



[Escribir texto]
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA MINIMIZAR LOS DAÑOS PROVOCADOS EN LA ZONA URBANA POR EL DESBORDAMIENTO DEL BARRANCO DE LA ALBERCA, DÉNIA (ALICANTE)

Anexo nº 3: Estudio hidráulico

Trabajo final de grado

Titulación: Grado en Ingeniería de Obras Públicas
Curso: 2015/16

Autor: Marín Camacho, Álvaro
Tutor: Ferrer Polo, José
Cotutor: Aguado García, Daniel

Valencia, septiembre de 2016

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

Índice

1. Introducción

2. Modelación del cauce mediante *HEC-RAS*

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).

1. Introducción

En este anexo nº 3: Estudio Hidráulico se pretende evaluar el comportamiento hidráulico del cauce del barranco de La Alberca, en su estado natural. Se desea reafirmar la existencia del hecho del desbordamiento del barranco en la mayoría de sus puntos debido a la incapacidad hidráulica del cauce para trasegar el caudal escogido, así como comprobar el funcionamiento del mismo y de las estructuras que atraviesan a este, asociando este comportamiento a distintos períodos de retorno, para una vez comprobada su capacidad poder decidir el período de retorno más adecuado para la protección del barranco frente a avenidas.

Concretamente en este anexo se va a evaluar la zona donde se pretende realizar la actuación, es decir, los dos últimos kilómetros del barranco antes de llegar a la desembocadura en la playa, tal como se muestra en la siguiente figura.



Figura A3.1: Zona de actuación del presente TFG.

2. Modelación del cauce mediante *HEC-RAS*

Metodología

El programa utilizado para realizar los cálculos, así como obtener las visualizaciones, ha sido *HEC-RAS* (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System), desarrollado por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.

Esta herramienta informática permite realizar simulaciones de cauce hidráulicos en régimen permanente o transitorio, obteniendo como resultado la altura de la lámina de agua, velocidad del flujo, calados, tensiones tangenciales o la altura de la línea de energía entre otros.

Con esta herramienta se debe, en primer lugar, introducir la geometría del cauce a través de diversas secciones transversales correspondientes a distintos tramos del barranco. Además también permite la introducción en el sistema de estructuras hidráulicas, confluencias y puentes.

La expresión utilizada para el cálculo se basa en la ecuación de energía con pérdidas por fricción y las pérdidas localizadas en contracciones y expansiones.

$$z_2 + \frac{a_2 \cdot v_2^2}{2 \cdot g} = z_1 + \frac{a_1 \cdot v_1^2}{2 \cdot g} + h_c$$
$$h_c = L \cdot S_f + C \cdot \left(\frac{a_2 \cdot v_2^2}{2 \cdot g} - \frac{a_1 \cdot v_1^2}{2 \cdot g} \right)$$

donde:

h_c : Pérdidas de energía.

z : Cotas de la superficie de la lámina libre de agua.

v : Velocidades medias.

a : Coeficientes de Coriolis.

g : Constante gravitacional.

C : Coeficientes de contracción o expansión.

S_f : Pérdidas de carga generales.

Datos Hidrológicos

En primer lugar se va a simular el cauce natural del barranco de La Alberca para un caudal asociado a un período de retorno de $T=500$ años, extraído de la recomendación del PATRICOVA, se pretende corroborar los episodios de inundaciones que se producen en las zonas aledañas al barranco.

Una vez se han obtenido los caudales de diseño para diferentes períodos de retorno en el Anexo nº3: Estudio Hidrológico, se utilizará la herramienta informática *HEC-RAS* para poder observar el comportamiento hidráulico, tanto del cauce como de las distintas estructuras que atraviesan el mismo.

El caudal que va a ser utilizado para dicha simulación será el asociado a un período de retorno de $T=500$ años, correspondiente a $756,12 \text{ m}^3/\text{s}$.

Coefficientes de rugosidad

Otro de los parámetros hidráulicos relevantes son los valores del coeficiente de rugosidad o número de Manning. Este valor es tremendamente importante para la correcta modelización del cauce, ya que representa la resistencia al avance del flujo que ofrece el cauce.

En la tabla que se muestra a continuación se observan los valores del número de Manning elegidos para diferentes secciones y tramos del cauce.

Zona	Nº de Manning		
	Margen derecho	Lecho	Margen izquierdo
General	0.04	0.04	0.04
Carretera de cajeros	0.015	0.015	0.015
Puente ciclista	0.015	0.015	0.015
Puente CV-723	0.015	0.015	0.015
Naranjos	0.04	0.04	0.03
Cruce	0.015	0.015	0.015
Puente Las Marinas	0.015	0.015	0.015
Aguas abajo Las Marinas	0.03	0.03	0.04
Arena	0.025	0.025	0.025

Tabla A3.1: Valores del número de Manning introducidos en *HEC-RAS*.

Estos valores fueron tomados a partir de la tabla que se muestra a continuación, el valor tomado como general para la mayoría de secciones corresponde a secciones con corrientes naturales, limpias, orillas rectas, fondo uniforme altura de lamina libre suficiente y algo de vegetación, al cual le corresponde un valor de 0,04.

Para los puentes que atraviesan el barranco se tomó un valor de 0,015, correspondiente a canales revestidos con hormigón, así como en las zonas de escollera se tomó un valor de 0.03.

Por último para la desembocadura, en la playa, se tomó un valor de 0,025.

	Coeficiente de Manning
Cunetas y canales sin revestir	
En tierra ordinaria, superficie uniforme y lisa	0,020-0,025
En tierra ordinaria, superficie irregular	0,025-0,035
En tierra con ligera vegetación	0,035-0,045
En tierra con vegetación espesa	0,040-0,050
En tierra excavada mecánicamente	0,028-0,033
En roca, superficie uniforme y lisa	0,030-0,035
En roca, superficie con aristas e irregularidades	0,035-0,045
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente	0,027-0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033-0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia	0,035-0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060-0,080
Cunetas y Canales revestidos	
Hormigón	0,013-0,017
Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Encachado	0,020-0,030
Paredes de hormigón, fondo de grava	0,017-0,020
Paredes encachadas, fondo de grava	0,023-0,033
Revestimiento bituminoso	0,013-0,016
Corrientes Naturales	
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente	0,027-0,033
Limpias, orillas rectas, fondo uniforme, altura de lamina de agua suficiente, algo de vegetación	0,033-0,040
Limpias, meandros, embalses y remolinos de poca importancia	0,035-0,050
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados	0,060-0,080
Lentas, con embalses profundos y canales ramificados, vegetación densa	0,100-0,200 ¹
Rugosas, corrientes en terreno rocoso de montaña	0,050-0,080
Áreas de inundación adyacentes al canal ordinario	0,030-0,200 ¹

Tabla A3.2: Valores del número de Manning para distintas superficies.

Las pérdidas asociadas a los coeficientes de rugosidad son calculadas mediante *HEC-RAS* a través de la siguiente expresión:

$$I = \frac{n^2}{R_H^{4/3}} \cdot v^2$$

donde:

I: Pendiente de la línea de energía.

n: Coeficiente de rugosidad de Manning.

R_H: Radio hidráulico.

v: Velocidad de flujo.

Condiciones de contorno

Para la simulación del cauce natural se ha escogido como condición de contorno el calado normal, con las respectivas pendientes en el tramo, en este caso la pendiente corresponde a 0,0027 m/m.

Análisis del sistema hidráulico natural

Tras la realización de diversas simulaciones en régimen subcrítico o lento se observa que los problemas de desbordamiento ocurren hasta para un período de retorno de 2 años, con un caudal asociado de 40 m³/s. Esto coincide con la experiencia observada en la zona, ya que los episodios de inundaciones se repiten habitualmente cada vez que se produce una lluvia de dimensiones considerables.

Estos resultados evidencian la necesidad de realizar una actuación, la cual aumente la capacidad hidráulica del cauce del barranco y disminuya los daños provocados por el desbordamiento del barranco en las distintas zonas del cauce.

A continuación se muestra una imagen extraída del PATRICOVA en la cual se muestra la llanura de inundación asociada a distintos períodos de retorno.

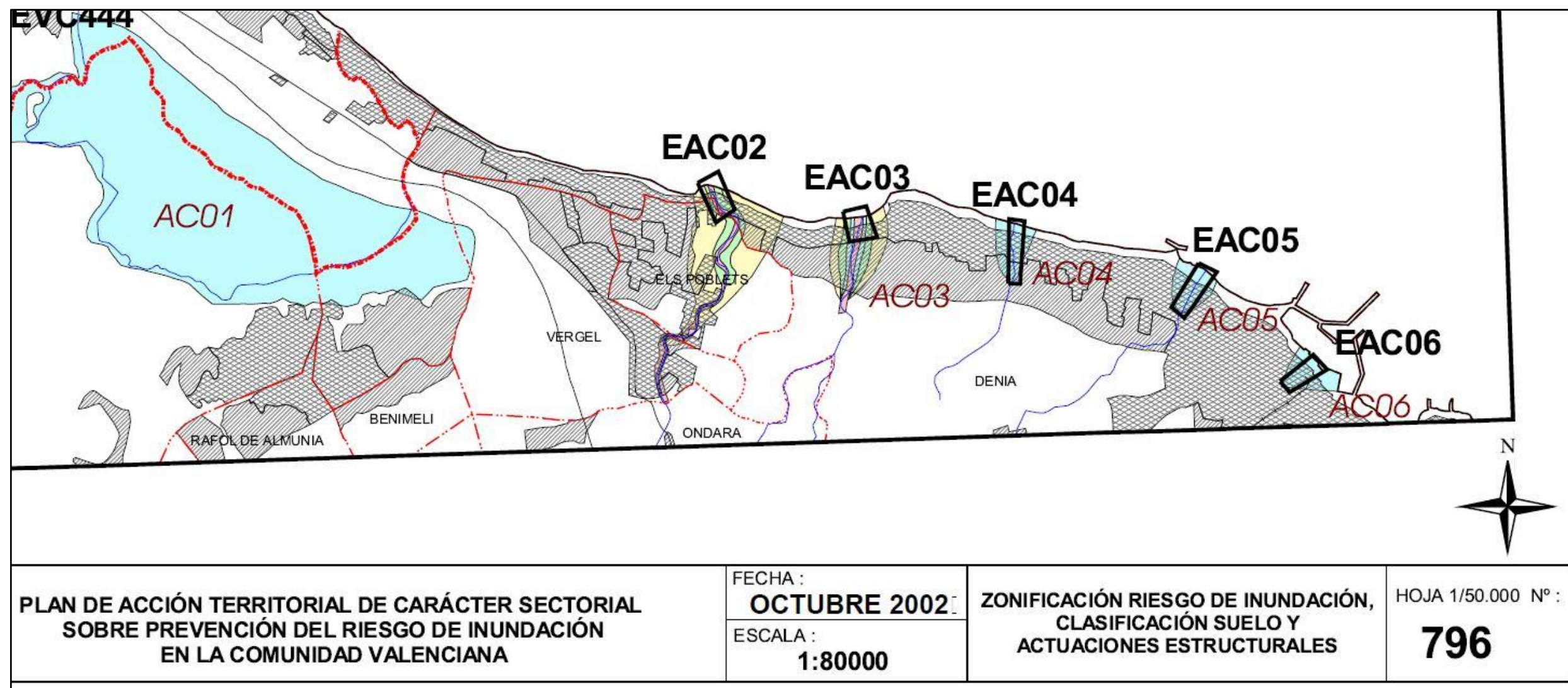


Figura A3.2: Peligrosidad de inundación según PATRICOVA.

LEYENDA	
ZONAS DE RIESGO DE INUNDACIÓN	
	RIESGO 1. Frecuencia menor de 25 años; calado > 0,8 m.
	RIESGO 2. Frecuencia entre 25 y 100 años; calado > 0,8 m.
	RIESGO 3. Frecuencia menor de 25 años; calado < 0,8 m.
	RIESGO 4. Frecuencia entre 25 y 100 años; calado < 0,8 m.
	RIESGO 5. Frecuencia entre 100 y 500 años; calado > 0,8 m.
	RIESGO 6. Frecuencia entre 100 y 500 años; calado < 0,8 m.

Figura A3.3: Leyenda peligrosidad de inundación PATRICOVA

Con los resultados obtenidos en la simulación y teniendo en cuenta las recomendaciones de la Confederación Hidrográfica del Júcar que se citó en apartados anteriores y se muestra a continuación se procederá a la determinación de un período de retorno adecuado para este tipo de actuación.

Plan Hidrológico del Júcar (Confederación Hidrográfica del Júcar, 2016)

- a. Se entiende como nivel de protección frente a una inundación aquel en que dejan de producirse daños significativos a las personas y bienes.*
- b. El nivel de protección para zonas urbanas e industriales será el correspondiente a avenidas comprendidas entre 100 y 500 años de periodo de retorno. En las zonas ya urbanizadas el nivel objetivo se establecerá, dentro de ese rango, a partir de los análisis coste-beneficio de las actuaciones estructurales.*
- c. Los nuevos desarrollos urbanísticos tendrán como mínimo un nivel de protección correspondiente a la avenida de 250 años si no existe una limitación de uso y/o medidas correctoras que minimicen los daños a las personas o bienes. Asimismo estos nuevos desarrollos dispondrán de los elementos necesarios para no producir un incremento significativo de la escorrentía ni de la peligrosidad preexistente.*
- d. El nivel de protección objetivo para zonas agrícolas será el correspondiente a avenidas comprendidas entre 10 y 100 años de período de retorno, estableciéndose el nivel objetivo a partir de los análisis coste-beneficio de las actuaciones estructurales.*

Conclusiones

Después de lo observado en el presente documento y teniendo en cuenta la normativa que se ha citado anteriormente se concluye que se deberá realizar una actuación vinculada a un período de retorno de 100 años, el cual tiene un caudal asociado de $470 \text{ m}^3/\text{s}$.

Se determina este umbral de protección, menor que el recomendado por el PATRICOVA, debido a que existen diversos condicionantes externos, entre ellos diversas obras de fábrica que atraviesan el cauce, el encajamiento del río entre zonas urbanas al lado de su desembocadura, así como a priori un sobredimensionamiento de las actuaciones en caso de realizar un diseño para un caudal asociado a un período de retorno de 500 años.

Estudio de soluciones para minimizar los daños provocados en la zona urbana por el desbordamiento del barranco de La Alberca, Denia (Alicante).