Inundaciones en el Noreste de la Provincia de Buenos Aires. Evento de mayo de 2025

Análisis preliminar de evento de precipitación y mapas de afectación hídrica. Reporte Gráfico

Programa de Sistemas de Información y Alerta Hidrológico, Laboratorio de Hidrología, Instituto Nacional del Agua

TEMARIO

I. Resumen Ejecutivo
II. Caracterización de la forzante meteorológica y la condición hidrológica inicial
III. Mapas de afectación hídrica

RESUMEN EJECUTIVO
27 de mayo de 2025

Durante los días 15 y 18 de mayo de 2025 sobre el noreste de la Provincia de Buenos Aires, en proximidad del Delta del Paraná y el estuario del Río de la Plata y abarcando una extensa área hacia el oeste y la cuenca del río Salado del Sur, tuvo desarrollo un evento precipitante de macroescala con acumulados areales e intensidades puntuales inusuales.Por otro lado, el déficit hídrico en la región previo a su ocurrencia se situaba en valores bajos. Así, la retención potencial de la superficie y el suelo se encontraba en valores bajos. Luego, la fracción de excedente hídrico de este evento de precipitación fue muy significativa. En primer lugar, debido al abundante volumen de precipitación el fenómeno meteorológico forzó crecidas ribereñas con desbordes significativos sobre los principales cursos de mesoescala (cuencas con tamaño mayor a 500 km²), principalmente sobre los sistemas Arrecifes, Areco, Luján, Reconquista y Matanza. En segundo lugar, debido a intensidades puntuales elevadas, con mayor notoriedad sobre el área de la planicie costera del NE de Buenos Aires, se generaron inundaciones urbanas por excedencia de la capacidad de drenaje que se combinaron con estos desbordes, amplificando el impacto, con mucha notoriedad sobre las desembocaduras de los ríos Luján, Areco y Arrecifes, así como en las localidades ribereñas. Asimismo, otro aspecto hidrológico pareciera haber favorecido esta amplificación: las lluvias fueron desarrollándose desde las cuencas altas a las cuencas bajas, de manera tal que el movimiento de las precipitaciones se asoció con la propagación de ondas (sentido de drenaje los cursos principales) y las crecidas ribereñas en las áreas bajas fueron coincidentes con las súbitas inundaciones pluviales.

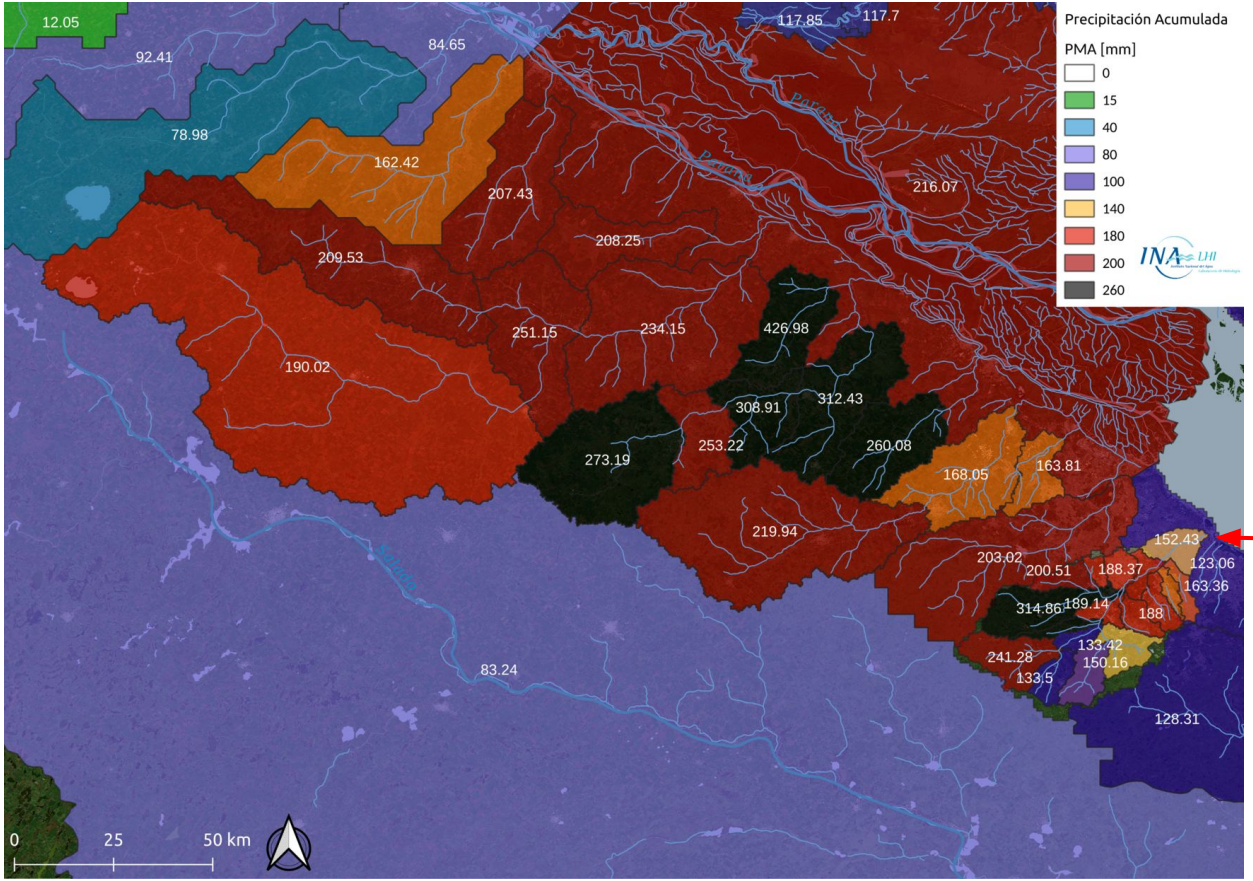
Actualmente se observa remanente de superficie inundada sobre las planicies aluviales y paleo-estuarios de estos sistemas, con probabilidad de sostenerse durante los próximos días en asociación al actual escenario más húmedo y frío (favoreciendo la permanencia del anegamiento en áreas llanas, con suelos saturados o poco deficitarios).

A continuación se presenta un reporte con mapas y gráficas que pretenden dar cuenta *a grosso modo* de la evolución del fenómeno observado y su severidad. Primeramente se caracterizan las condiciones de borde e iniciales en los sistemas hídricos afectados, esto es el patrón de precipitaciones, su frecuencia y la condición de humedad antecedente en los sistemas. Finalmente, se presentan productos orientados a la visualización de la afectación hídrica superficial, producto de la respuesta combinada de los sistemas fluviales de meso-escala (Arrecifes, Areco, Luján, Reconquista, Matanza) y los sistemas de drenaje urbano.

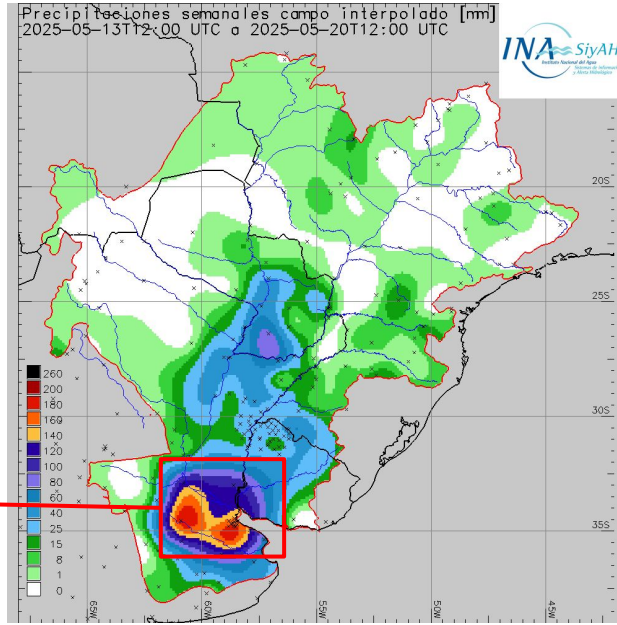
II. Caracterización de la forzante meteorológica y la condición hidrológica inicial

Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Evento de precipitación. Duración 4 días, PMAs > 200 mm, propagación W → E (sentido de la corriente)



Precipitación Media Areal Acumulada (mm) durante el desarrollo del evento de lluvias abundantes e intensas (15/5 al 19/5), en las distintas subcuencas (topología SIyAH-INA). Fuente: red SYNOP, red Hidrológica Nacional, Sistema de Vigilancia del río Areco y red de voluntarios de la cuenca del río Luján

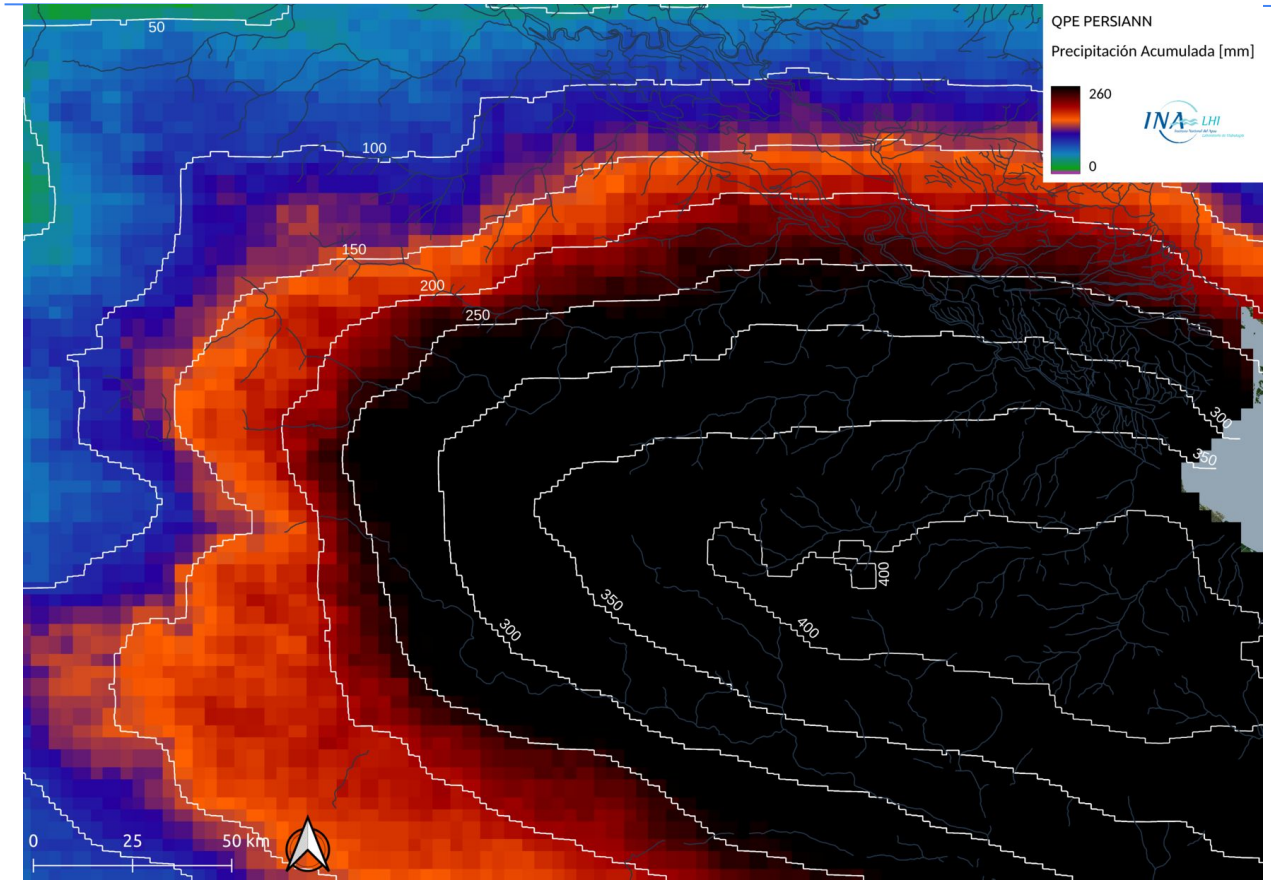


Crecidas ribereñas (volumen inusual) + **excedencia capacidad de drenaje en áreas urbanas** (intensidad inusual) y **acumulación de excedente in situ** en zonas plano-cóncavas:

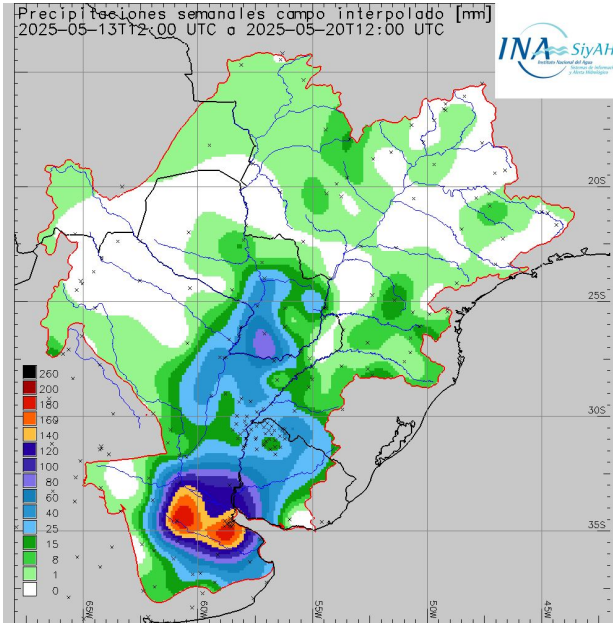
- Río Arrecifes
- Río Areco
- Arroyo de La Cruz
- Río Luján
- Río Reconquista
- Río Matanza

Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Evento de precipitación. Campos QPE Satelital / QPE Campo



Producto QPE Satletiral Persiann 15/5/2025 12UTC a 19/05/2025 12UTC. En todos los sets de datos se aprecia el desarrollo de un evento de meso a macro escala, con impacto de crecidas ribereñas significativas en sistemas con áreas de aporte mayores a 500 km², debido al gran volumen, además del impacto en microescala (escala de sistemas de drenaje urbano) por lluvias intensas

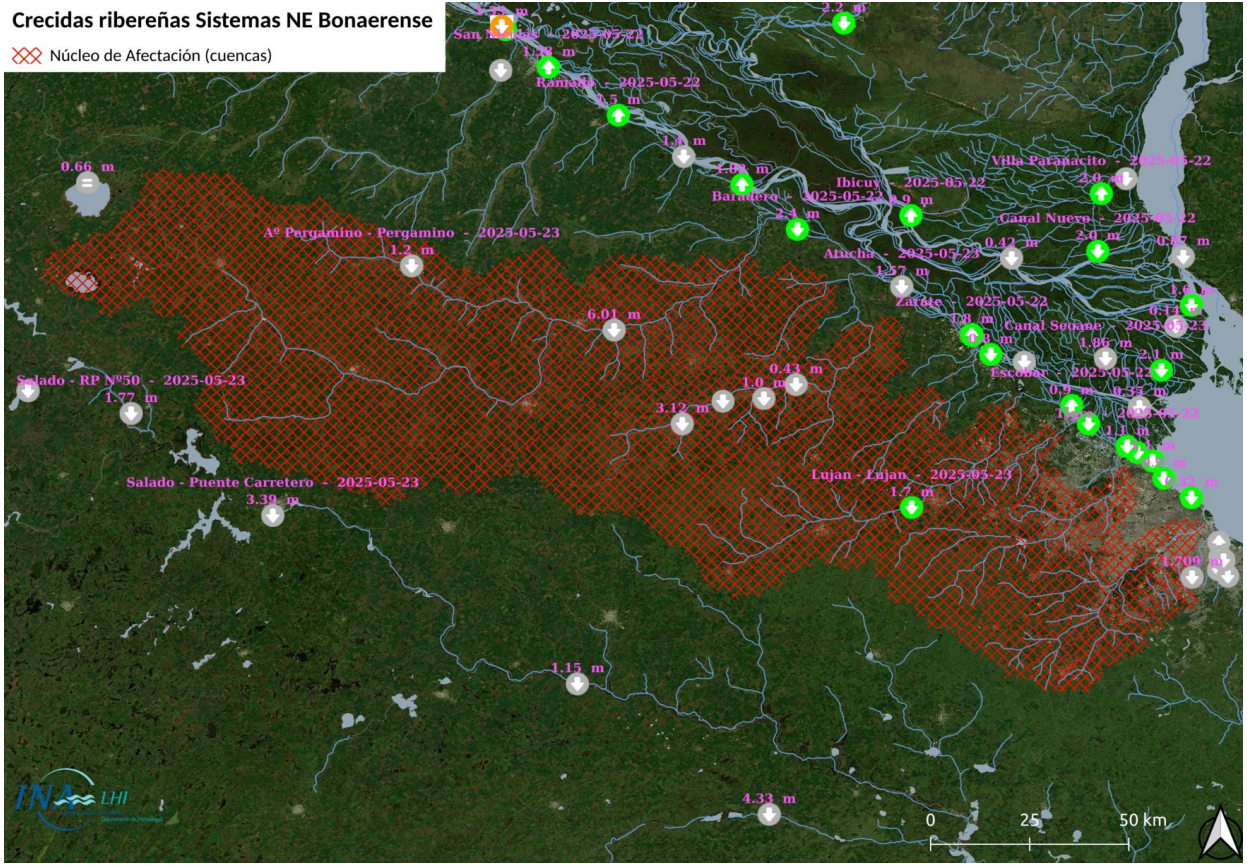


Crecidas ribereñas (volumen inusual) + **excedencia capacidad de drenaje en áreas urbanas** (intensidad inusual) y **acumulación de excedente in situ** en zonas plano-cóncavas:

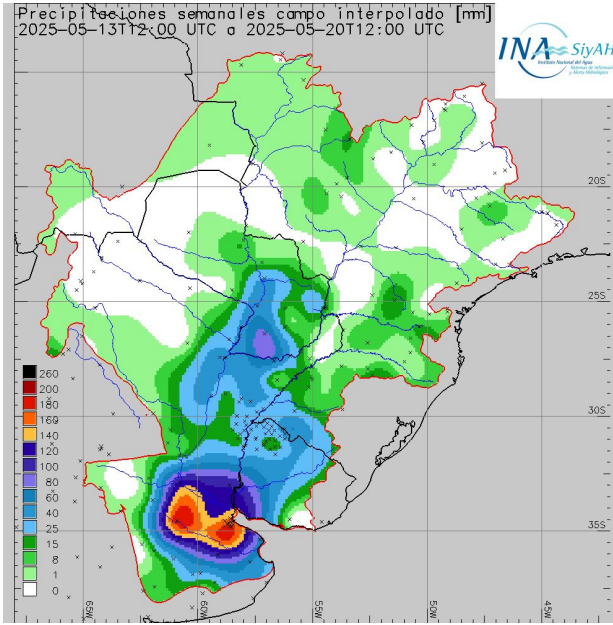
- Río Arrecifes
- Río Areco
- Arroyo de La Cruz
- Río Luján
- Río Reconquista
- Río Matanza

Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Evento de precipitación. Zona Núcleo Afectación



Núcleo de Afectación sobre el aporte por margen derecha al tramo inferior del río Paraná y Situación hidrométrica al 2025/05/23 (fase de descenso de crecidas ribereñas).



Crecidas ribereñas (volumen inusual) + **excedencia capacidad de drenaje en áreas urbanas** (intensidad inusual) y **acumulación de excedente in situ** en zonas plano-cóncavas:

- Río Arrecifes
- Río Areco
- Arroyo de La Cruz
- Río Luján
- Río Reconquista
- Río Matanza

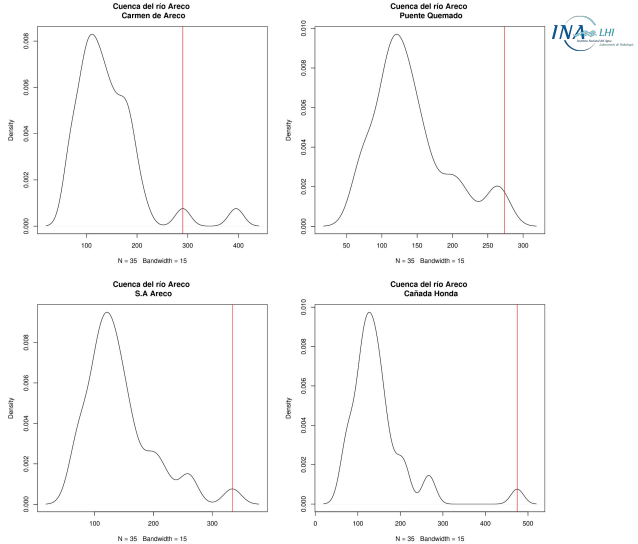
Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires
Análisis de Frecuencia PMA 4 días

METODOLOGÍA

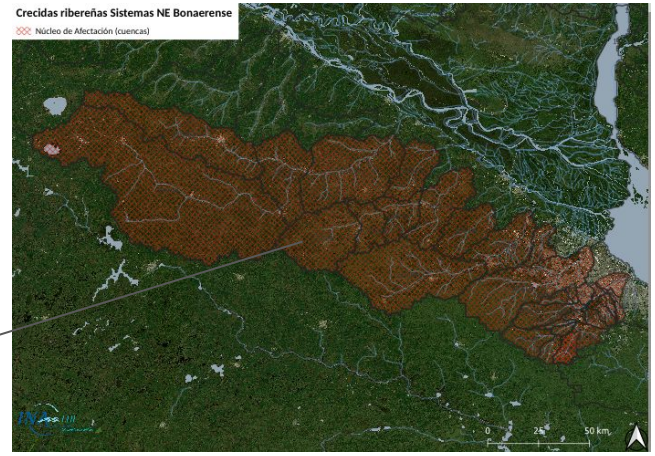
(1) Primeramente, se computó la serie de máximos anuales de PMA acumulada 4 días para cada subcuenca de la zona núcleo de afectación, mediante los registros de datos disponibles (PMA Campo) y realizando un ajuste por 'curva de doble masa', considerando las series de PMA obtenidas mediante procesamiento de datos pluviométricos del Climate Prediction Center (CPC, EEUU)

(2) Luego, se consideró el último período de referencia para cómputos climáticos (1991 - 2020, WMO) y se obtuvo una distribución empírica de referencia, para cada subcuenca.

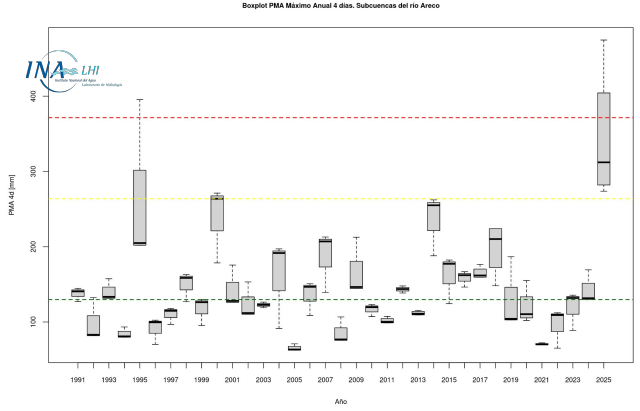
(3) Finalmente, se computaron el Ranking y el Período de Retorno Empírico (Tr) para la PMA 4 días del evento de mayo de 2025, de acuerdo a la estadística del régimen 1991 - 2020. Con este valor se evaluó *a priori* la categoría de los extremos observados (e.g. menor, moderado o mayor), en la distribución empírica de cada subcuenca (sin utilizar ajustes paramétricos). Así también se elaboraron gràficos y curvas regionales, con valor descriptivo.



Distribución Empírica Regional de Máximos Anuales PMA 4 días para las distintas subcuencas del río Areco, según la delimitación en el Sistema de Información y Alerta Hidrológico de la Cuenca del Plata (INA 2025). La línea vertical roja indica el valor estimado para el evento de mayo de 2025. A partir de esta posición en la estadística 1991 - 2020 (ranking) se estimó un período de retorno empírico, a fin de evaluar la categoría de extremo. La línea roja indica la posición del evento de mayo de 2025, dentro de las distribución de máximos de cada subcuenca



Delimitación de Subcuencas del Noreste Bonaerense de acuerdo a la topología de procedimientos ope del Sistema de Información y Alerta Hidrológica de la Cuenca del Plata



Distribución interanual de máximos anuales de PMA 4 días, para las subcuencas del río Areco, período 1991 - 2024. La línea verde indica la mediana (asociada a extremos ordinarios durante el período), la línea amarilla indica el percentil 95 (asociada a extremos significativos moderados) y la línea roja indica el percentil 99 (asociada a extremos significativos mayores)

Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Análisis de Frecuencia PMA 4 días. Comparación con Escenarios Regionales 1991 - 2025.

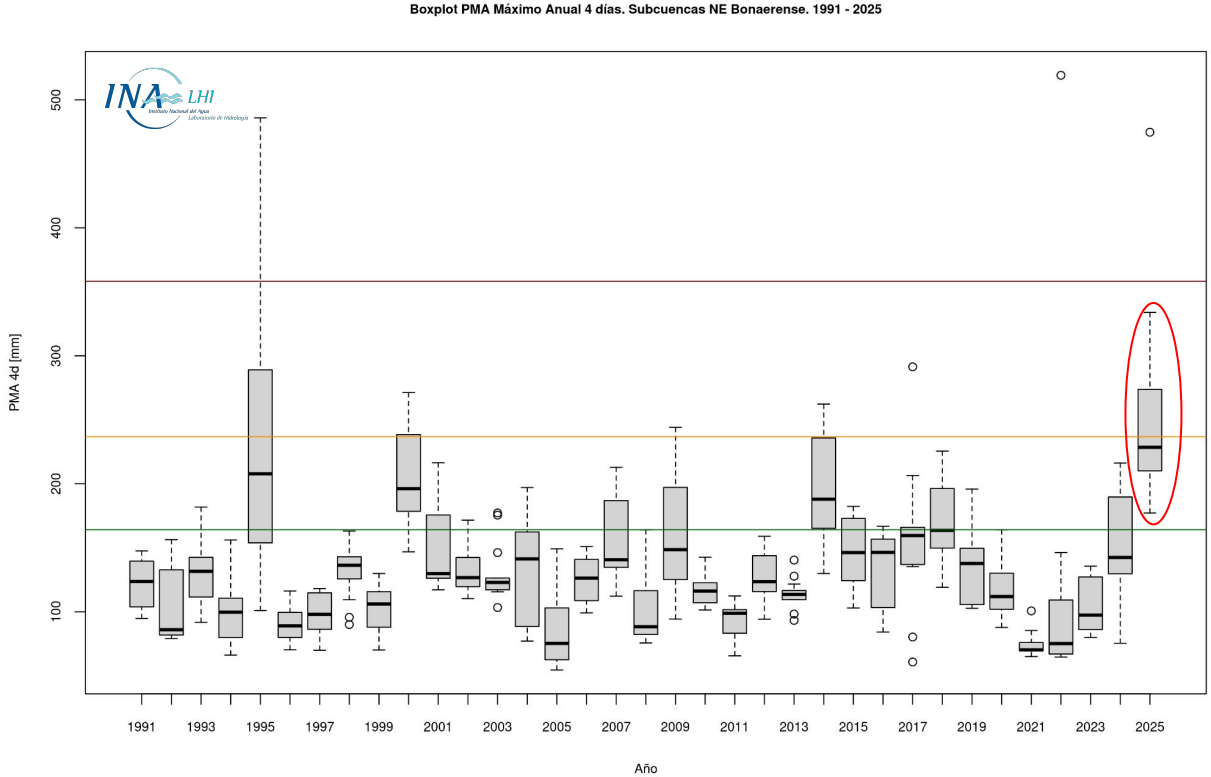


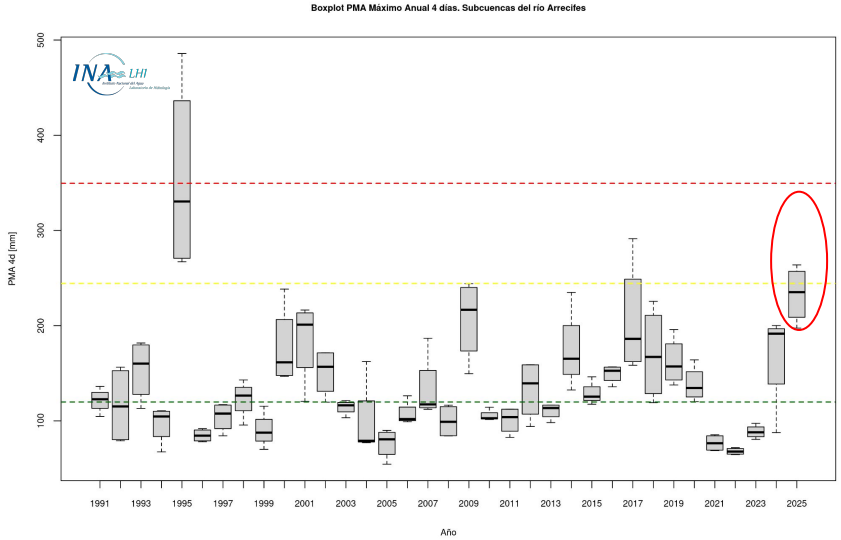
Diagrama de cajas mostrando la distribución de interanual de máximos anuales de PMA 4 días para cada año, considerando cada subcuenca de la zona núcleo de afectación. La línea verde indica el valor asociado a la mediana de todos los valores registrados (extremos menores). La línea verde indica el valor asociado al percentil 95 (extremos moderados). La línea roja indica el valor asociado al percentil 95 (extremos mayores). La distribución considera polígonos de distinto tamaños y con dependencia espacial. Por tanto, puede tomarse como un indicador de las anomalías del período considerado (estadística descriptiva, sin fines inferenciales).

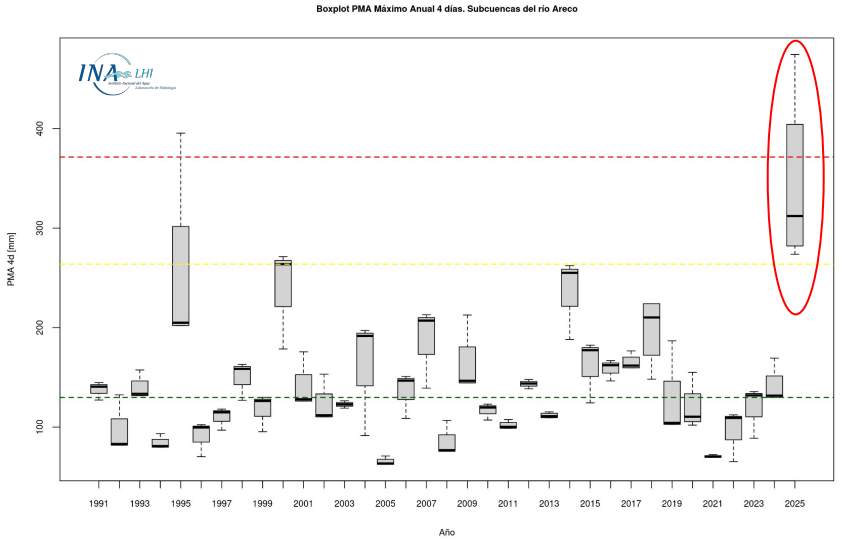
Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Análisis de Frecuencia PMA 4 días. Comparación con Escenarios Cuencas 1991 - 2025 y categorización de extremos PMA 4 días.

Cuenca	SubCuenca	SerieID	PMA 4d [mm]	Ranking (1991-2020)	Tr [años]	Clasificación Extremo
Arrecifes	Salto	1602	197	3	12	*Moderado*
	Pergamino	275	220	3	12	*Moderado*
	Salto - Arrecifes	3662	264	2	18	*Moderado/Mayor*
	Arrecifes - RN9	2582	250	2	18	*Moderado/Mayor*
Areco	Carmen de Areco	247	290	2	18	*Moderado/Mayor*
	Carmen Areco - Pte Quemado	3626	274	1	>20 años	*Moderado/Mayor*
	Pte Quemado - San Antonio	3608	334	1	>20 años	*Mayor*
	Cañada Honda	2636	475	1	>20 años	*Mayor*
Luján	Cuenca Alta-Media (Jaúregui)	245	228	1	>20 años	*Mayor*
	Cuenca Baja (Luján - RN9)	2528	177	3	9	*Moderado*
La Cruz - Tala	Cuenca del arroyo la Cruz	2564	227	4	9	*Moderado*
Reconquista	Cuenca del río Reconquista	2672	207	2	18	*Moderado/Mayor*
Matanza	Cuenca del río Matanza	936	210	1	>20 años	*Mayor*

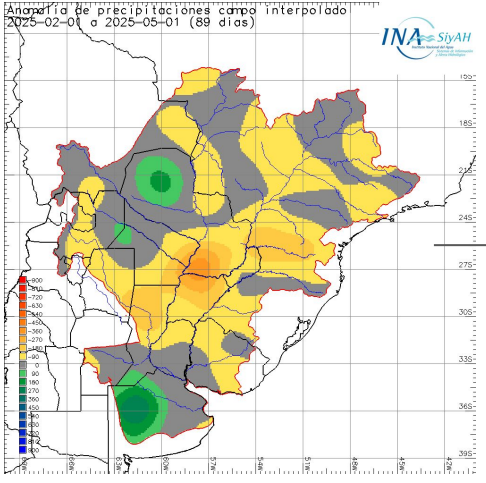
El ***epicentro*** de **extremos** en la zona núcleo de afectación incluye la **cuenca del río Areco** (con valores excepcionalmente inusuales para el sistema Cañada Honda, en la cuenca baja), la **cuenca media y baja del río Arrecifes** y la **cuenca media y alta del río Luján** y la cuenca **del río Matanza**. Específicamente, los **valores más inusuales se concentraron sobre la cuenca del río Areco**. En el resto de los casos, si bien los valores son inusuales, constituyen extremos más moderados o probables, de acuerdo a la estadística del régimen 1991 - 2020.





Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

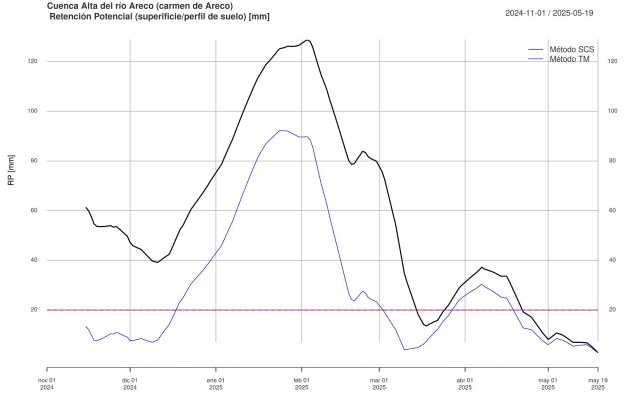
Retención potencial inicial mayo 2025 (déficit antecedente en almacenamiento de agua de tensión, previo al evento)

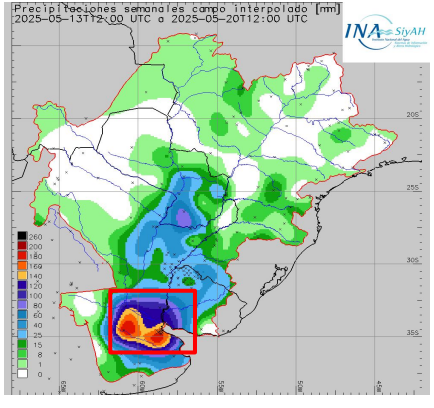


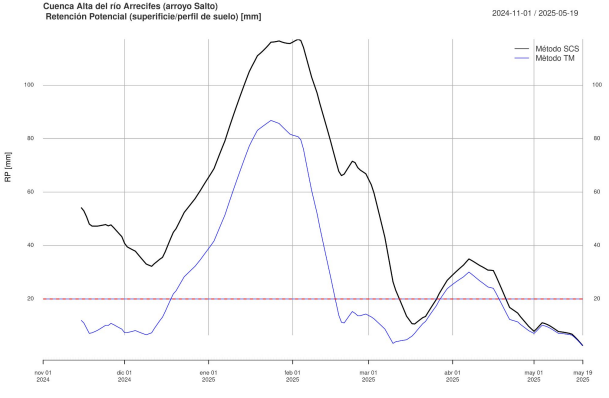
AMPLIFICACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EXCEDENTE HÍDRICO FRENTE A CONDICIONES NORMALES

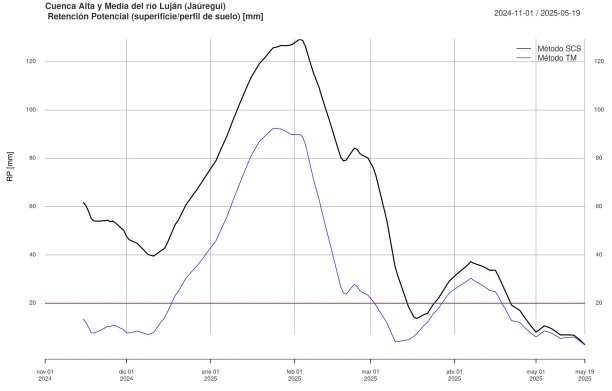
En asociación con un **escenario trimestral de precipitaciones normales o por encima de lo normal** (anomalías) se estimó **gradual reducción del déficit en el perfil de suelo** (o incremento de la capacidad potencial de retención) **desde inicios de Febrero**, habiéndose **reducido notoriamente durante los meses de abril-mayo**, indicando **escasa capacidad de amortiguación frente a precipitaciones abundantes** (<20 mm a inicios del último evento de precipitación). Luego, es evidente que las condiciones eran favorables para la generación de un volumen muy significativo de escorrentía en estos sistemas.

Retención Potencial (abstracción en caso de evento de precipitación) estimada mediante 2 modelos dinámicos (Método Thornthwaite/Matter o reservorio de Retención - agua de tensión - y Método SCS - sistema de 2 reservorios: abstracción y producción -). La línea roja indica el valor umbral de 20 mm (situación dominante en mayo de 2025)





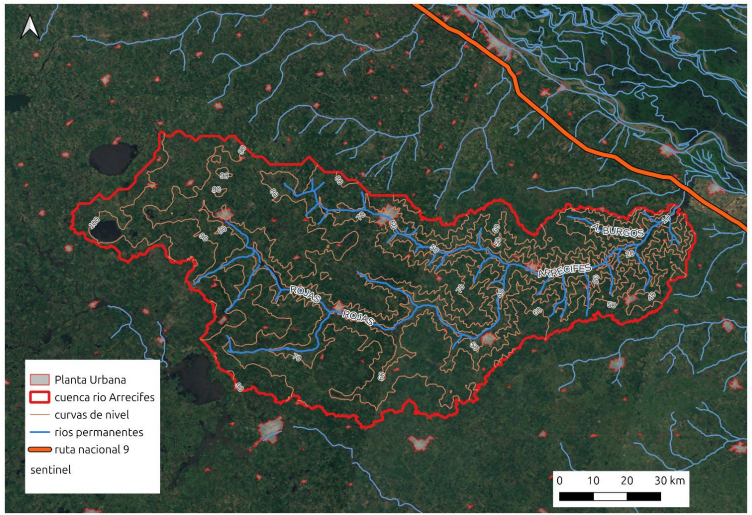


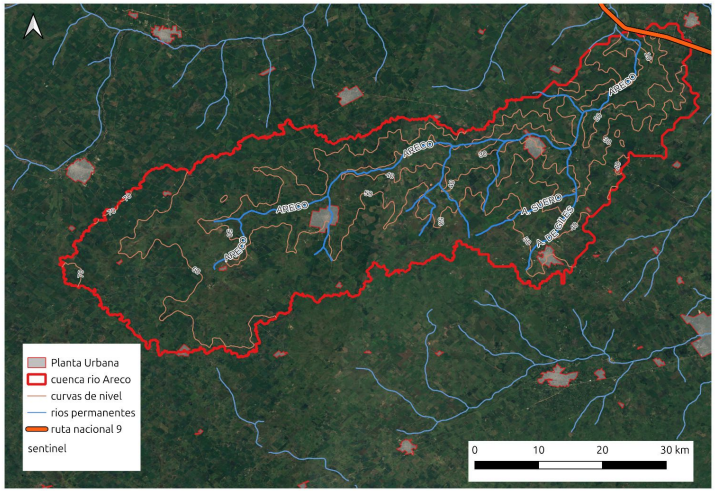


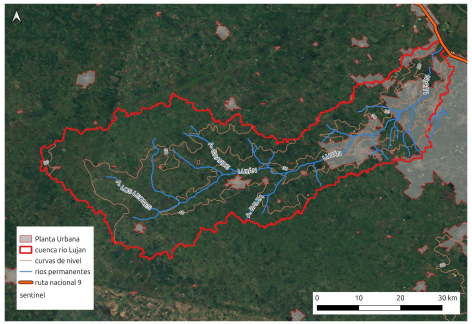
III. Afectación hídrica superficial

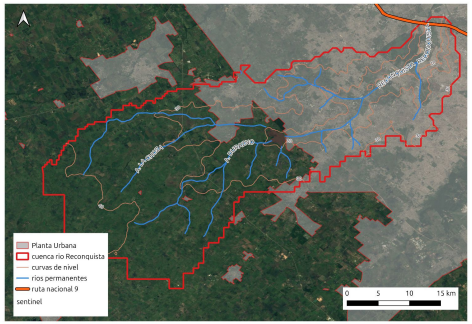
Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

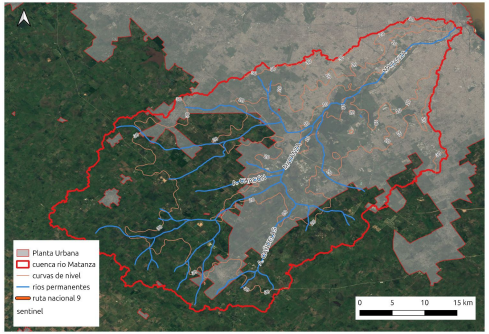
Respuesta Hidrológica. Fisiografía y cobertura de suelo (cuencas)











Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Respuesta Hidrológica. Afectación hídrica superficial

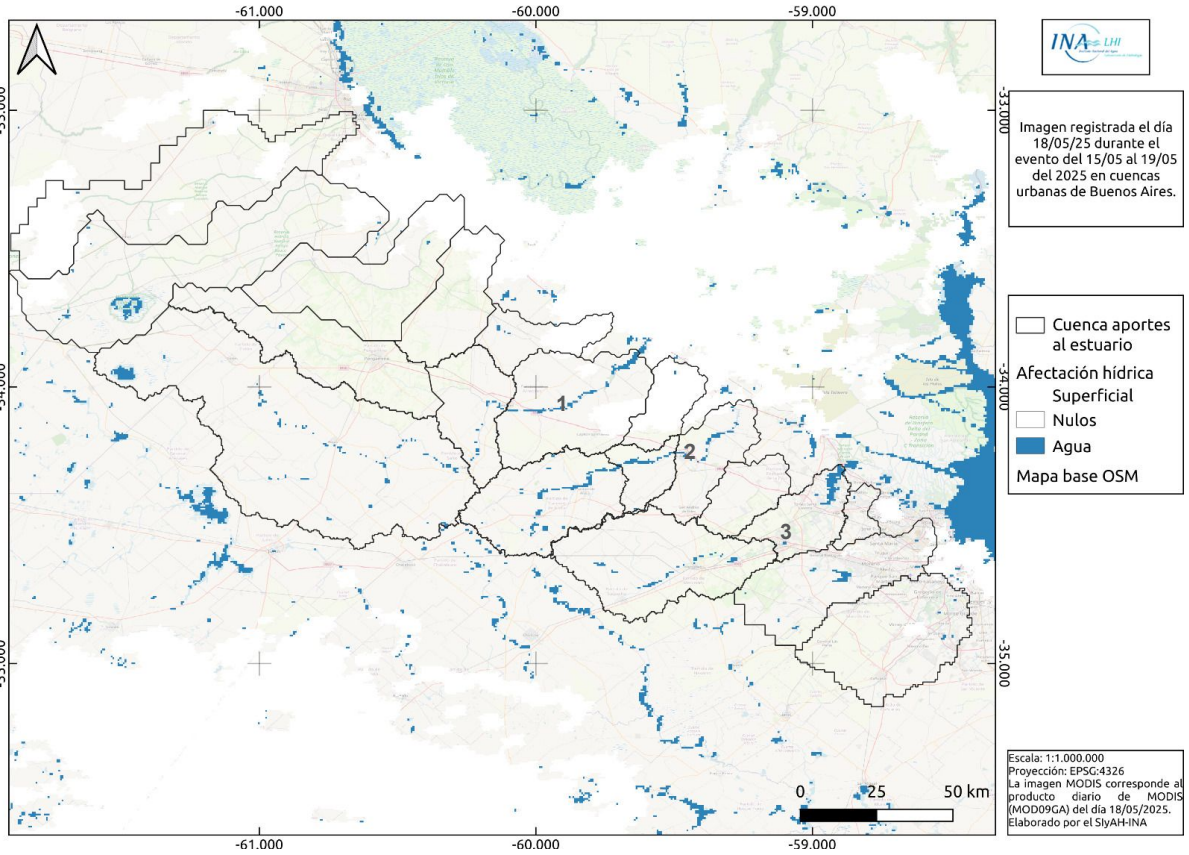


Imagen registrada el día 18/05/25 durante el evento del 15/05 al 19/05 del 2025 en cuencas urbanas de Buenos Aires.

Cuenca aportes al estuario

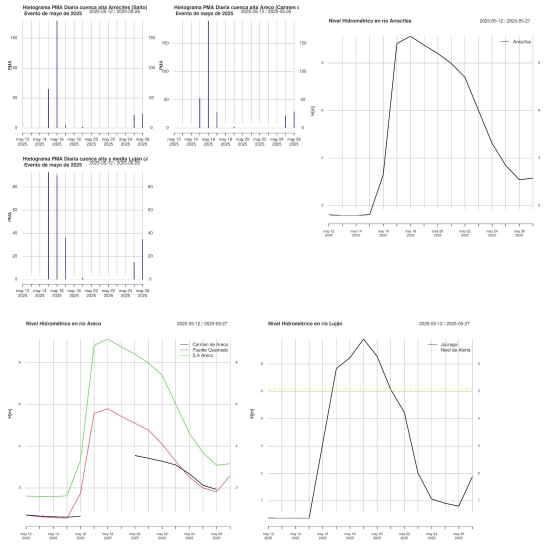
Afectación hídrica Superficial

Nulos

Agua

Mapa base OSM

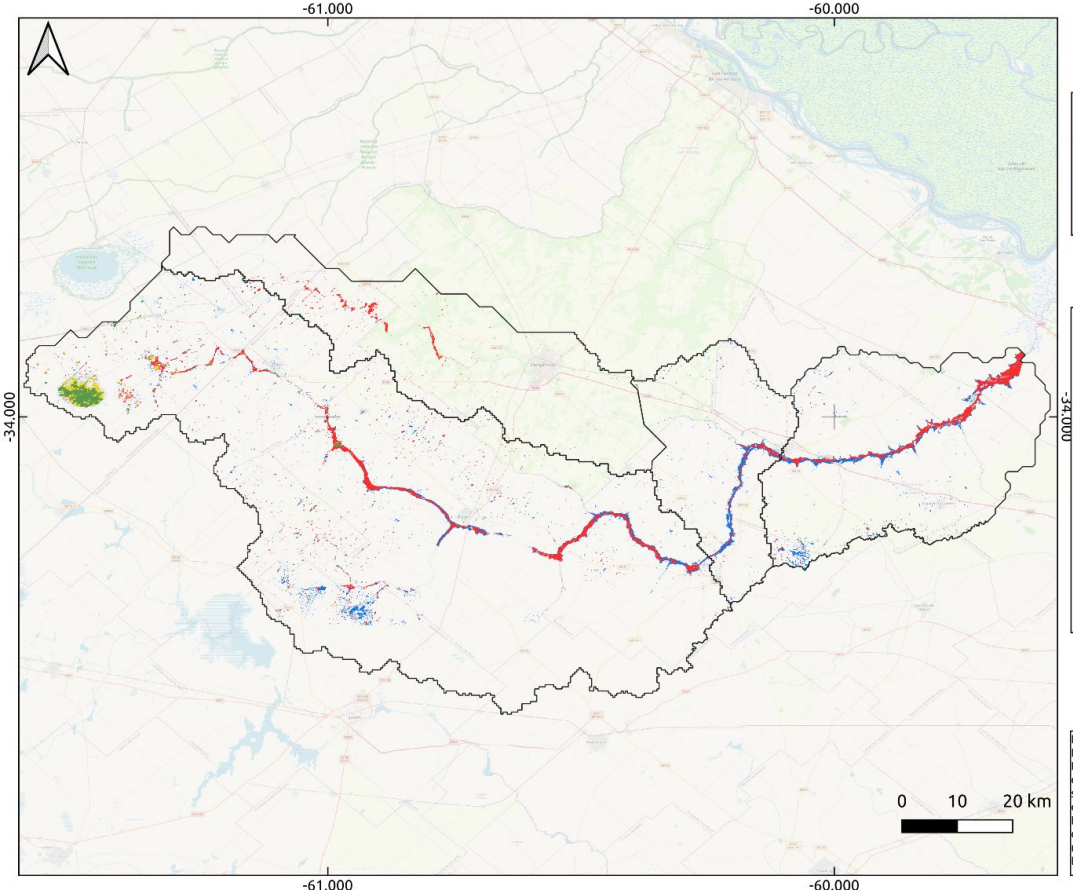
Escala: 1:1.000.000
Proyección: EPSG:4326
La imagen MODIS corresponde al producto diario de MODIS (MOD09GA) del día 18/05/2025.
Elaborado por el SIyAH-INA



El **mapa de la izquierda muestra (**parte de) **la superficie afectada por la crecida en respuesta al evento de precipitaciones**, obtenida mediante análisis de **datos ópticos de la misión MODIS**. En blanco se detallan las áreas afectadas por nubes (sin dato). Nótese la **afectación apreciable en meso a macroescala**, indicando **inundaciones por crecidas ribereñas severas** en los ríos Areco, Arrecifes (más notoriamente, inclusive sobre la margen norte del sistema Salado Bonaerense) y sobre el río Luján. Arriba se presentan los hietogramas de las altas cuencas y los hidrogramas registrados en Arrecifes, Jaúregui (Lujàn) y sobre el río Areco (operación de presa SAT-Areco en S.A Areco). Estas **crecidas se combinaron con inundaciones por excedencia de la capacidad de drenaje urbano, aguas abajo, en asentamientos y vías emplazados sobre la planicie costera del NE de Buenos Aires**, aspecto favorecido por el movimiento de las lluvias en el sentido predominante de la corriente.

Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Respuesta Hidrológica. Afectación hídrica superficial. Cuenca del río Arrecifes



Comparativa entre evento del 15/05 al 19/05 del 2025 registradaa con Sentinel 2 con respecto a la frecuencia observada con Landsat

Cuenca Arrecifes

Frecuencia Landsat

%

<= 25,0

25 - 50,0

50 - 75,0

> 75,0

Máscara de agua

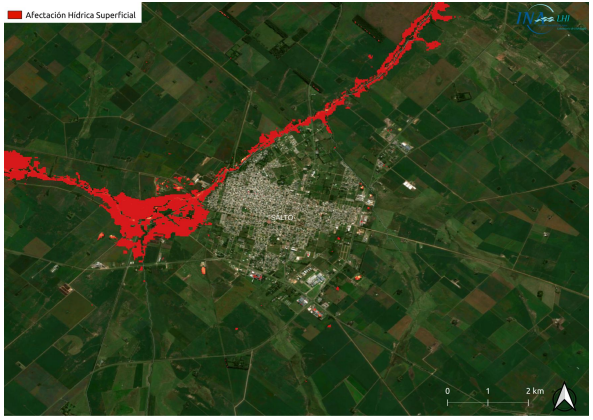
.

1

Mapa base OSM

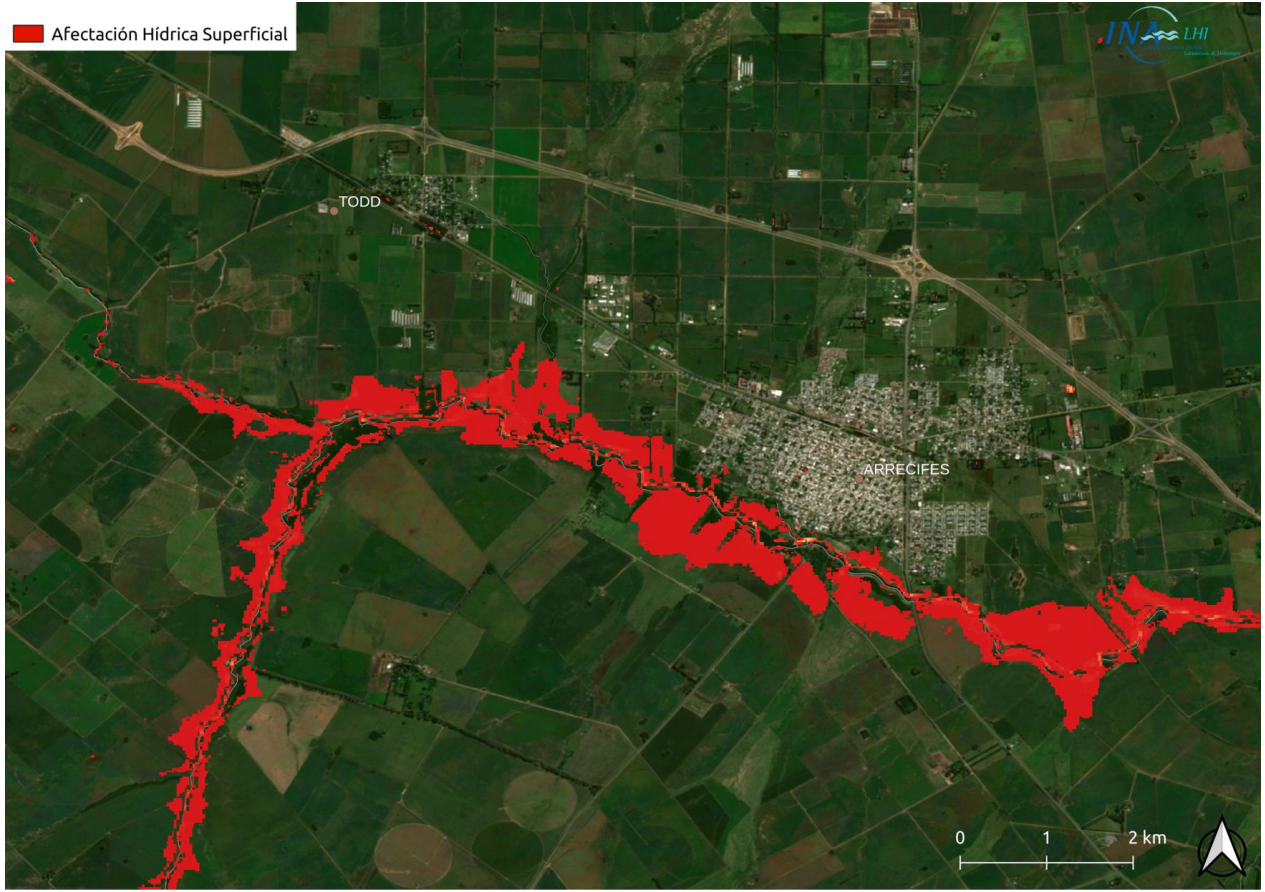
Escala: 1:500.000
Proyección: EPSG:4326
El producto de frecuencia observada de Landsat se realizo sobre la base de datos historica de Landsat 5, 7 y 8 (1990-2010).
La imagen de Sentinel 2 corresponde a la captura registrada el día 21/05/2025.
Elaborado por el SIyAH-INA

El **mapa de la izquierda muestra** (parte de) **la superficie afectada por la crecida en respuesta al evento de precipitaciones**, obtenida mediante análisis de datos de microonda de la misión Sentinel 2. Asimismo, en **escala de colores de rojo a verde se indica la frecuencia de anegamiento de las unidades de terreno, sobre la base de mapas de anegamiento obtenidos a partir de la misión Landsat**, disponibles en DB del Sistema de Alerta Hidrológico de Cuenca del Plata (período de referencia 1998 - 2018). En **azul se muestra superficie afectada durante el 15/05 al 19/05,** no registrada en la serie Landsat (distinta resolución espacial). El mapa **abajo muestra la afectación hídrica superficial** (inundación, en rojo), en detalle para la localidad de **Salto** y alrededores, para el mismo período de tiempo, detectada mediante procesamiento de datos de la misión Sentinel 2.

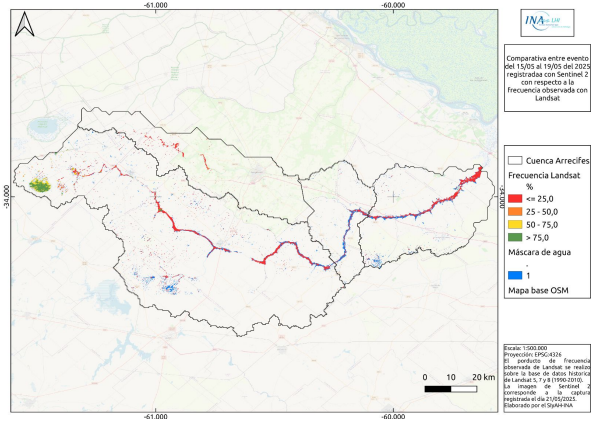


Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Respuesta Hidrológica. Afectación hídrica superficial. Río Arrecifes en Arrecifes

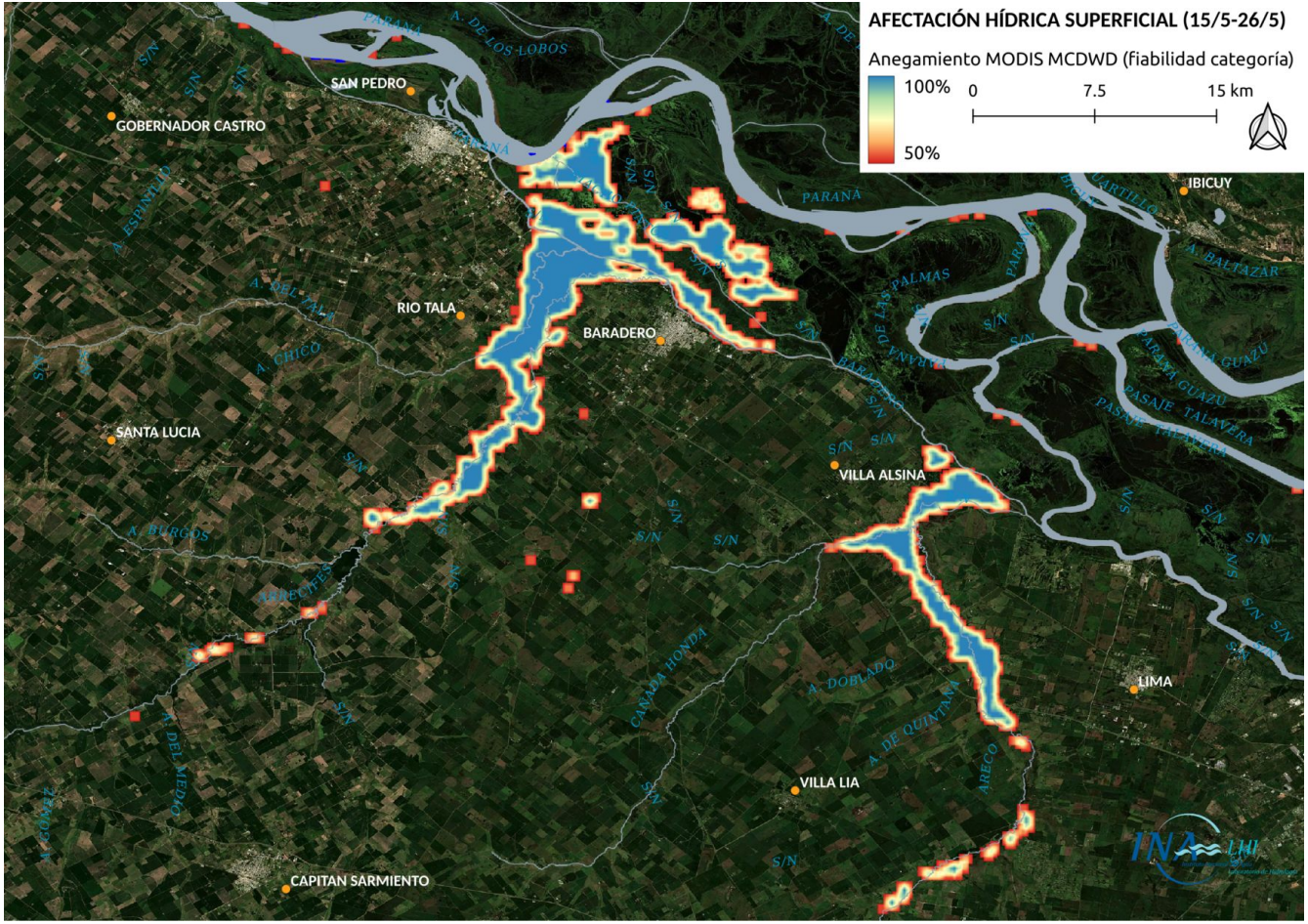


El **mapa de abajo muestra** (parte de) **la superficie afectada por la crecida en respuesta al evento de precipitaciones**, obtenida mediante análisis de datos de microonda de la misión Sentinel 2. Asimismo, en **escala de colores de rojo a verde se indica la frecuencia de anegamiento de las unidades de terreno, sobre la base de mapas de anegamiento obtenidos a partir de la misión Landsat**, disponibles en DB del Sistema de Alerta Hidrológico de Cuenca del Plata (período de referencia 1998 - 2018). En **azul se muestra superficie afectada durante el 15/05 al 19/05**, no registrada en la serie Landsat (distinta resolución espacial). El **mapa de la izquierda** muestra la **afectación hídrica superficial** (inundación, en rojo), en detalle para la localidad de **Arrecifes** y alrededores, para el mismo período de tiempo, detectada mediante procesamiento de datos de la misión Sentinel 2.



Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

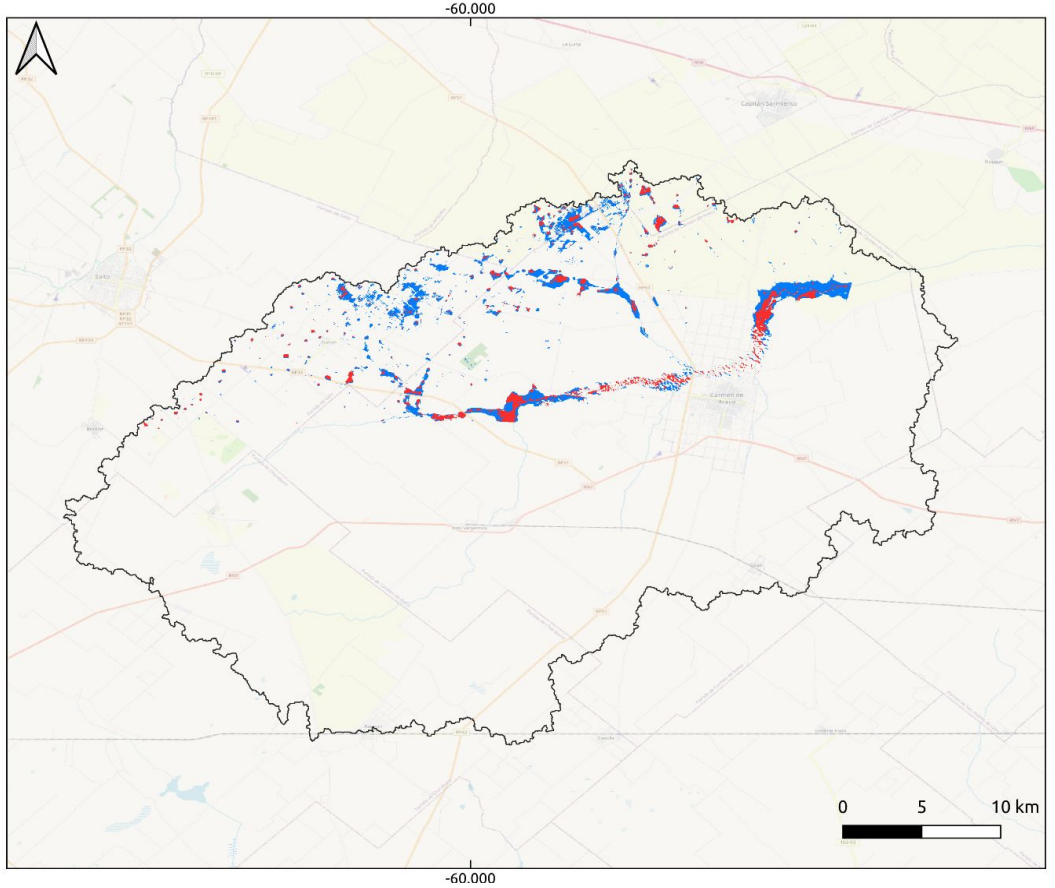
Respuesta Hidrológica. Afectación hídrica superficial. Río Arrecifes en Arrecifes



El **mapa de la izquierda muestra** (parte de) **la superficie afectada por las crecidas ribereñas en respuesta al evento de precipitaciones**, sobre la planicie costera del noreste de Buenos Aires, en las **desembocaduras de los sistemas Tala - Arrecifes y Areco**, que constituyen **paleo-estuarios** (ambientes susceptibles a inundaciones severas). Para su elaboración se consideraron todos los píxeles identificados como anegados durante el período del 15 de mayo al 26 de mayo de 2025 (método de envolventes). Asimismo, se aplicó un filtro de medias para elaborar un índice de fiabilidad de categoría, de acuerdo a la posición geográfica. La estimación debe considerarse una hipótesis de mínima, puesto la resolución espacial del sensor (moderada) y las limitaciones implicadas en los algoritmos de detección de agua (se consideran inundados aquellos píxeles clasificados como agua libre durante los últimos 3 días, en cada captura, por lo que es un *método conservador*). Aún así, resulta evidente observar que **la totalidad de la superficie de estos paleo-estuarios permaneció inundada gran parte de estos días**.

Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Respuesta Hidrológica. Afectación hídrica superficial. Cuenca del río Areco en Carmen de Areco



Comparativa entre evento del 15/05 al 19/05 del 2025 registradaa con Sentinel 2 con respecto a la frecuencia observada con Landsat. Cuenca Areco con cierre Puente Quemado.

Cuenca Areco

Frecuencia Landsat %

<= 25,0

25 - 50,0

50 - 75,0

> 75,0

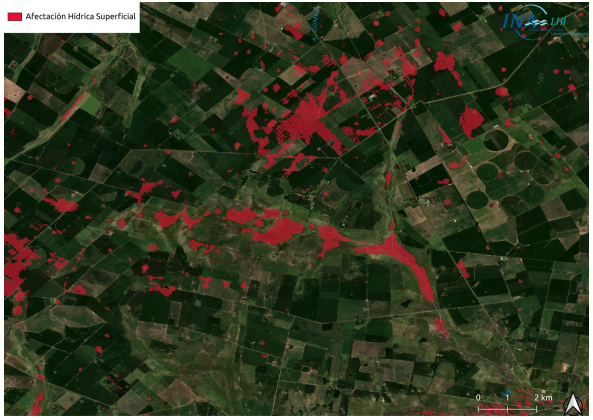
Afectación hídrica Superficial

Agua

Mapa base OSM

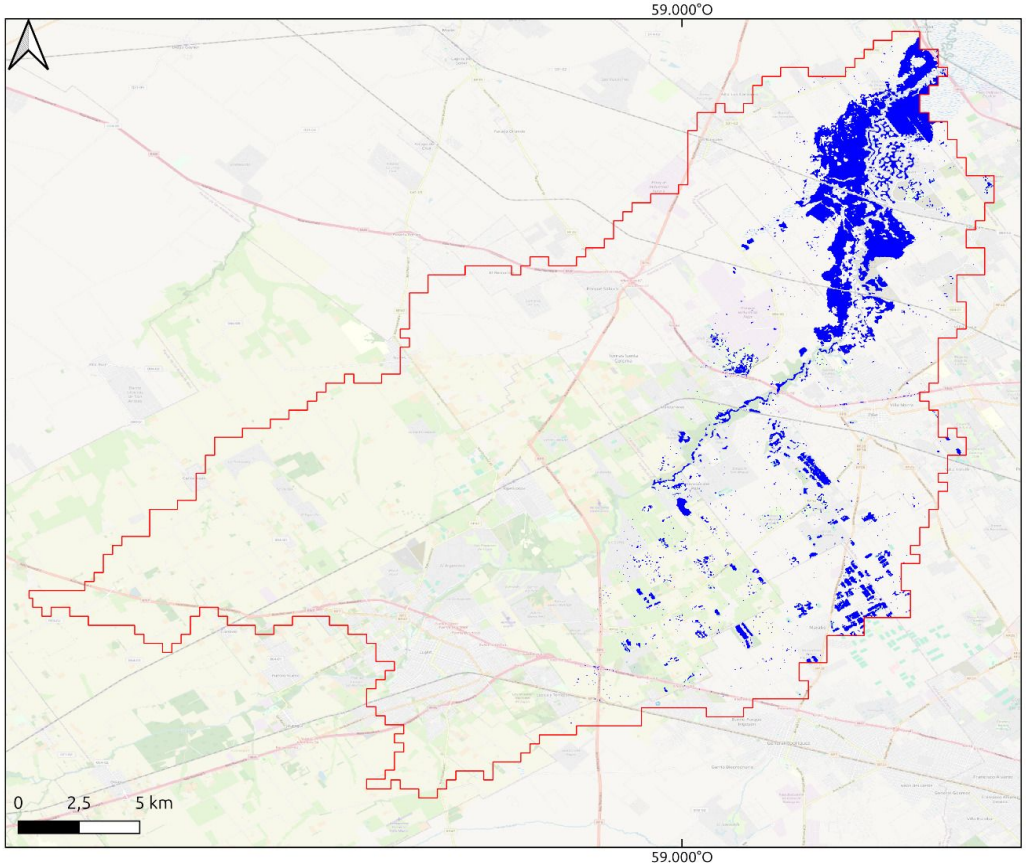
Escala: 1:200.000
Proyección: EPSG:4326
El producto de frecuencia observada de Landsat se realizó sobre la base de datos histórica de Landsat 5, 7 y 8 (1990-2010).
La imagen de Sentinel 2 corresponde a la captura registrada el día 21/05/2025.
Elaborado por el SIyAH-INA

El **mapa de la izquierda muestra** (parte de) **la superficie afectada por la crecida en respuesta al evento de precipitaciones**, obtenida mediante análisis de datos de microonda de la misión Sentinel 2. Asimismo, en **escala de colores de rojo a verde se indica la frecuencia de anegamiento de las unidades de terreno, sobre la base de mapas de anegamiento obtenidos a partir de la misión Landsat**, disponibles en DB del Sistema de Alerta Hidrológico de Cuenca del Plata (período de referencia 1998 - 2018). En **azul se muestra superficie afectada durante el 15/05 al 19/05**, no registrada en la serie Landsat (distinta resolución espacial). El **mapa de abajo** muestra la afectación hídrica superficial (inundación, en rojo), en detalle para un **sector rural sobre la cuenca alta del río Areco, próximo a Carmen de Areco**, para el mismo período de tiempo, detectada mediante procesamiento de datos de la misión Sentinel 2.



Inundaciones en la Provincia de Buenos Aires

Respuesta Hidrológica. Afectación hídrica superficial. Cuenca baja del río Luján



Afectación hídrica superficial con Sentinel 1 paraa la fecha 22/05/2025. Cuenca del Luján con cierre en Ruta N°9.

REFERENCIAS

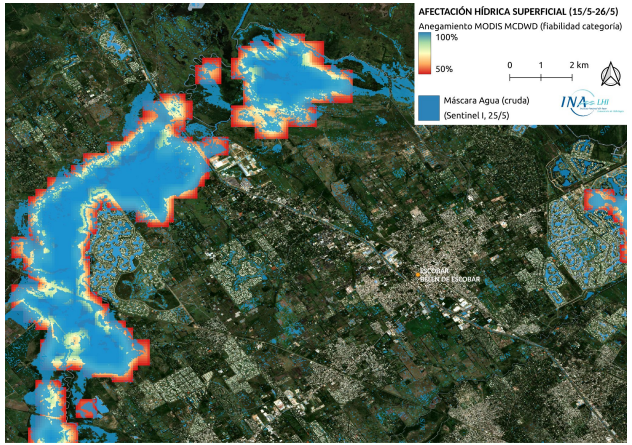
Cuencas urbanas

Afectación hídrica

Nulo

Agua

Mapa base OSM

Escala: 1:250.000
EPSG: WGS-4326
La imagen corresponde a la captura del sensor Sentinel 1 proyección VV extraída el día 22/05/2025.
Elaborado por el Sistema de Información y Alerta Hidrológica.

El **mapa de la izquierda muestra** (parte de) **la superficie afectada por la crecida en respuesta al evento de precipitaciones**, obtenida mediante análisis de datos de microonda de la misión Sentinel 1, para la cuenca baja del río Luján. El **mapa de abajo** muestra un **producto compuesto** por la envolvente de anegamiento del producto **MODIS MCDWD** para el período de 15 de mayo al 26 de mayo de 2025, a la cual se le superpuso la **clasificación cruda de datos Sentinel 1** para el día 22 de mayo de 2025. Nótese la afectación total sobre el paleo-estuario del río Luján, en la planicie costera del NE de Buenos Aires.