, ver anexo 6 de este informe), pluviógrafo digital de pesada (instrumentación), e índices (IST e IHA).

5 PLAN DE TRABAJO PARA EL BLOQUE B (MESES 2–4)

Para el Bloque B (Relevamientos y modelación) se proponen las siguientes líneas de acción, en consistencia con el Plan de Trabajo del Convenio:

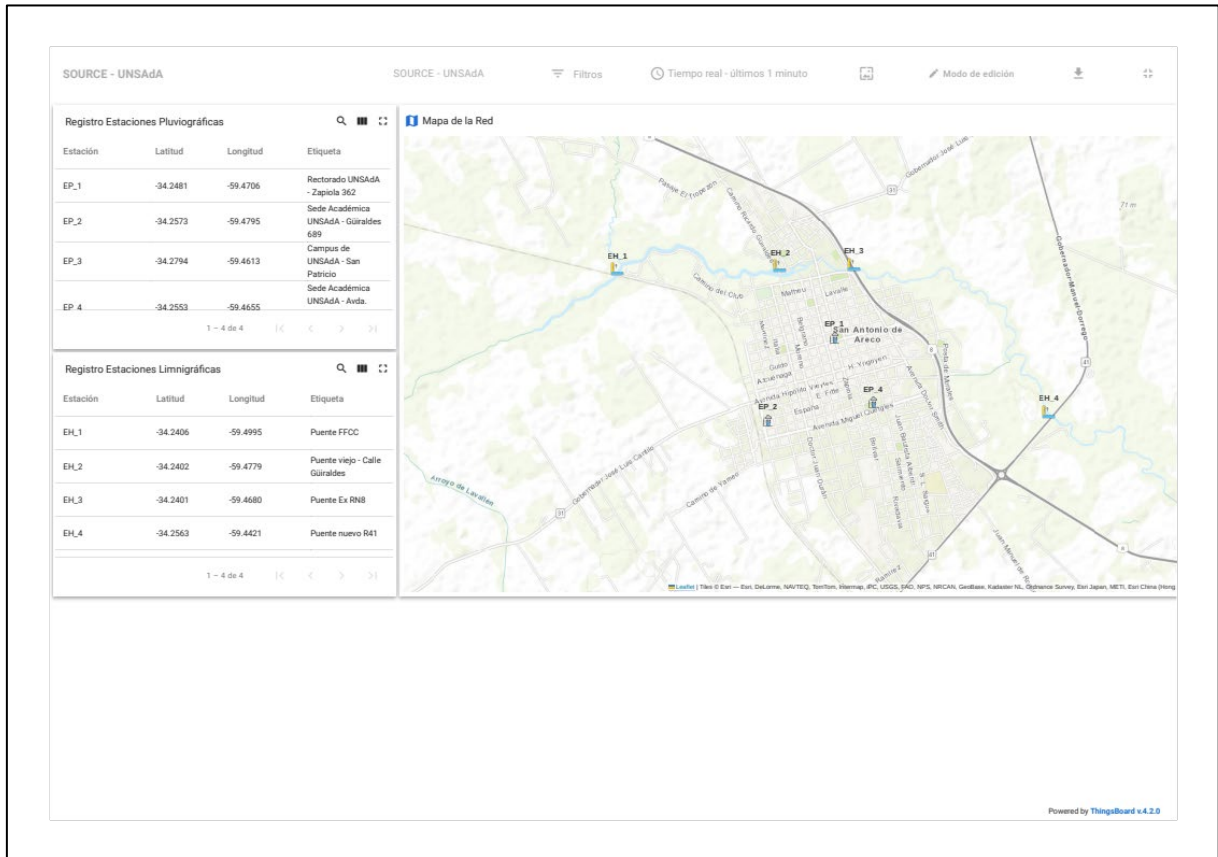
- Relevamientos planialtimétricos de detalle en áreas críticas (corredor fluvial, zonas urbanas bajas, restricciones hidráulicas).
- Modelación hidrológica e hidráulica de cuencas y subcuencas que confluyen en el río Areco, con escenarios representativos de crecida.
- Integración progresiva de observaciones (red local y fuentes indirectas) para soporte de modelación y alerta.
- Definición preliminar y calibración de umbrales del IHA, y parametrización del IST como indicador complementario.
- Diseño inicial del esquema de tableros operativos y flujo de decisión tipo CeMAH (recepción–QA/QC–análisis–alerta–comunicación). Para ello se deberán definir:
 1. Funciones núcleo: recepción/validación, almacenamiento, monitoreo, análisis, emisión de alerta, coordinación, comunicación.
 2. Flujo operativo end-to-end: adquisición → QA/QC → publicación → análisis/umbrales → decisiones/mensajes → registro y evaluación post.
 3. Perfiles mínimos recomendados: coordinación, analista hidromet, analista GIS/modelación, soporte IT/datos, comunicación/territorio.

Asimismo, se recomienda realizar publicaciones periódicas (ver anexo 6 de este informe) que sirven no sólo para el control de calidad del monitoreo, el alerta y las intervenciones subsiguientes sino para detectar cambios en el compartamiento estadístico a corto y mediano plazo que permita optimizar los procedimientos de gestión de la reducción del riesgo por inundaciones.

En esta misma línea, los responsables técnicos Scarano y Romanazzi participaron en forma conjunta de la Semana del Agua, organizada por el Ministerio de Infraestructura del GCABA del 25 al 28 de noviembre de 2025.

En el side-event denominado “Sistemas de monitoreo y alerta hidrológico” se tuvo la oportunidad de exponer el caso “San Antonio de Areco” y contrastar diseños operativos con sistemas similares de la ciudad de México, Concepción (Chile) y Seul (Corea del Sur).

El tablero de control del sistema SOURCE que monitorea variables hidrometeorológicas y emite alertas tiene al presente el siguiente formato:



En cuanto a las alertas, el modo a indagar es como sigue:

- **IST** (Índice de Severidad de Tormentas): indicador de severidad de tormentas en tiempo real, útil para caracterizar eventos intensos, sostener semaforización y comunicación pública. Se propone mantenerlo como indicador complementario.
- **IHA** (Índice de Humedad Antecedente): indicador propuesto como prioritario para anticipar escenarios de crecida fluvial del río Areco. Se construye a partir de la lluvia antecedente ponderada y/o información de humedad de suelo, y se calibra contra niveles/caudales y huellas de eventos.
- Semaforización operativa (referencia inicial; a calibrar localmente):

6 ANEXOS DE PUBLICACIONES TIPO DEL CEMAHA

Anexo I – Índice tipo de un Boletín Técnico Mensual del CeMAH

1. Introducción
2. Condiciones meteorológicas del mes
 - Precipitación total y distribución temporal
 - Temperatura media, máxima y mínima
3. Eventos críticos registrados
 - Descripción y cronología
 - Mapas de acumulados e intensidad
4. Comportamiento de cuencas urbanas
 - Niveles de caudales y alertas
 - Comparación con eventos previos
5. Índice de Severidad de Tormentas (IST)
 - Distribución espacial
 - Histograma y evolución mensual
6. Alertas emitidas y respuesta institucional
7. Conclusiones y recomendaciones

Anexo II – Índice tipo de un Anuario Hidrometeorológico del CeMAH

1. Presentación institucional
2. Resumen anual de condiciones meteorológicas
 - Precipitación acumulada anual por estación
 - Análisis de temperatura y humedad
3. Análisis de eventos extremos
 - Listado y caracterización
 - Criterios de recurrencia y retorno
4. Comportamiento de ríos y arroyos
 - Hidrogramas anuales
 - Incidencias y umbrales superados
5. IST / IHA anual y variaciones intra-anuales
6. Evaluación del sistema de monitoreo
 - Tiempo de disponibilidad
 - Fallas registradas y mantenimiento
7. Actividades institucionales y mejora del sistema
8. Conclusiones y líneas futuras

7 ANEXO MAPAS (FUENTE PROPIA CON RECURSOS ABIERTOS)

#	Nombre	Descripción
1	Cuenca Río Areco	Mapa de extensión total de la cuenca del Río Areco (3700 km ²)
2	MDE	Modelo digital de elevaciones de la cuenca (AW3D de 30 m)
3	Mayo 2025_Hmáx	Simulación hidrológica de mayo 2025 – Alturas máximas
4	Mayo 2025_Vmáx	Simulación hidrológica de mayo 2025 – Velocidades máximas
5	Mayo 2025_Peligr.	Simulación hidrológica de mayo 2025 – Mapa de Peligrosidad
6	Casco urbano	Mapa de ubicación ejido urbano de San Antonio de Areco
7	MDT	Modelo digital del terreno en sector urbano (relevamiento 2018)
8	P_100 mm - Hmáx	Simulación hidrológica 100 mm/h en 24 hs – Alturas máximas
9	P_100 mm - Vmáx	Simulación hidrológica 100 mm/h en 24 hs – Velocidad máxima
10	Mayo 2025_Peligr.	Mapa de Peligrosidad con foco en el casco urbano principal