

ESTUDIO DE TORMENTAS DE DISEÑO EN LA CUENCA DEL ARROYO FELICIANO DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

Mayra D. Collante Wojcicki, Vanesa E. Gimenez, María Inés Mastaglia, Rodolfo Sato, Natalia Cattaneo y Patricia López

Departamento de Ingeniería Civil, Facultad Regional Paraná (E.R.), Universidad Tecnológica Nacional, República Argentina.
E-mail: vanesagimenez291@gmail.com, mayracollante@hotmail.com

Introducción

El conocimiento y análisis de información de precipitaciones es una base imprescindible para la planificación, el diseño y la operación de obras de infraestructura relacionadas con los recursos hídricos (Tucci Morello, 2007).

El dimensionamiento de estructuras hidráulicas requiere el conocimiento de la tormenta que produce los caudales picos que debe soportar la estructura, para lo cual se asocia una determinada tormenta de diseño a un riesgo de rotura establecido que se asume como eventualmente admisible (Chow et al., 2000). Salvo que se cuente con una estación de aforos en el emplazamiento de la obra, suelen utilizarse modelos de transformación de lluvia-caudal a los efectos de obtener los caudales picos de diseño en base a una determinada tormenta de diseño (Daniil et al., 2005).

En caso de cuencas menores o de mediana extensión, suele considerarse que la distribución de la precipitación es uniforme en toda la cuenca y se utilizan datos de lluvia de una estación meteorológica cercana asumiendo que la información puntual que se obtiene en ésta es adecuada para el análisis de este tipo de cuencas. La estimación de la relación Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF) para la estación meteorológica considerada es suficiente para el diseño hidrológico de este tipo de cuencas. Para cuencas mayores, con superficie superior a 100 km², esta suposición de uniformidad de la lluvia deja de ser válida en mayor medida cuanto mayor es la extensión de la cuenca. Bajo estas consideraciones es de interés la determinación de las tormentas de diseño contemplando la distribución espacial de las precipitaciones en grandes cuencas como la del arroyo Feliciano (8125 km²) objeto del presente estudio. La provincia de Entre Ríos cuenta con una extensa red pluviométrica que ha sido la información de base utilizada para la determinación de la Precipitación Media Areal (PMA) como variable de interés a partir de la cual se determinaron curvas IDF para la cuenca del arroyo Feliciano.

Metodología

A. Recopilación de datos

La base de datos para el estudio de precipitaciones la constituyeron los registros de estaciones pluviométricas convencionales y automáticas. Se realizó un análisis de confiabilidad de estos datos y se organizaron en una base de datos espacial (Fig. 1) en un sistema de información geográfica (SIG) donde cada pluviómetro tiene asociada la información de interés: denominación, operador, coordenadas de ubicación, fecha en inicio y finalización de observaciones, cuenca y departamento al que pertenece.

El estudio requirió una longitud de series pluviométricas de 30 años. En el análisis de los datos recopilados se observó una gran variabilidad de la cobertura temporal de los registros pluviométricos no verificando la condición antedicha. Se elaboró un sistema de categorización de las estaciones en función de la extensión y continuidad de los registros, siendo las de mayor cobertura las de categoría N°1 y disminuyendo ésta hasta la N°5.

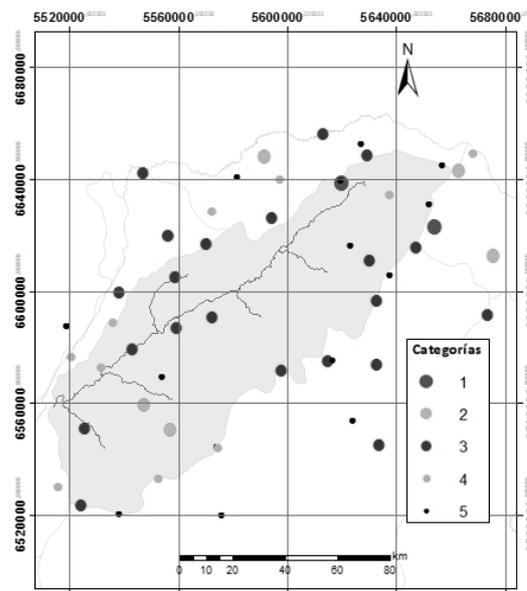


Figura 1.- Red de estaciones pluviométricas de la cuenca del A° Feliciano.

B. Selección de pluviómetros

La selección de estaciones a considerar para la determinación de la PMA se realizó mediante un análisis de la distribución espacial y categorización de los pluviómetros. Para ello, se trazaron los círculos de influencia de las estaciones de 15 km de radio para una red pluviométrica mínima. Como puede observarse en la Figura 2, prevalecieron en mayor medida las estaciones de medición de categoría 2 y 3 que las de categoría 1, 4 y 5. Se constataron falencias en la cobertura espacial; consecuentemente, la existencia de grandes áreas sin datos de medición disponibles, especialmente en la zona central de la cuenca.

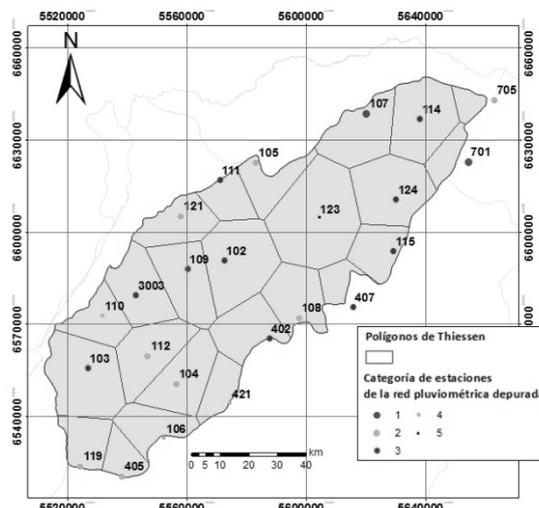


Figura 2.- Estaciones seleccionadas de la cuenca del A° Feliciano y polígonos de Thiessen.

C. Relleno de las Series

Las series de los pluviómetros con observaciones faltantes fueron rellenas por el método de la distancia inversa ponderada (IDW) del National Weather Service.

La representatividad de los valores obtenidos con la aplicación del método IDW se evaluó contrastando las series rellenas con las series pertenecientes a las estaciones de categoría 1, aplicando el método de curvas de doble acumulación.

D. Precipitación Media Areal

La cuenca del arroyo Feliciano se dividió en subcuencas seleccionando cierres sobre el cauce principal coincidentes con estaciones de aforo o de interés para el diseño de obras hidráulicas como cruces de rutas (Fig. 3).

En cada subcuenca se generaron “pluviómetros ficticios” cuyos datos pluviométricos son las PMA calculadas por el método de los polígonos de Thiessen. Este procedimiento considera la eventual falta de uniformidad en la distribución de estaciones y provee mejores resultados en zonas con topografías suaves y condiciones atmosféricas uniformes (Aparicio, 1997).

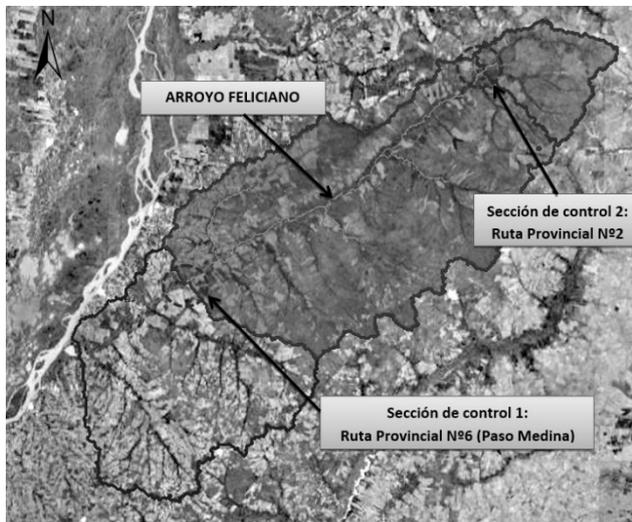


Figura 3.-Subdivisión de la cuenca del A° Feliciano

E. Análisis de frecuencias

Para cada pluviómetro ficticio se calcularon las series de precipitaciones medias areales máximas anuales (PMAMA) para el año hidrológico septiembre-agosto, fijando duraciones de lluvia de hasta cuatro veces el tiempo de concentración de las subcuencas de modo de asegurar el aporte de la totalidad del área de cada una de ellas. Se adoptaron 1, 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días de duración para la generación de dichas series.

Se estimaron las precipitaciones para 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años de recurrencia estimadas mediante la función de distribución GEV que resultó ser la de menor error y mejor ajuste.

F. Estimación de las curvas IDF

Con los valores así obtenidos, se ajustaron éstos en expresiones matemáticas que relacionan las variables de intensidad, período de recurrencia y duración en una familia de curvas (Chow, 2000). Como ejemplo de ello, se observa en la Figura 4 la curva IDF obtenida en la subcuenca con sección de control en la intersección del cauce principal y la Ruta Provincial N°6 (Paso Medina).

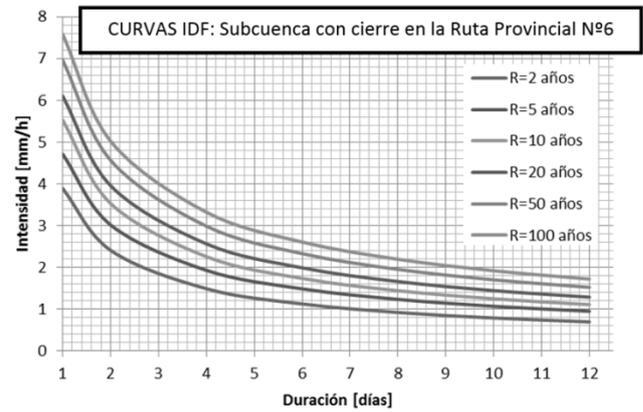


Figura 4.- Ejemplo de curva IDF obtenida. Período 1985-2016

Conclusiones

El estudio permitió desarrollar una metodología para la determinación de tormentas de diseño en grandes cuencas, considerando la distribución espacial y temporal de la lluvia y aplicada en este caso a la cuenca del arroyo Feliciano.

La base de datos generada en plataforma SIG constituyó un aporte importante que permitió analizar la distribución espacial de los pluviómetros para su selección en el cálculo de la PMA.

El desarrollo de la investigación y la interpretación de sus resultados demostraron la posible y acertada oportunidad de utilizar como variable de interés la PMA en cuencas extensas para obtener curvas IDF. Los pluviómetros ficticios asociados a las PMA, cuyas áreas de influencia superan los 100 km², presentan una atenuación propia de la distribución espacial heterogénea de las precipitaciones en áreas extensas por su carácter de variable media en esas superficies.

Del análisis general de la información procesada se destaca la importancia de poseer estaciones confiables en la red pluviométrica de una cuenca y, por ello, se refuerza el valor que tiene la instrucción técnica de los operadores de las estaciones, la continuidad en la observación y el correcto registro de los datos.

Para finalizar, cabe destacar que la información generada en el presente estudio permite disponer de dos importantes herramientas para estudios hidrológicos:

- Base de datos pluviométricos que podrá ser consultada, editada, actualizada y visualizada en el espacio.
- Curvas IDF para la cuenca de estudio como fuente de información para modelados hidrológicos con el objeto de estimar caudales de diseño de mayor confiabilidad en tanto se ha considerado en las mismas la distribución espacial de los datos pluviométricos.

Referencias bibliográficas

- Aparicio, F., *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Balderas: Limusa, 1997.
- Chow, Ven Te; Maidment, David R., Mays, Larry W., *Hidrología aplicada*, Bogota: McGraw Hill Interamericana S.A., pp.427-505, 2000.
- Daniil E.I.; S.N. Michas y L.S. Lazaridis, *Hydrologic modeling considerations for flood management in ungauged basins*, Trabajo presentado en 9th International Conference on Environmental Science and Technology, Isla de Rodas, Grecia: 2005.
- Tucci Morelli, Carlos E., *Hidrología, Ciência e Aplicação*, Cuarta Edición, p.12, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.