

RECONSTRUCCIÓN DE UN CURSO TORRENCIAL EN SU AFLUENCIA EN EL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA (ESPAÑA)

Juan Ángel Mintegui Aguirre; José Carlos Robredo Sánchez; Carlos de Gonzalo Aranoa; Pablo Huelin Rueda

Unidad de Hidráulica e Hidrología, Departamento de Ingeniería Forestal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid (España), Teléfono +34 91 3367118. e-mail: juanangel.mintegui@upm.es

Introducción

Un curso torrencial es aquel en el que de manera súbita aparece una descarga líquida y sólida importante, ante la ocurrencia en su cuenca vertiente de eventos torrenciales (sean aguaceros o fusiones repentinas del manto de nieve), que provocan una aceleración del ciclo del agua y de los sedimentos en la superficie de la cuenca y generan con ello el fenómeno del geo-dinamismo torrencial.

Originariamente las avenidas del arroyo del Partido se expandían antes de llegar a la marisma del Parque Nacional de Doñana (PND), generando una serie de ramificaciones de escaso calado, sin capacidad para provocar tensiones de tracción, que pudieran vencer la resistencia a iniciar el movimiento de las arenas que conformaban sus lechos, e incluso se forzaba de este modo a depositar los sedimentos que arrastraba la corriente, lo que generó el primitivo cono de sedimentación. Transcurridas las avenidas, el flujo se concentraba en un canal de desagüe que descargaba a la marisma en régimen uniforme y desprovisto de sedimentos. Los terrenos de este cono de sedimentación sólo se cultivaba en los años en los que las avenidas del invierno anterior lo inundaban, manteniéndose los restantes años como erial o pastos.

El Plan Almonte-Marismas puso en cultivo toda esta superficie a comienzos de los años ochenta del siglo pasado, para ello se encauzó el arroyo del Partido en sus últimos 7 Kilómetros anteriores a su afluencia en la marisma. La canalización modificó de forma sustancial la circulación de los flujos en los momentos de las máximas crecidas forzando a su concentración; de modo que al descargar éstos finalmente en la marisma, terminaron generando en ella un nuevo cono de sedimentación, a causa de la expansión de la corriente y el consiguiente depósito de la carga sólida que hasta entonces llevaban incorporada. Analizando fotografías aéreas de diferentes fechas, reforzadas con dos campañas de trabajos topográficos de campo entre 1996-99 y 2003, se estimaron los incrementos en superficie y volumen del nuevo cono de sedimentación en de la marisma en el periodo analizado (Tabla 1).

Ante esta situación y tras su análisis, se propusieron las siguientes acciones para tratar de recuperar el régimen hidrológico del arroyo del Partido: 1) Construir en una sección del arroyo, situada a 6 Km. de su afluencia a la marisma del PND, un dique de cierre para controlar los procesos de erosión remontante aguas arriba del mismo; 2) Permitir expandirse a la corriente durante las avenidas, a partir de la sección donde se ubica el dique anterior y aguas abajo del mismo, para que recupere parte de su antigua llanura de inundación; suprimiendo para ello el muro izquierdo del encauzamiento del arroyo aguas

abajo del dique en cuestión, a fin de que la corriente pudiera extenderse por ese margen.

Año	Superficie (m ²)	Volúmen (m ³)
1956	0	0
1982	152.241	5.338
1985	292.142	19.657
1993	1.042.800	250.460
1996	2.035.211	954.017
1997	3.325.798	2.547.588
1998	3.814.778	3.733.575
2000	3.929.143	3.794.045
2001	3.979.757	3.899.220
2002	4.195.430	3.973.527
2003	4.314.186	4.297.024

Tabla 1. Estimación de los incrementos en superficie y volumen del nuevo cono de sedimentación del arroyo del Partido sobre la marisma del PND entre 1956-2003.

Esta propuesta tuvo modificaciones; pues el área destinada a la expansión de la corriente aguas abajo del dique se protegió parcialmente por muros y, además, dado que la misma presenta una pendiente hacia otro arroyo menor, llamado Cañada del Pinar, se construyó sobre éste otro dique, para regular las avenidas y retornar el flujo sobrante de las mismas hacia el área destinada a la expansión e inundación. La propuesta modificada se ejecutó en el verano de 2006 con la Actuación núm. 3 del Proyecto de Regeneración Hídrica de la Marisma del PND, conocido como Proyecto Doñana 2005; que dispuso desde su inicio de una Comisión Científica para su seguimiento.

Objetivos

Las actuaciones que se realizan para corregir cursos torrenciales, deben asumir un proceso de seguimiento; que analice el comportamiento de las mismas ante los eventos torrenciales posteriores a su ejecución; detecte sus desviaciones y proponga rectificaciones al diseño inicial, para adecuarlo a los objetivos del proyecto. La Actuación núm. 3 del Proyecto Doñana 2005 lo tiene. En esta comunicación se exponen los trabajos de este seguimiento durante el periodo 2006-08.

Material y métodos

Los trabajos de seguimiento de la Actuación núm. 3 se plantearon a largo y a corto plazo. Para ambos se requería establecer una situación de partida del área

objeto del seguimiento y como tal se optó la que ésta presentaba en julio de 2003, cuando finalizaron trabajos topográficos efectuados sobre el terreno, previos a la ejecución de las obras de la Actuación núm. 3. Para dicha fecha se dispone de una información completa topográfica y temática del área afectada y del comportamiento en la misma del geotorrencial del arroyo del Partido durante el periodo 1995-2003 (avenidas ocurridas; sus caudales; la emisión por éstos de sedimentos a la marisma, en suspensión y como carga de fondo, y el avance del nuevo cono de sedimentación en la marisma (Tabla 1). El seguimiento a largo plazo implica que, pasado un periodo dilatado desde la fecha de referencia, se realice una investigación del área en cuestión, que aporte un nivel de información de su estado físico y comportamiento geo-torrencial semejante al que se dispone para la situación inicial, anterior a la ejecución de las obras de la Actuación núm. 3; mientras que el seguimiento a corto plazo obliga a seguir la evolución de las avenidas que ocurran en el arroyo del Partido a partir de la ejecución de las obras de la Actuación núm. 3. Esta comunicación se refiere a este último.

El principal objetivo del dique construido en el arroyo del Partido es conseguir que una parte del caudal de avenida, que llega a su paramento aguas arriba, se desvíe al área de expansión-inundación-sedimentación proyectada en la Actuación núm. 3. Para ello se dotó al dique de dos vertederos, uno frontal (de sección rectangular de 70 m de anchura y 2 m de altura, con umbral de cemento y cota uniforme de 16,7 m) que vierte directamente al cauce del arroyo del Partido, y otro lateral (situado en el margen izquierdo del arroyo, aguas arriba del anterior, de 140 m de longitud y umbral de escollera con una cota aproximada de 16,7 m) que desvía el caudal restante hacia el área de inundación-sedimentación. Este dique constituye el eje central del sistema corrector y desde su ejecución ha sido objeto de seguimiento con un doble objetivo: 1) Regular el caudal que pasa directamente al cauce del arroyo del Partido, porque del mismo depende que el nuevo cono de sedimentación formado en la marisma continúe o se detenga. A ello se añade otro problema, por la presencia cerca del lugar de la desembocadura del arroyo en la marisma de la población de El Rocío, cuya expansión por el este puede ser afectado por las avenidas importantes del arroyo. 2) Analizar en el área de inundación-sedimentación, establecida en la Actuación núm. 3, el comportamiento geomorfológico que experimentan las superficies por las que transitan los flujos que atraviesan el vertedero lateral, para estimar su grado de socavación y comprobar si en el área en cuestión se realiza una adecuada expansión de la corriente. Ambas tareas se han abordado analizando las avenidas más importantes acontecidas en el arroyo del Partido desde el verano de 2006.

Evaluación y resultados

1) En relación con el caudal que, atravesando el vertedero frontal del dique construido sobre el arroyo del Partido, continúa aguas abajo; se han constatado los siguientes resultados. En las primeras avenidas ocurridas en el arroyo del Partido posteriores a la ejecución del dique, el caudal que continuaba discurriendo por el arroyo aguas abajo de la obra aún seguía siendo elevado, para conseguir detener el

avance del nuevo cono de sedimentación formado en la marisma; aunque se consiguiera evitar inundaciones importantes en el entorno de El Rocío. Ante esta situación, se redujo la longitud del vertedero, que mantiene su forma rectangular, a 28 m ubicados en el centro del cauce del arroyo. Con este nuevo diseño se ha comprobado que en avenidas moderadas los caudales que pasan por el vertedero frontal no superan los $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; lo que permite al arroyo recuperar su régimen primitivo y frenar el crecimiento de su cono final; pero para avenidas importantes $> 80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, el mismo caudal supera los $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, que resulta elevado para detener el crecimiento del cono y evitar problemas en el entorno de la población de El Rocío.

2) Respecto de la geomorfología que va adoptando el cauce generado por los flujos de avenida desviados hacia el área de inundación-sedimentación a través del vertedero lateral, para caudales estimados hasta unos $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; se ha comprobado que, aunque la corriente no se reparta uniformemente, adopta un perfil de caño con similitudes a la que se presentaba el antiguo canal de desagüe del primitivo cono de sedimentación. Este efecto es el que se deseaba conseguir, por ello se ha operado con cautela en la derivación de los primeros caudales de avenida hacia dicha área.

Conclusiones

A la vista de los resultados, la conclusión más importante es la necesidad de continuar analizando el comportamiento de las avenidas en el arroyo del Partido, tanto para la fracción que atraviesa el vertedero frontal del dique construido en su cauce, como para la que se desvía hacia el área de inundación-sedimentación establecida en la Actuación núm.3; para que en función de los resultados obtenidos ante los diferentes eventos; conseguir establecer el reparto que mejor contribuya a la regeneración hídrica del paraje en cuestión; que tenga como objetivos finales: 1) La regulación del caudal que continúe por el arroyo del Partido hasta la marisma, que impida el crecimiento del nuevo cono formado sobre ésta y evite riesgos en el entorno de la población de El Rocío. 2) Dirigir el flujo restante en las avenidas a los mismos cauces a los que afluyó con anterioridad al encauzamiento del tramo final del arroyo del Partido, tras su previa laminación y sedimentación en el área dispuesta al efecto y siguiendo el gradiente del terreno en el lugar.

Referencias

- Mintegui Aguirre J. A., Robredo Sánchez J. C., Sendra Arce P. J.** (2003) *Avenidas torrenciales en el arroyo del Partido y su incidencia en la marisma del Parque Nacional de Doñana*, pp. 373, Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica, Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid. ISBN: 84-8014-515-3.
- Mintegui Aguirre J. A., Lenzi M. A., Robredo Sánchez J. C., Mao L.** (2006) *Movilización versus estabilización de los sedimentos en cursos sometidos a la dinámica torrencial*, pp. 143, Naturaleza y Parques Nacionales, Serie Técnica, Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid, ISBN: 10 84-8014-665-6 y ISBN: 13 978-84-8014-665-4.