

MODELACIÓN HIDRÁULICA DE LA LOCALIDAD DE HERNANDO, PROVINCIA DE CÓRDOBA

María Florencia Terré, Facundo José Alonso, Juan Carlos Bertoni y Ricardo Ingaramo

Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
E-mail: florenciaterre@hotmail.com

Introducción

La localidad de Hernando representa un caso emblemático en materia de inundaciones de la Provincia de Córdoba. Se destacan los eventos de 1978, 1993 y 2013, cuyos efectos causaron la evacuación de un alto porcentaje de la población y la pérdida de cuantiosos bienes.

A raíz de esta problemática, de severas consecuencias sociales y económicas para la región, la localidad ha sido objeto de numerosos trabajos (Alberti, 2014) y obras que procuran mitigar parcialmente los efectos que las crecidas ejercen en la localidad y campos aledaños. Entre los antecedentes de mayor resonancia se destaca el proyecto de los "Mil Lagos" (Crusta, 2006) desarrollado hace alrededor de 20 años, el cual propone formar consorcios de conservación y realizar microembalses distribuidos en la cuenca de aporte a los fines de regular las crecidas, pero hasta la actualidad sólo se sistematizó el 10% de la cuenca de aporte.

La ubicación geográfica de este núcleo urbano la constituye en el punto de concentración de una importante cuenca de aporte hídrico que comprende un área de alrededor de 950 km² (Figura 1).

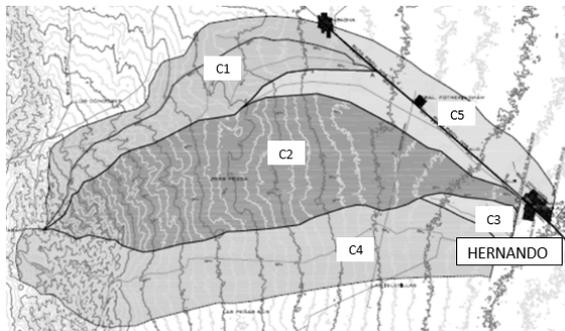


Figura 1.- Cuenca de aporte (Fuente: Alberti, 2014).

Alrededor de la zona urbanizada de la localidad existen actualmente un gran número de canales (Figura 2), que objetivan conducir los excedentes hídricos hacia la salida de la misma, y permitir la continuación de este flujo aguas abajo de la ruta provincial número 10.

A pesar de ello, la experiencia ha demostrado la incapacidad del sistema de drenaje existente para soportar este estímulo hídrico cuando ocurre para eventos lluviosos con tiempos de retorno del orden de los veinte años.

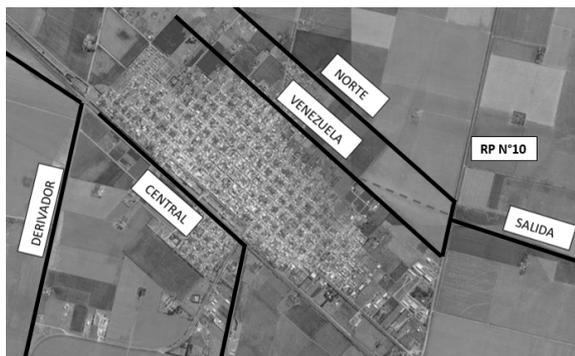


Figura 2.- Sistema de drenaje actual de la ciudad de Hernando.

En este trabajo se realiza un análisis del comportamiento hidráulico del entramado urbano, y se vincula con la red de canales que lo enmarcan.

Adicionalmente se realiza una modelación hidráulica a los fines de cuantificar la problemática y se exponen los resultados numéricos de dicha modelación. Finalmente se presentan algunas conclusiones y recomendaciones conducentes a disminuir los impactos del evento en la ciudad.

Materiales y métodos

En primera instancia se estudió la cuenca de aporte hídrico empleando las herramientas informáticas de manejo de datos raster y vectoriales de las imágenes satelitales.

A partir de la red de drenaje así constituida, se comparó y contrastó la información obtenida con los testimonios de los habitantes de la ciudad, quienes fueron testigos presenciales de los episodios referidos. Documentación fotográfica y filmográfica complementó los antecedentes.

A partir de la construcción del modelo conceptual del sistema en estudio, fue posible modelar la transformación lluvia-caudal empleando el modelo hidrológico HEC-HMS (USACE-HEC, 2000), para los escenarios de tiempo de retorno (T_r) de 10 y 25 años.

Una vez obtenidos los caudales de diseño, se modeló el sistema completo de calles y canales de la localidad mediante el conocido modelo SWMM (EPA, 2005). Los resultados de esta modelación pusieron en evidencia los puntos críticos del entramado urbano, lo cual permitió enfocar las principales causas de inundación en forma localizada.



Figura 3.- Hernando representado con SWMM.

Esta potente herramienta permitió apreciar el recorrido del agua, el proceso de avance y ocupación gradual del agua en la zona urbana, los sectores de mayor vulnerabilidad, y las posibles vías de escape del excedente hídrico, lo cual condujo a un conjunto de hipótesis respecto de las alternativas de mitigación en los puntos más conflictivos.

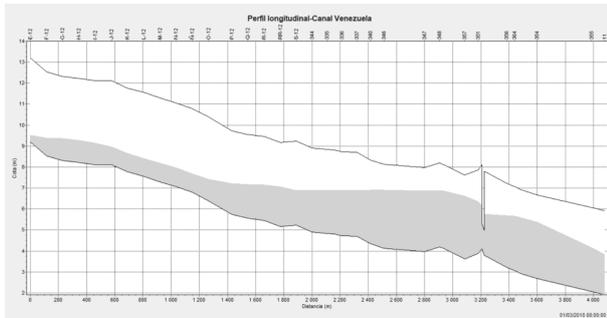


Figura 3.- Perfil del canal Venezuela modelado con SWMM.

Resultados

A los fines de llevar adelante la calibración de los parámetros del modelo hidrológico y del modelo hidráulico, se identificaron puntos concretos con valores conocidos de inundación, vinculados a eventos específicos.

Una vez calibrado el modelo, se verificó la fiabilidad de sus parámetros empleando los datos del último evento extremo, ocurrido en diciembre de 2017, a partir de los registros de niveles señalados por testimonios puntuales.

Los resultados pusieron en evidencia que el principal problema del sistema se encuentra en las alcantarillas de salida del mismo, que no permiten el escurrimiento natural del agua en la desembocadura de la red vial.

El canal Venezuela, por su parte, en su último tramo presenta un quiebre con un de giro del flujo que fuerza las líneas de corriente a tomar un ángulo menor a 90°, obligando al caudal a vencer esta resistencia para poder dirigirse hacia el punto de descarga.

Las imágenes satelitales reflejan claramente que el curso natural del agua debería recorrer desde el canal Venezuela siguiendo una diagonal hasta las alcantarillas, es decir, en dirección a la depresión natural del terreno.

Además, es posible observar que si el Canal Norte en lugar de unirse con el Canal Venezuela al Oeste de la Ruta Provincial N°10, lo hiciera al Este (atravesando la ruta con una alcantarilla) el caudal de ingreso del sistema de alcantarillas centrales se reduciría en gran número ya que el Canal Norte transporta mayor caudal que el Canal Venezuela.

Se presenta un esquema de la posible solución y su posterior verificación con SWMM (Figura 4).



Figura 4.- Sistema de drenaje propuesto.

Los resultados mejoran significativamente para eventos de recurrencia de 10 años. En el caso de los eventos extremos, esta solución reduce los niveles y el tiempo de permanencia del agua

en la ciudad, pero no consigue evitar que en los puntos más comprometidos el nivel del agua supere el cordón de vereda.

Comparamos algunos tramos

Horas	Línea 12N-R	Línea 12N-O	Línea 12O-P	Línea 12P-Q	Línea 12Q-R	Línea 12R-RR	Línea 12RR-S
04:00:00	0.70	0.71	0.83	0.96	0.95	0.99	0.87
04:30:00	0.78	0.80	0.95	1.10	1.10	1.12	0.95
05:00:00	0.84	0.88	1.07	1.25	1.26	1.27	1.06
05:30:00	0.90	0.94	1.17	1.37	1.39	1.41	1.24
06:00:00	0.95	1.01	1.27	1.50	1.55	1.62	1.50
06:30:00	0.97	1.04	1.35	1.61	1.68	1.79	1.75
07:00:00	0.95	1.01	1.35	1.67	1.78	1.92	1.92
07:30:00	0.92	0.98	1.34	1.68	1.79	1.96	2.00
08:00:00	0.88	0.94	1.31	1.67	1.80	1.97	2.01

Figura 5.- Resultados de la simulación para situación actual de Hernando.

Horas	Línea 12N-R	Línea 12N-O	Línea 12O-P	Línea 12P-Q	Línea 12Q-R	Línea 12R-RR	Línea 12RR-S
04:00:00	0.73	0.74	0.86	1.00	0.99	1.01	0.86
04:30:00	0.80	0.83	0.99	1.16	1.16	1.17	0.96
05:00:00	0.87	0.91	1.11	1.30	1.31	1.32	1.07
05:30:00	0.92	0.98	1.21	1.42	1.45	1.45	1.22
06:00:00	0.98	1.04	1.31	1.53	1.58	1.60	1.43
06:30:00	1.00	1.08	1.38	1.63	1.71	1.79	1.66
07:00:00	0.97	1.05	1.37	1.65	1.75	1.86	1.78
07:30:00	0.94	1.01	1.33	1.62	1.72	1.85	1.81
08:00:00	0.91	0.96	1.27	1.56	1.66	1.80	1.77

Figura 6.- Resultados de la simulación para la propuesta planteada.

En estos tramos del canal Venezuela el nivel es 20 cm inferior, en la ciudad también se observan mejoras con esta intervención hipotética.

Conclusiones

Este trabajo ha permitido, a partir de la modelación hidrológica e hidráulica de la localidad de Hernando, identificar los puntos críticos del proceso de inundación. Adicionalmente se ha planteado una solución para mitigar parcialmente los impactos de la misma al menos para eventos con tiempos de retorno del orden de los 10 años.

Referencias

- Alberti (2014)** "Determinación de caudales de cuenca de aporte a alcantarillas de Ruta Provincial N°10 a la altura de la localidad de Hernando". *Estudio hidráulico, Córdoba*.
- Crusta L. (2006)**. "Estudios técnicos y memoria descriptiva del proyecto 54/2006 plan integral de conservación de suelos y agua en la cuenca alta del consorcio Los Mil Lagos". *Consortio "Los Mil Lagos"*.
- USACE-HEC. (2000)**. "Hydrologic modeling system HEC-HMS technical reference manual", *Davis, Calif.*
- EPA SWMM (2005)**. "Modelo de gestión de aguas pluviales 5.0 VE. Manual de usuario". *traducción al Español por GMMF*.