

CURVAS IDF Y SIMULACIÓN DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EN LA CUENCA ALTA DEL ARROYO NAPALEOFÚ MEDIANTE HEC-HMS

Quiroz Burbano M.A.^{abc} Besteiro S.I.^{bc} y Delgado M.I.^{ab}

^a Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). ^b Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (FCAyF - UNLP). ^c Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE) de la UNLP, Argentina.

email: mario.quiroz@agro.unlp.edu.ar

Introducción

La provincia de Buenos Aires presenta una marcada variabilidad climática, influenciada por fenómenos como el ENSO y la circulación atmosférica regional, lo que genera alternancias entre períodos húmedos y secos con impactos directos en la dinámica hidrológica de sus cuencas. Esto plantea desafíos para la gestión del recurso hídrico, especialmente ante la escasez de información hidrometeorológica histórica. La Cuenca Alta del Arroyo Napaleofú (CAAN), en el sudeste bonaerense, constituye un sistema representativo de la transición serrano-pampeana, donde la dinámica del agua depende de factores morfométricos, de coberturas y uso del suelo, y la variabilidad pluviométrica.

Para modelar la relación lluvia escurrimiento, las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) son fundamentales, pues determinan los hietogramas de diseño y los caudales de crecida. Su adecuada estimación es crítica, ya que condiciona los resultados del análisis de riesgo. En este marco, modelos como HEC-HMS se utilizan ampliamente en Argentina para simular el hidrograma de salida y evaluar la sensibilidad de las cuencas a distintos parámetros.

Objetivos

Este trabajo tiene por objetivo principal construir curvas IDF representativas para la zona de influencia de la CAAN y emplearlas como entrada para la simulación de eventos hidrológicos en el software HEC-HMS, con el fin de estimar caudales pico, volumen de escurrimiento y tiempos de concentración.

Metodología

En la Figura 1 se identifica la CAAN, la cual se ubica dentro del Sistema serrano de Tandilia, en la provincia de Buenos Aires. La CAAN se encuentra emplazada en los partidos de Tandil, Lobería y Balcarce. Su red de drenaje está compuesta por El arroyo Napaleofú junto a sus afluentes: Arroyos: Pesquería, Los Galpones, La Blanca y La Ballenera.

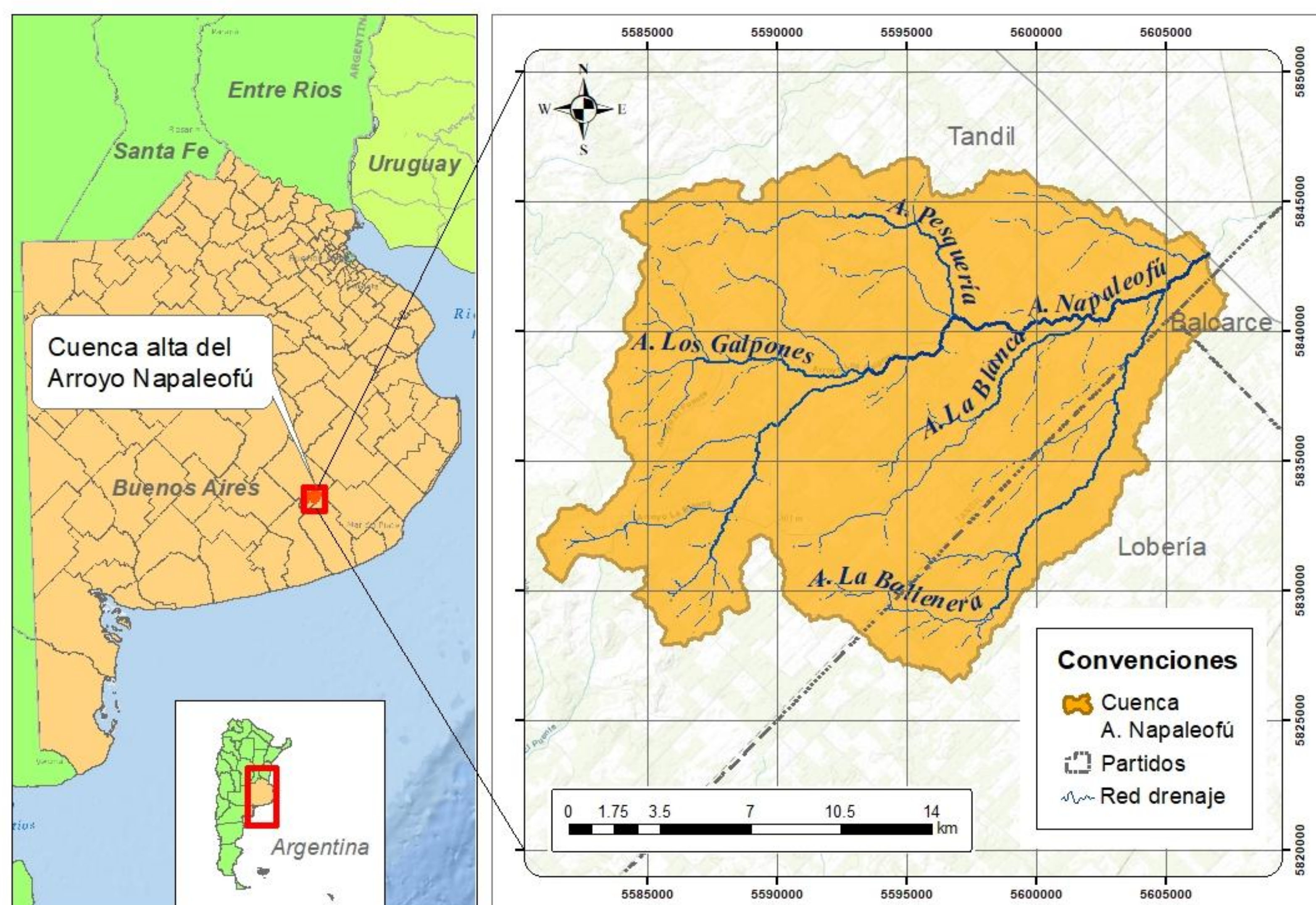


Figura 1. Ubicación de la Cuenca Alta del Arroyo Napaleofú.

Para la delimitación de la cuenca se recurrió al Modelo Digital de Elevación del IGN (MDE-Ar v2.1). Para su procesamiento se utilizó el software QGIS versión 3.36 y la aplicación de diversas herramientas. Posteriormente, se procedió a calcular las medidas físicas y parámetros morfométricos de la cuenca, según metodología de Gaspari *et al.* (2023), se corroboró con cartas topográficas del IGN. La red de drenaje se confeccionó a partir de la cartografía de la Autoridad del Agua de la Provincia de Buenos Aires, y se corrigió manualmente por medio de fotointerpretación a la imagen de detalle.

La caracterización pluviométrica de la cuenca se basó en registros históricos de la estación meteorológica Tandil Aero (Servicio Meteorológico Nacional, 2025), se utilizó la serie completa comprendida entre 1987 y 2023. Los registros de precipitación se incorporaron en la matriz de cálculo propuesto por (HidroJING, 2017) (<https://www.hidrojing.com/recursos/>), se construyeron las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), aplicando metodologías clásicas de ajuste probabilístico a máximos anuales y empleando diferentes periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años).

Con las curvas IDF se generaron las tormentas de diseño para luego incluirse en el modelo HEC-HMS, también se incorporaron parámetros de grupo hidrológico (GH), coberturas y usos del suelo, perfiles topográficos, registros de lluvia y coeficientes de Manning. Los métodos utilizados: Número de Curva (CN) para estimar escurrimiento, hidrograma unitario para representar la respuesta de la CAAN el transporte de caudales mediante el método de Muskingum-Cunge, lo que permitió evaluar la dinámica de las curvas IDF hasta el escurrimiento en el cauce.

Resultados

En la Figura 2 se observan Las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) obtenidas a partir de la serie 1987–2023, estas evidenciaron un ajuste consistente en los distintos periodos de retorno analizados (2, 5, 10, 25, 50 y 100 años), mostrando incrementos progresivos en la intensidad de la precipitación a medida que aumenta el tiempo de retorno.

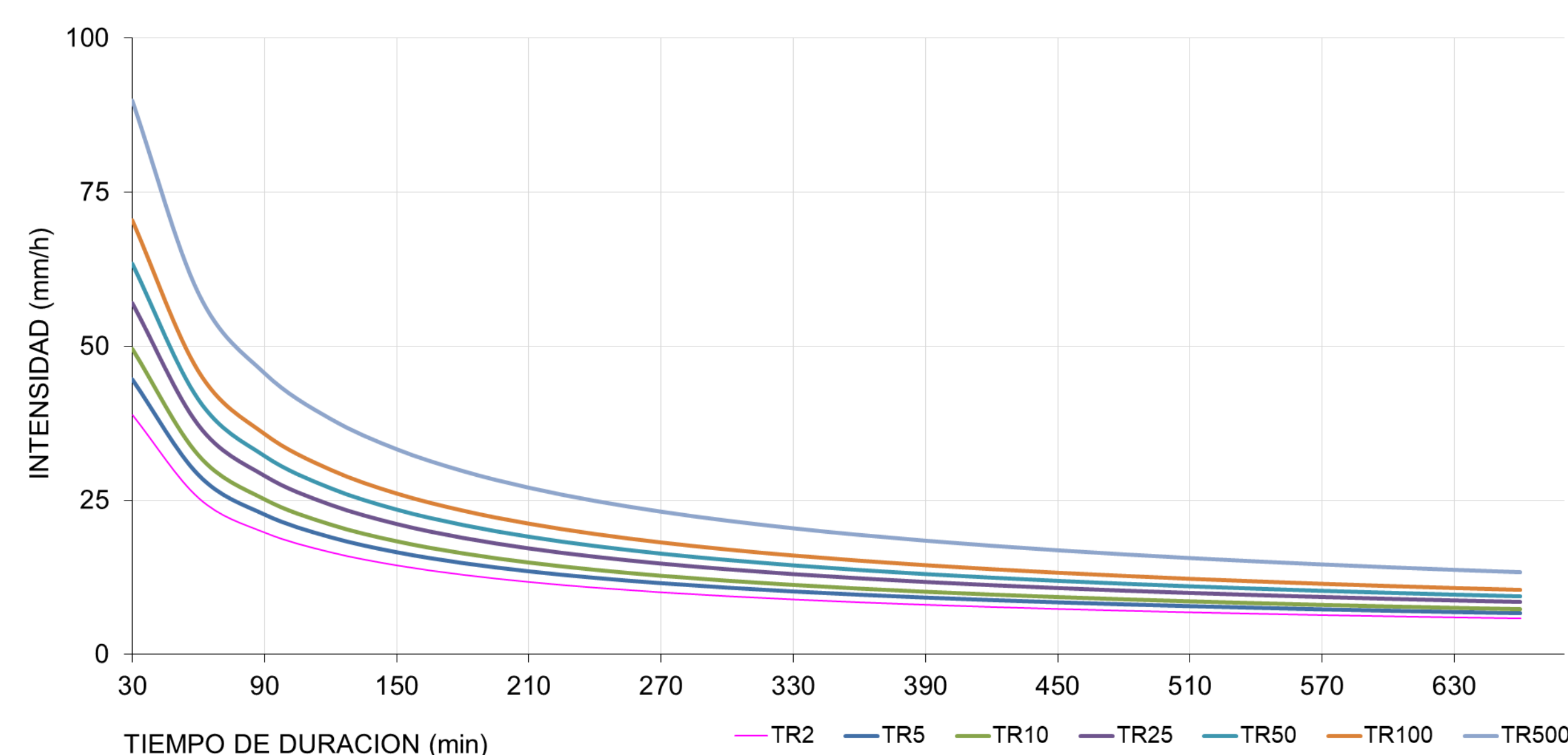


Figura 2. Curvas Intensidad-Frecuencias-Duración IDF, estación Tandil Aéreo.

Las simulaciones en HEC-HMS permitieron representar de manera esquemática el flujo del agua desde las áreas de aporte hasta la salida principal (ver Figura 3). Con base en las tormentas de diseño, el modelo generó hidrogramas de caudal que fueron sistematizados en tablas y gráficos, facilitando la comparación entre distintos periodos de retorno (Tabla 1).

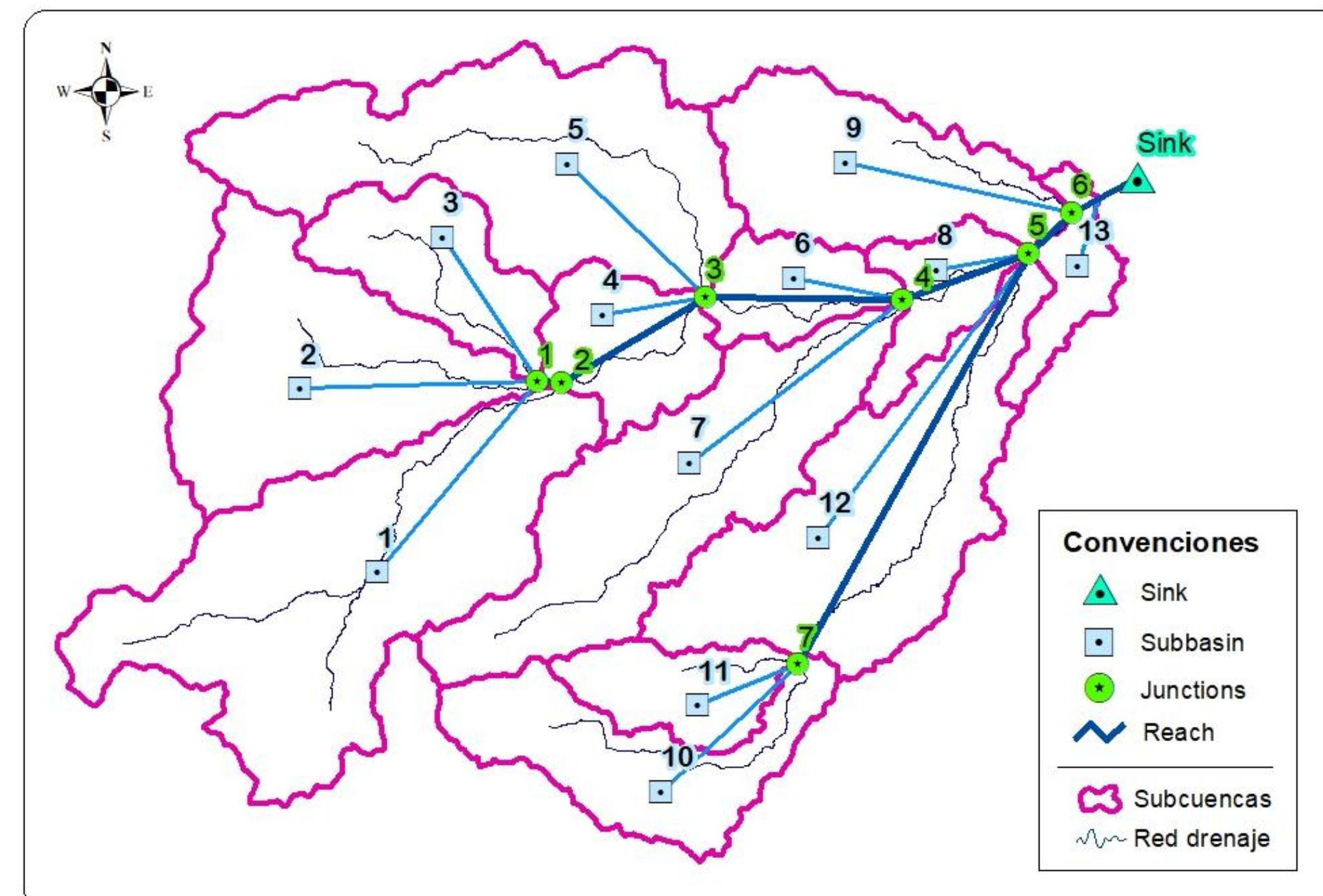
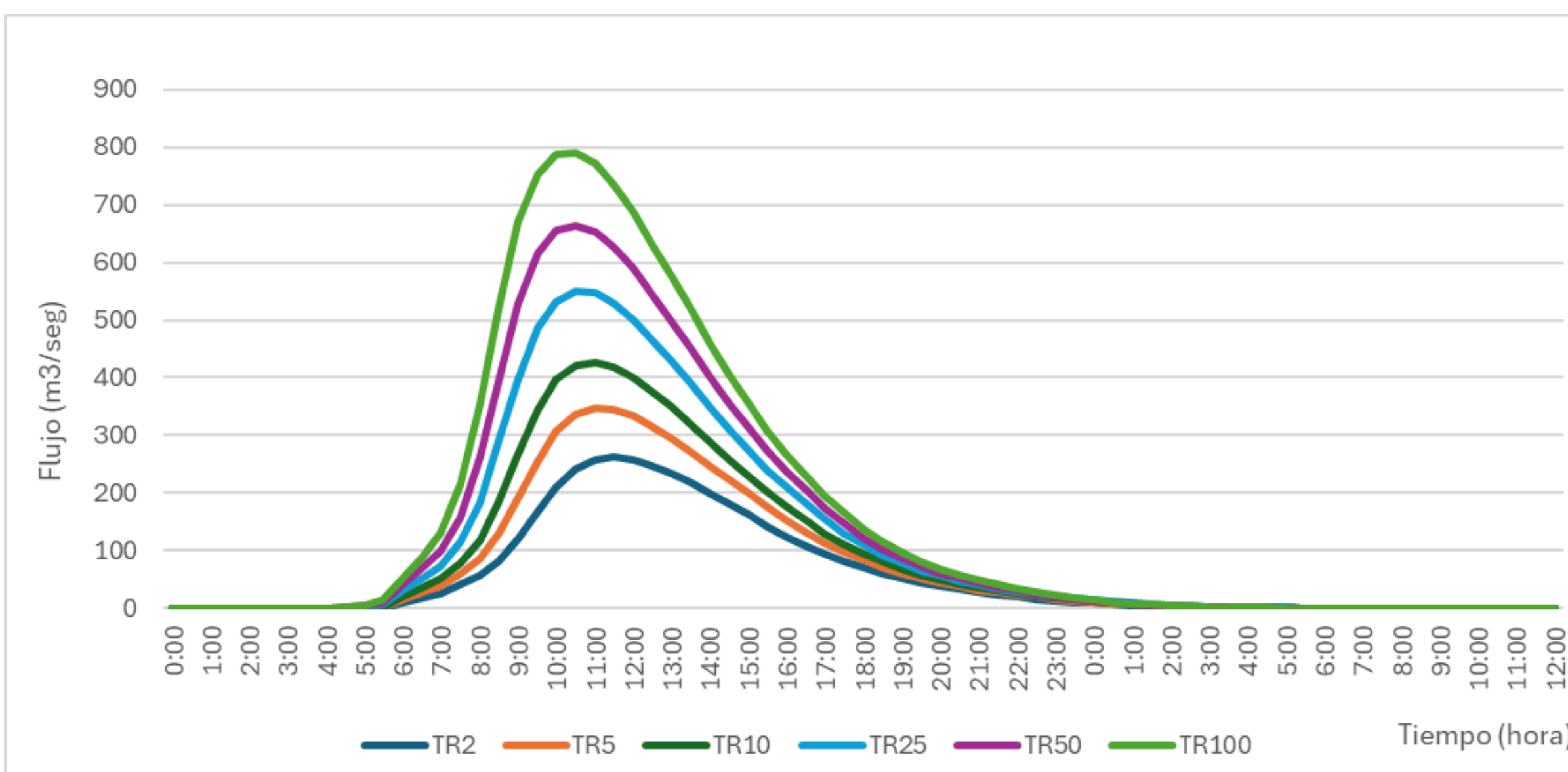


Figura 3. Modelo de cuenca realizado en HEC-HMS.

Tiempo de retorno	Caudal Pico (m3/s)	Tiempo Pico dd/mm/aa/hh	Volumen (hm3)
TR2	262,3	11:30	7,19
TR5	347,9	11:00	9,41
TR10	427,1	11:00	11,43
TR25	549,1	10:30	14,60
TR50	664,2	10:30	17,44
TR100	789,9	10:30	20,69

Tabla 1. Caudales pico, tiempos y volúmenes simulados en HEC-HMS.



Los resultados evidenciaron la variabilidad en los picos de caudal y volúmenes escurridos, mostrando incrementos proporcionales a la magnitud de la precipitación y reflejando la capacidad de la cuenca para concentrar el escurrimiento en función de sus características físicas e hidrológicas.

Figura 4. Caudal erogado a la salida de la CAAN para los tiempos de retorno.

Conclusiones

- La construcción de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) a partir de la serie histórica 1987–2023 permitió caracterizar de manera consistente la variabilidad de la precipitación en diferentes periodos de retorno. Asimismo, la incorporación de estas curvas en el modelo HEC-HMS facilitó la simulación de la respuesta hidrológica de la CAAN.
- Los resultados mostraron que los picos de caudal y los volúmenes escurridos se incrementan en función de la intensidad de la precipitación. Además, la metodología aplicada constituye una herramienta confiable para la estimación de caudales de diseño, aportando insumos clave para la gestión del recurso hídrico y la planificación de medidas de control frente a eventos extremos.
- El producto de este estudio representa una línea base para la planificación y manejo integral del territorio a nivel de cuenca hidrográfica.