

Alternativas de reducción de la inundabilidad y de renaturalización del tramo de desembocadura del río Vinalopó (T.M. Elche, Alicante)

Díaz-Redondo, María^{1*}; Cortés Sánchez, Francisco M.¹

¹Área de Restauración Ambiental, Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX)

* maría.diaz@cedex.es

Resumen

Aguas abajo de Elche (Alicante), el río Vinalopó se encuentra rectificado y encauzado hasta su desembocadura en el azarbe de Dalt. La eliminación de los numerosos brazos y de la amplia llanura de inundación que el río tenía en el pasado, y la ocupación de estos terrenos, han llevado a la total artificialización del sistema fluvial y al aumento del riesgo de inundación por el aumento de la exposición. En el presente estudio, se proponen tres alternativas de reconfiguración morfológica en este tramo de desembocadura, con el objetivo de reducir la peligrosidad por inundación, mediante distintos grados de renaturalización con respecto a la situación del pasado. Se han generado las alternativas a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) de la situación actual, y se han modelizado con IBER 2D para los caudales de los períodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Tras la aplicación de una evaluación multicriterio, se propone la Alternativa 3, que presenta un grado de naturalidad medio y logra una mayor disminución de la zona de inundación peligrosa con respecto a la situación actual, aunque su ejecución supondría un mayor coste socioeconómico.

Palabras clave: *evaluación multicriterio; modelización hidráulica; reconfiguración morfológica; inundación selectiva*

Abstract

Downstream from Elche (Alicante), the Vinalopó River has been rectified and channelized until its confluence with the Azarbe de Dalt. The removal of the numerous side-arms and of the wide floodplain that the river had in the past, as well as the extensive occupation of these lands, have led to a complete artificialization and an increased risk of flooding due to increased exposure. In the present study, three alternatives for the morphological reshaping of this final river section are proposed, with the objective of reducing the flood risk, through different degrees of renaturalization in relation with the situation in the past. The alternatives have been generated from the Digital Terrain Model (MDT) of the current situation and have been modeled with IBER 2D for the discharges of the return periods of 10, 100 and 500 years. After the application of a multi-criteria evaluation, the Alternative 3 is proposed since it presents a medium degree of naturalness and achieves a greater reduction in areas of highest flood risk with respect to the current situation, although its implementation would entail a higher socioeconomic cost.

Keywords: *2D hydraulic modelling; morphological reshaping; multi-criteria assessment; selective flooding*

1. Introducción

En la actualidad, el tramo de 2,24 km de desembocadura del río Vinalopó, aguas abajo de Elche (Alicante) y hasta el azarbe de Dalt, presenta un trazado rectilíneo en un canal en tierras de sección trapezoidal. Conjuntamente, la presión antrópica en la llanura de inundación es elevada, tanto por la alta densidad de cultivos en ambas márgenes, como de edificaciones, sobre todo en la margen izquierda. Esta rectificación de la morfología del trazado en planta tiene repercusiones importantes en términos de riesgos de inundación, pues el agua circula a mayor velocidad, alcanzando la desembocadura con elevada energía. En consecuencia, las avenidas relámpago, o *flash floods*, provocan graves daños en las cosechas, infraestructuras y viviendas que se encuentran situadas en los terrenos que ocupaban originalmente el río y su llanura de inundación.

El presente estudio tiene por objetivos: i) la propuesta y simulación hidráulica de una serie de alternativas de reconfiguración morfológica en el tramo de desembocadura del río Vinalopó, que disminuyan el riesgo de inundación, dentro del rango potencial de renaturalización que permite la limitación de la ocupación actual de los terrenos; y ii) la evaluación y selección de las alternativas bajo criterios tanto de reducción de la peligrosidad por inundación, como de impacto socioeconómico y del grado de naturalidad respecto a la situación previa a la rectificación. Por último, se analizan las implicaciones de este tipo de propuestas en la restauración fluvial y la prevención de inundaciones.

2. Material y métodos

2.1 Zona de estudio y comparación histórica

El tramo de desembocadura del río Vinalopó se localiza en el término municipal de Elche (Alicante), en la Demarcación Hidrográfica del Júcar (Figura 1).

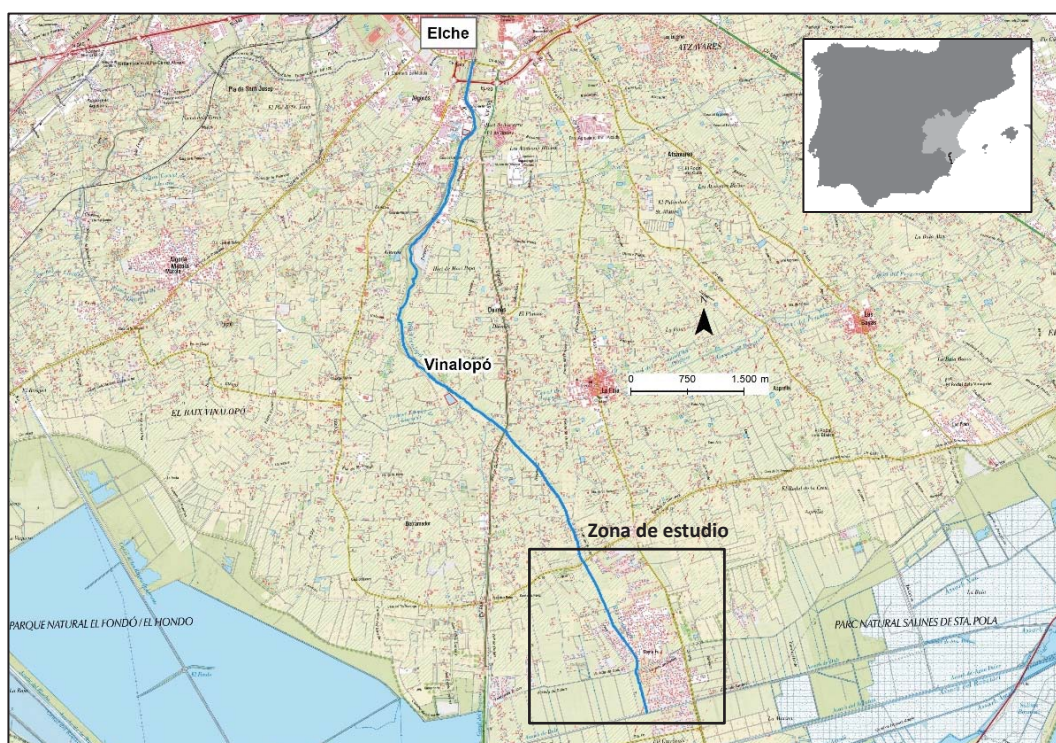


Figura 1. Localización de la zona de estudio

En la situación previa a la canalización y rectificación del cauce, como se puede observar en la imagen aérea de 1929 (Figura 2), el tramo de estudio presentaba un amplio abanico aluvial con un cauce principal y una serie de brazos secundarios.



Figura 2. Desembocadura del río Vinalopó en la actualidad (izda.) y en 1929 (izda.)

2.2 Metodología

Se ha empleado el modelo digital del terreno (en adelante MDT) con paso de malla de 2 m del Instituto Geográfico Nacional-IGN, obtenido por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos LIDAR de la segunda cobertura del proyecto PNOA-LIDAR. Para la simulación de los modelos hidráulicos se ha seleccionado un área total de 1.040 ha alrededor del tramo de desembocadura (2.240 m) del río Vinalopó en el azarbe de Dalt. Las alternativas planteadas son:

- Situación Actual. Sin ninguna actuación en el terreno. Los resultados de la modelización hidráulica se

comparan con los de las alternativas de modificación del terreno.

- Alternativa 1. Se amplía el cauce en 50 m el por la margen derecha en los últimos 800 m del río Vinalopó antes de su desembocadura en el azarbe de Dalt. Esta zona de ampliación está libre de edificaciones.
- Alternativa 2. Se crean dos brazos secundarios, de 860 y 530 m de longitud y ≈ 15 m de anchura, mediante una conexión que se inicia por la margen derecha a unos 600 m de la desembocadura del río Vinalopó en el azarbe de Dalt. El trazado de los brazos secundarios se ha basado en el desarrollo natural en forma de delta previo a la transformación a un solo canal rectificado.
- Alternativa 3. Se crea un único brazo secundario, de 2.700 m de longitud, mediante una conexión que se inicia por la margen derecha a unos 2.200 m de la desembocadura del Vinalopó en el azarbe de Dalt. El trazado del nuevo brazo evita la afección a edificaciones, y el punto de desembocadura está basado en la morfología del cono aluvial en el año 1929.

3. Resultados

Para el presente estudio, se ha aplicado el modelo numérico bidimensional Iber v.3.0 de simulación de flujo turbulento en lámina libre en régimen no-permanente (Sanz-Ramos *et al.*, 2022). Para cada alternativa se simularon tres caudales, extraídos de las Fichas Resumen de Mapas de Peligrosidad y Riesgo de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo (ARPSIs) de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ):

- Período de retorno de 10 años (T10) = $24 \text{ m}^3/\text{s}$,
- Período de retorno de 100 años (T100) = $407 \text{ m}^3/\text{s}$, y
- Período de retorno de 500 años (T500) = $984 \text{ m}^3/\text{s}$.

Los mapas de calados (c) y velocidades (v), que se han obtenido en las simulaciones hidráulicas, se han combinado para obtener las áreas (ejemplo en Figura 3) de clasificación de la peligrosidad por inundación como Alta ($c \times v > 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$), Media ($0,08 \text{ m}^2/\text{s} < c \times v \leq 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$) o Baja ($c \times v \leq 0,08 \text{ m}^2/\text{s}$), según recoge el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio.

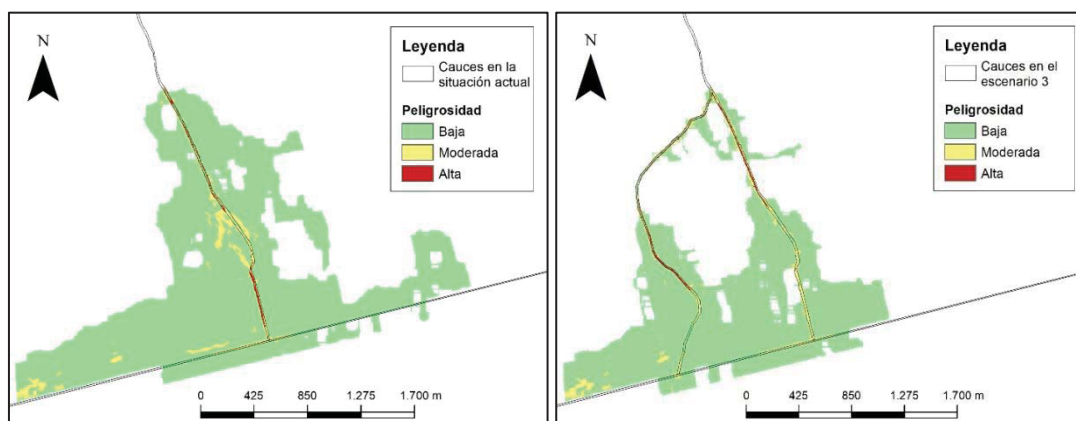


Figura 3. Mapas de áreas clasificadas de peligrosidad para el período de retorno de 10 años ($Q = 24 \text{ m}^3/\text{s}$), en la Situación actual (izda.) y en la Alternativa 3 (dcha.)

Con los resultados anteriores, se realiza la evaluación multicriterio de las alternativas en base a los siguientes criterios:

- Criterio 1. Inundabilidad: se ha tenido en cuenta el criterio de Zona de Inundación Peligrosa, de acuerdo con la definición del art. 9.2 del Reglamento de DPH (RD 9/2008). Se trataría de aquella zona en la que la crecida del período de retorno de 100 años (T100) produce daños graves, es decir, la peligrosidad es alta, ya que es la zona donde las condiciones hidráulicas presentan un calado superior a 1 m, una velocidad superior a 1 m/s, o el producto de ambas superior a $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$.
- Criterio 2. Movimiento de tierras: volumen calculado de movimiento de tierras necesario para ejecutar cada una de las alternativas propuestas.
- Criterio 3. Parcelas afectadas: número de parcelas catastrales de titularidad privada sobre las que se localizaría el área de ocupación necesaria para ejecutar cada una de las alternativas propuestas.
- Criterio 4. Grado de naturalidad: en esta variable se tiene en cuenta si la solución de cada alternativa es más o menos natural en relación con la situación anterior a la canalización en la que la desembocadura del río Vinalopó tenía un desarrollo en planta con varios brazos.

Según los criterios considerados, la Alternativa 3 es la que obtiene la mejor valoración en el apartado de inundabilidad, reduciendo de forma significativa la superficie correspondiente a la Zona de Inundación Peligrosa. No obstante, la ejecución del trazado implica un volumen de tierras importante y supone afectar a numerosas parcelas de titularidad privada. La naturalidad se considera ligeramente incrementada con respecto a la situación actual pues, si bien se busca abrir un nuevo brazo cuyo trazado es mayoritariamente artificial por tratar de minimizar cualquier posible conflicto con las edificaciones y viales existentes, la parte final del nuevo brazo es muy similar a la situación previa (Figura 4).

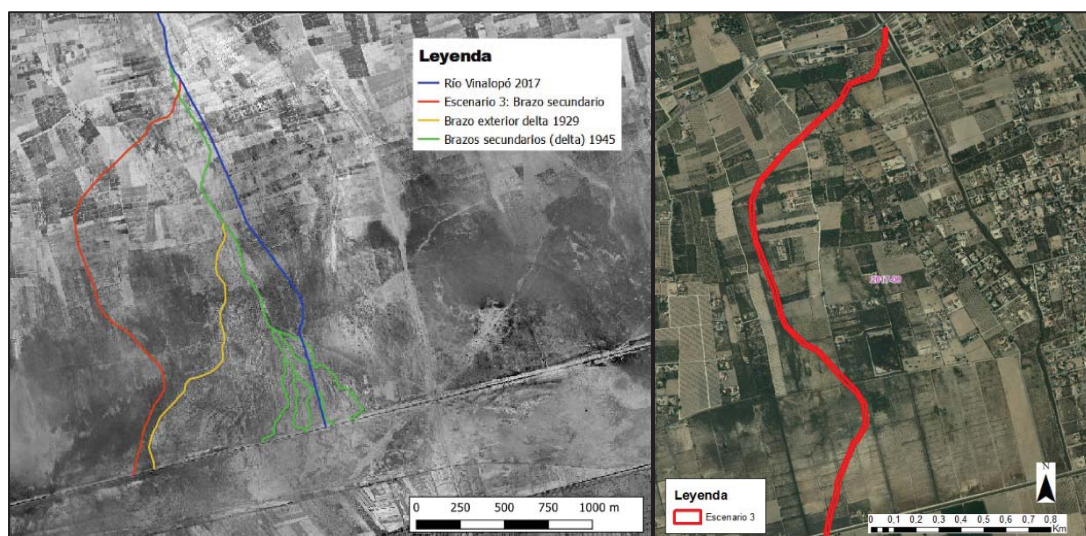


Figura 4. Izquierda: Trazado del cono aluvial en el año 1929, trazado de la Alternativa 3 y trazado en la situación actual (2017); Derecha: Alternativa 3, creación de un brazo secundario de mayor longitud, distribuyendo el flujo entre dos puntos de desembocadura

4. Discusión y conclusiones

Como resultado de este estudio, se propone una alternativa de actuación en el tramo de desembocadura del río Vinalopó de ampliación de zonas de inundación selectiva compatible con los usos existentes, en la que se recupera parte del espacio y la morfología natural, mejorando en lo posible la movilidad fluvial y recuperando cierta sinuosidad. En conjunto, esta actuación busca un retorno parcial de los procesos geomorfológicos naturales, con lo que se aumentaría la abundancia y diversidad de hábitats y comunidades biológicas.

Este tipo de medidas pueden etiquetarse como soluciones basadas en la naturaleza, ya que implican trabajar con aspectos particulares del régimen de caudales y redirigir las rutas de flujo (Palmer y Ruhi, 2019), y encajan dentro del ámbito de aplicación de la Directiva Marco del Agua de la UE y la Directiva de Inundaciones. Asimismo, se busca la consecución del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 6 Agua limpia y saneamiento (meta 6.6. Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos) y el ODS 13 Acción por el clima (meta 13.1. Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países).

Referencias

- Palmer, M.; Ruhi, A. 2019. Linkages between flow regime, biota, and ecosystem processes: Implications for river restoration. *Science* 365(6459): eaaw2087. <https://doi.org/10.1126/science.aaw2087>.
- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. BOE Núm. 171, de 15 de julio de 2010.
- Sanz-Ramos, M.; Blade, E.; Palau Ibars, A. 2016. Iber: herramienta de simulación numérica para la evaluación de la habitabilidad para peces (HPU). *Limnología 2016: XVII Congress of the Iberian Association of Limnology: Book of Abstracts*, 125. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34538.521699>.