

# INUNDACIONES EN QUILMES: ANÁLISIS DE DATOS METEOROLÓGICOS, OCEANOGRÁFICOS Y SOCIALES PARA CONTRIBUIR CON EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Milagro Urricariet<sup>1,2</sup>, Diego Moreira<sup>2,3</sup>  
[milagrourricariet@gmail.com](mailto:milagrourricariet@gmail.com)

<sup>1</sup>Servicio de Hidrografía Naval (CONICET)

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEN, UBA).

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA, CONICET-UBA). Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (CNRS - IRD - CONICET - UBA IRL 3351 IFAECI). Buenos Aires, Argentina.

**Palabras clave:** Inundaciones, Ondas de Tormenta, Sistema de Alerta Temprana.

## Introducción

Las poblaciones urbanas ribereñas están expuestas y son vulnerables a los crecientes cambios del nivel del mar. En particular, en la región del estuario del Río de la Plata (RdP) se registran ondas de tormenta (ODT) de gran relevancia ya que pueden producir inundaciones urbanas con gran impacto en la sociedad. Estos eventos, que suceden por las características geomorfológicas del estuario y su respuesta al patrón de vientos regional, afectan fuertemente el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA). A su vez, estos eventos pueden inhibir la normal descarga de los ríos y arroyos tributarios, y generar inundaciones sobre las cuencas, que si se combinan con lluvias intensas magnifican el impacto (Moreira 2014; Gatti 2019), como ocurre en la cuenca Matanza-Riachuelo.

Además, también intervienen factores sociales en la problemática como el permanente crecimiento demográfico, las condiciones deficitarias de viviendas y asentamientos costeros junto con la contaminación, que hacen del AMBA una región con alta vulnerabilidad social-ambiental.

Este trabajo se focaliza en los eventos de inundaciones en la localidad de Quilmes durante las dos décadas comprendidas entre 1998-2018, y en base a ello se busca mejorar el sistema de alerta temprana de inundaciones en la región. Para este propósito, se construyó una base de datos históricos de inundaciones en Quilmes inexistente hasta el momento, que permite suponer una cuantificación del impacto de los fenómenos. Asimismo se exploraron de manera preliminar las causas de las mismas. Por último, se desarrolló un modelo empírico para la predicción del nivel del agua en el estuario que permite anticipar con 4 horas el nivel en Quilmes, el cual tiene una aplicación sencilla e inmediata para la comunidad.

## Datos y Metodología

Se utilizaron tres bases de datos para: i) identificar los eventos de inundaciones en Quilmes en el periodo analizado, ii) hacer una caracterización de los mismos, iii) cuantificar el impacto social y iv) evaluar sus causas.

1) Datos sociales: Se generó una base de datos de los eventos de inundaciones en Quilmes en el periodo 1998-2018, donde se hallaron 49 eventos y se extrajo de cada uno la información sobre la presencia de desborde de arroyos locales y la cantidad de evacuados.. Las fuentes de los mismos fueron los periódicos locales Perspectiva Sur, El Sol y La Noticia; y diarios nacionales como La Nación y Clarín.

2) Datos oceanográficos: Se utilizaron observaciones históricas de altura del nivel del agua de la estación mareográfica correspondiente al Muelle Club de Pescadores de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) que cubren el periodo de 20 años en los que se recopilaron los datos sociales.

Se consideró un umbral de altura residual (i.e. nivel del agua por sobre la marea astronómica) de 1,20 m y una duración de 6 horas para definir un evento de ODT positivo.

3) Datos meteorológicos: Se utilizaron datos de precipitación en la ciudad de Quilmes de la estación meteorológica ClimaSurGBA. Se consideró un umbral de 55 mm acumulados por tres días previos para determinar lluvias intensas influyentes en las inundaciones. Además, se utilizaron los datos de viento y presión atmosférica provenientes del reanálisis ERA-5 en el periodo 1998-2018, con una resolución temporal horaria. Estos datos se usaron para complementar la caracterización de los eventos de ODT que generan las inundaciones en la localidad de Quilmes.

Modelo empírico: Los datos mareográficos de CABA, junto con los de la estación Torre Oyarvide, se utilizaron además para ajustar un modelo empírico que pronostica la altura del nivel del agua en Quilmes. Para ello, se utilizó la transformada de Hilbert, metodología que permite analizar por separado la información de la fase y de la amplitud de las señales. De esta manera, en base a datos de Torre Oyarvide, se ajustó el modelo para CABA (ya que en Quilmes no se tienen observaciones de nivel del mar) y luego se corrigió la fase y la amplitud para obtener la altura en Quilmes.

## Resultados

Las posibles causas de los eventos de inundación hallados entre 1998-2018 y las contribuciones de los fenómenos presentes puede ser explorada mediante un análisis conjunto de la ocurrencia de estos últimos. Dado que en los eventos de inundación intervienen el desborde de arroyos, el aumento del nivel del agua del RdP y lluvias intensas, se analizaron estas variables en conjunto para determinar su influencia en las inundaciones (Figura 1).

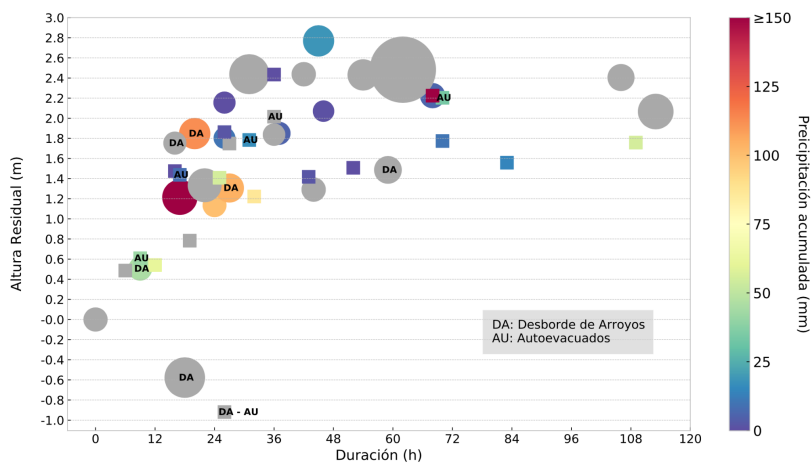


Figura 1: Eventos de inundaciones reportados. Altura residual absoluta máxima observada del RdP para cada uno de los eventos (eje y), duración de las ODT (eje x), precipitación acumulada durante los tres días previos a cada evento (escala de colores). Los círculos corresponden a eventos con evacuados y el tamaño de los mismos indican la cantidad. Los cuadrados son eventos en donde no hay reportada cantidad de evacuados.

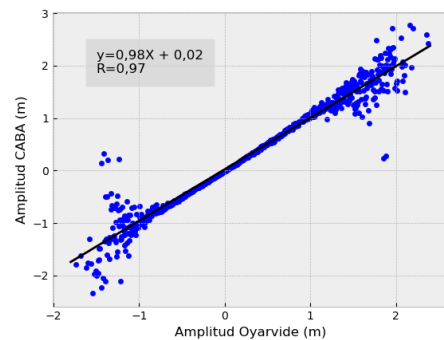
En la Figura 1 se pueden observar las características de los 45 eventos de inundaciones en donde se disponen datos mareográficos de altura del nivel del agua del RdP. Hay eventos con ODT positivas con fuerte impacto social donde no hay precipitaciones o están por debajo del umbral de 55 mm acumulados en los tres días previos. Y otros, donde se conjuga el efecto de ODT con el de precipitaciones intensas y desborde de arroyos. También se puede observar que hay eventos en donde el aumento del nivel del agua del RdP pareciera no tener influencia. Un rasgo a destacar es que la mayor parte (73%) de los eventos de inundaciones en Quilmes reportados entre 1998 y 2018 presentan ODT positivas.

Con el fin de mejorar el Sistema de Alerta Temprana de inundaciones en Quilmes, y de explorar y actualizar metodologías de pronóstico, se evaluó un modelo empírico para predecir la altura del nivel del agua en Quilmes, en base a datos mareográficos de Torre Oyarvide donde se detecta la señal de ODT antes que en Quilmes. Con esta metodología se ajustó el modelo con los datos en CABA y luego

se calculó el desfase para Quilmes. En la Tabla I se puede apreciar el desfase obtenido para las series de altura del nivel del agua de Torre Oyarvide y CABA.

| Desfase Oyarvide-CABA | Desfase Quilmes CABA | Desfase Oyarvide Quilmes |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|
| 5 h 4 min             | 1 h                  | 4 h 4 min                |

Tabla I: Valores para el desfasaje medio entre las series de Oyarvide, CABA y Quilmes.



La Figura 2, muestra el ajuste lineal entre las observaciones en CABA y en Torre Oyarvide, con un  $R$  de 0,97 y una pendiente cercana a uno. Por lo que el modelo empírico para predecir la altura en Quilmes, resulta de desfasar 4 h 4 min la altura en Torre Oyarvide. La validación del mismo se hizo para toda la serie y únicamente para los eventos de ODT positivas dando un error de +/- 0,40 m con un 95% de confianza.

### Conclusiones

Se encontraron 45 eventos de inundaciones en Quilmes y se logró cuantificar el impacto de las mismas en base a la cantidad de evacuados reportados en los periódicos locales consultados. Las causas de los eventos de inundación son múltiples, en donde se conjugan lluvias intensas, desborde de arroyos y ODT positivas. Las mismas pueden ser por efecto directo del RdP o por desborde en las cuencas en la parte superior del terreno. Los datos analizados obtenidos de los reportes periodísticos no permiten hacer esa distinción geográfica. Sin embargo, en la mayor parte de los eventos de inundaciones encontrados (73%) se observa ODT positivas, lo que motiva a analizar en futuros trabajos si las inundaciones se debieron a desbordes del RdP cercanos a la Ribera, o si las ODT positivas tienen un efecto sobre la cuenca en terrenos más altos al inhibir la descarga de los arroyos locales.

El modelo empírico desarrollado permite predecir la altura del nivel del agua en Quilmes con aproximadamente 4 horas de anticipación en base a las observaciones en Torre Oyarvide, con un error de 0,40 m y con un 95% de confianza. Las observaciones mareográficas de Torre Oyarvide, son provistas en tiempo real por el Servicio de Hidrografía Naval en su página web. Esta base de información, junto con el modelo empírico, son una herramienta de uso sencillo para la comunidad local.

### Referencias

- Gatti, I.A., y Coautores, 2019:** Anticipating the Flood. Community-based cartography for disaster flood events in Argentina. Proceedings of the ICA,2, 1–8, URL. <https://doi.org/10.5194/ica-proc-2-36-2019>
- Moreira, D., y Coautores, 2014:** ANTICIPANDO LA CRECIDA: Tools for the contribution in risk and disaster management due to southeasterly winds and precipitation floods in La Ribera district, Buenos Aires Province, Argentina