

Restauración Hidráulico-Ambiental del río Aragón en el Soto Contiendas (Marcilla, Navarra)

José Angel Sainz Borda, César Álvarez Díaz, José Antonio Revilla Cortezón

*Instituto de Hidráulica Ambiental “IH Cantabria” – Universidad de Cantabria -
sainzja@unican.es, alvarezc@unican.es, revillaj@unican.es*

1 Introducción y antecedentes

El curso bajo del río Aragón, afluente del río Ebro por su margen izquierda, presenta un cauce constituido por material aluvial, con un trazado meandriforme aguas abajo de Caparroso, que divaga más o menos libremente por una extensa llanura de inundación, en la que se aprecian huellas de paleocauces abandonados por la corriente principal.

La dinámica natural de evolución del cauce se ha visto coartada, en épocas recientes, por la necesidad de proteger algunos núcleos de población de las inundaciones provocadas por el desbordamiento del río, y por la existencia de varias vías de comunicación en las inmediaciones del mismo. La extracción de áridos y la natural evolución de las barras de grava han dado lugar a la erosión de las márgenes en algunos puntos y a la pérdida de eficiencia de las medidas de protección.

Un análisis basado en fotografías aéreas de los años 1927, 1963 y 2008 pone de manifiesto la existencia de diferencias de trazado muy apreciables. Así, la correspondiente a 1927 muestra unos mayores radios de curvatura del cauce que las otras dos y, por lo tanto, una mayor facilidad de desagüe. Las correspondientes a 1963 y 2008 muestran pocas diferencias entre sí, que se refieren, básicamente, a las zonas de acumulación de gravas.

Resulta interesante hacer referencia aquí a lo indicado por diferentes autores (Ben Ayed, 1993; Ollero y Ormaetxea, 1993; Ollero y Jimeno, 1999) a raíz de los estudios efectuados en la zona. Cabe señalar, en primer lugar, el incremento de sinuosidad que experimentó el río Aragón aguas debajo de Caparroso entre el siglo XIX y el primer tercio del siglo XX. Dichos autores justifican esta tendencia por razones climáticas y antrópicas. Entre estas últimas, hay que mencionar la tala de bosques, el desarrollo de cultivos, etc., lo cual, unido a la torrencialidad, daba lugar a un gran aporte de sedimentos, provocando el trezado de cauces y la corta de meandros.

A partir de esas fechas se produce un cambio de tendencia, reduciéndose la sinuosidad, debido a la retención de sedimentos y a la eliminación de las avenidas, con motivo de la construcción de la presa de Yesa en el año 1959. Más recientemente, el trazado del cauce se está viendo constreñido por defensas puntuales en las orillas cóncavas de muchos meandros, limitando su evolución natural. Estas actuaciones han sido motivadas generalmente por la necesidad de protección del trazado de vías de comunicación y por la intención de proteger terrenos de cultivo.

Por otro lado, este tipo de actuaciones ha contribuido a la degradación de las mismas desde el punto de vista ambiental, lo cual está poniendo en peligro el hábitat del visón europeo, contribuyendo a su declive (Palazón y Ruiz-Olmo, 1997; Palazón et al., 2003; Palomo y Gisbert, 2005). En la actualidad, la Comunidad Foral de Navarra alberga el 66% de la población ibérica de esta especie y la principal población de Europa Occidental. En este contexto, el Gobierno de Navarra y la Confederación Hidrográfica del Ebro se plantearon la recuperación ambiental de varios espacios incluidos en el LIC “Tramos bajos del Aragón y del Arga (ES 2200035)”.

Uno de ellos es el correspondiente al Soto Contiendas, situado al sur de la localidad de Marcilla (ver figura 1), en el que concurren una serie de problemas comunes al resto del río Aragón y mencionados anteriormente: inundabilidad de áreas urbanas y terrenos rurales; erosión de márgenes y degradación ambiental de las riberas.

El tramo objeto de estudio tiene una longitud aproximada de 3.300 m, desde aguas arriba del puente de ferrocarril Alsasua-Pamplona-Castejón, hasta aguas abajo del meandro sur del Soto Contiendas (ver figura 2). Su pendiente media es de 0,001, con una anchura del cauce principal de unos 75 m.

En torno al mismo existen diversas actuaciones de protección frente a la inundación (motas) y la erosión (escollerado de las márgenes), que intentan paliar los problemas mencionados, en especial la erosión progresiva de la margen izquierda del meandro sur, que amenaza la estabilidad de la carretera NA-660 y la plataforma del ferrocarril.

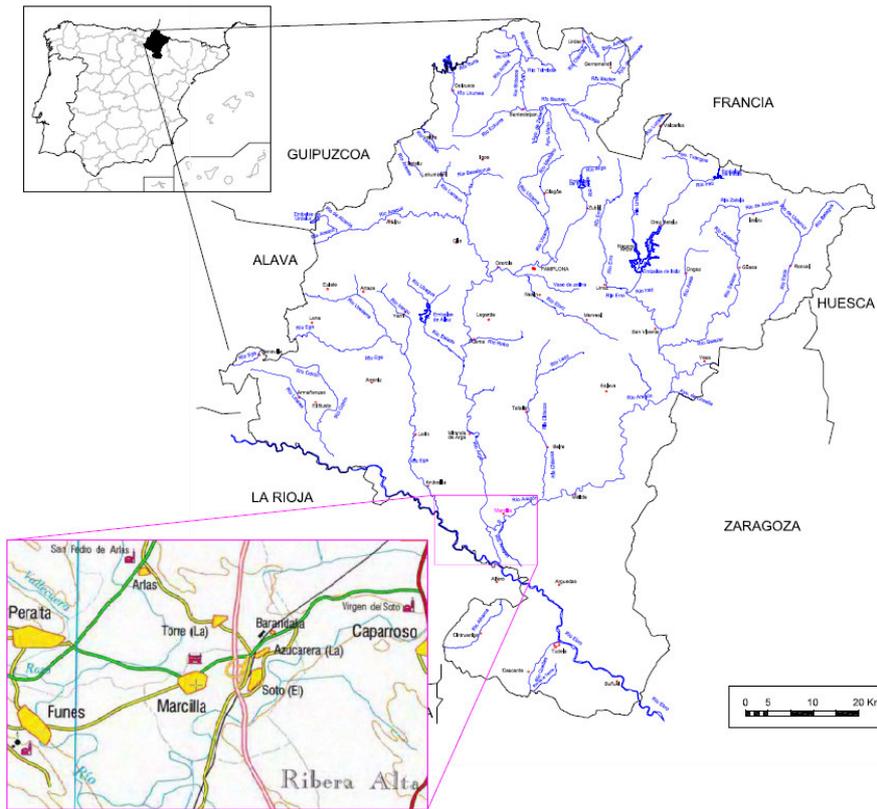


Figura 1 Plano de situación



Figura 2 Río Aragón en el Soto Contindas (Marcilla)

Otro problema a destacar en esta zona es la existencia de terrazas artificiales originadas por la acumulación de gravas extraídas del cauce en sucesivos dragados, que impiden la implantación de la vegetación de ribera en una zona muy propicia para el desarrollo de hábitats potencialmente utilizables por el visón europeo. Diversos autores (Ceña, 2003; Fournier, 2004; Ceña et al., 2005) apuntan a que los hábitats naturales en el entorno de ríos con vegetación arbórea y arbustiva, propia de sotos, y limitado uso antrópico, favorecen la presencia de esta especie, al encontrar en ellos lugares de reposo suficientemente protegidos frente a depredadores.

En este sentido, la restauración hidráulico-ambiental del Soto Contiadras persigue mejorar las condiciones actuales del mismo, creando un espacio en la margen izquierda del meandro donde se asegure el desarrollo de procesos de inundación y humectación frecuente, que favorezcan la implantación de una cobertura vegetal adecuada. Para ello, se plantea la construcción de un cauce adicional, más elevado que el existente, por el que discurrirá una parte del flujo durante un cierto número de días a lo largo del año. El diseño de esta actuación, debe contemplar, a su vez, otros objetivos específicos relacionados con la mejora del funcionamiento dinámico del cauce.

Para valorar la consecución de dichos objetivos se ha recurrido a modelar el flujo hidráulico y su consecuente repercusión en la capacidad de transporte sólido del río en este tramo, en diferentes situaciones hidrológicas y considerando diversas alternativas de actuación.

2 Datos, modelos y metodología

Los datos necesarios para la realización de los estudios anteriores son, básicamente, los referentes a la caracterización geométrica del cauce, los caudales circulantes por el mismo y la granulometría del lecho. Para los primeros, se ha hecho uso de la información contenida en el “Estudio de delimitación de zonas inundables y ordenación hidráulica de los ríos de las cuencas del Aragón e Irati”, redactado a petición del Servicio del Agua del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra en octubre de 2003. En la figura 3 se indica la situación en planta de los perfiles de cálculo en la zona.



Figura 3 Localización en planta de los perfiles transversales de cálculo

Los datos básicos sobre el régimen de caudales se han obtenido de los registros de la estación de aforo de Caparroso, situada a menos de 10 km aguas arriba del inicio del tramo de estudio y con una superficie de cuenca vertiente muy parecida. Asimismo, se han considerado los caudales de avenida obtenidos del modelado hidrológico del estudio antes indicado. A modo de resumen, en la figura 4 se presenta la curva de caudales clasificados de la citada estación de Caparroso, correspondiente a un año medio, y en la tabla 1 los caudales de avenida para diferentes períodos de retorno. Dichos valores corresponden a una sección situada en el extremo de aguas arriba del Soto Contiendas.

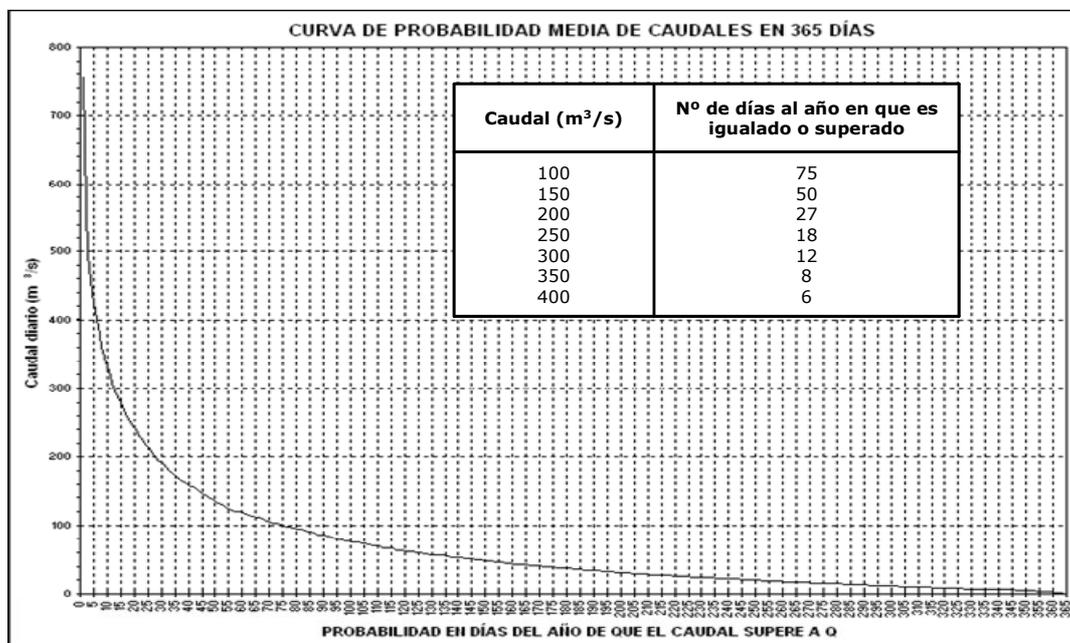


Figura 4 Curva de caudales clasificados en Caparroso para un año medio, con indicación de valores significativos

Tabla 1 Caudales de avenida correspondientes a diferentes períodos de retorno

Q (m ³ /s)	T (años)
551	2,33
839	5
1049	10
1373	25
1715	50
2132	100
3131	500

El flujo discurre sobre un lecho aluvial, constituido por gravas y bolos con abundancia de gravas pequeñas, con tamaños comprendidos entre 1 y 5 cm, coexistiendo con partículas de mayor tamaño, del orden de 10 – 15 cm. En las visitas de campo se ha observado la existencia de barras de sedimentos, algunas de las cuales se encuentran parcialmente cubiertas de vegetación.

Para hacer frente a la problemática relativa al cálculo de los niveles alcanzados por la lámina de agua, se ha utilizado el modelo HEC-RAS (Brunner, 2008). Dicho modelo, desarrollado por el USACE, es uno de los más utilizados en la práctica. Manteniendo la limitación de flujo unidimensional, inherente al propio modelo, se han simulado situaciones de flujo permanente, gradualmente variado, en régimen subcrítico.

Como es sabido, el proceso de transporte de materiales sólidos por el cauce es complejo, coexistiendo varias formas de movimiento, condicionadas tanto por el flujo como por el tamaño de las partículas. Ante la ausencia de una ecuación teórica de transporte, de validez general, se han desarrollado un gran número de fórmulas empíricas, habiéndose seleccionado para este estudio la propuesta por Meyer-Peter y Müller (1948), que tiene una amplia aceptación en Europa y cuya expresión es:

$$\left(\frac{n_r}{n}\right)^{2/3} \gamma_w R_h I = 0,047 \gamma'_s D_{50} + 0,25 \left(\frac{\gamma_w}{g}\right)^{1/3} q'_s{}^{2/3}$$

de acuerdo con la notación indicada a continuación:

n_r	Coefficiente de Manning que representa la rugosidad del grano.
n	Coefficiente de Manning que representa la rugosidad total de la sección.
R_h	Radio hidráulico de la sección (m).
I	Pendiente de la línea de energía.
γ'_s	Peso específico sumergido del sedimento (kg/m^3).
γ_w	Peso específico del agua (kg/m^3).
D_{50}	Diámetro característico del sedimento (m).
g	Aceleración de la gravedad (m/s^2).
q'_s	Caudal sólido en peso sumergido del sedimento, por unidad de anchura, expresado en kg/s/m . Su relación con el caudal sólido en peso seco (q_s) es la siguiente:

$$q_s = \frac{q'_s \gamma_s}{(\gamma_s - \gamma_w)}$$

Desde el punto de vista metodológico, el primer paso ha consistido en analizar el comportamiento hidráulico del cauce en su situación original, determinando asimismo la capacidad de transporte de sedimentos a lo largo del mismo, para diferentes valores del caudal circulante.

La excavación de un cauce adicional a través de la margen izquierda del cauce original, que se ha mencionado con anterioridad, ha planteado la necesidad de modificar oportunamente la caracterización geométrica de algunos perfiles de cálculo. Ello ha tenido como consecuencia una modificación en el comportamiento hidráulico del cauce, produciéndose, en determinados casos, una situación de flujo dividido, con una zona de bifurcación de caudales y otra de confluencia del flujo.

Ambas situaciones son consideradas como singulares por el modelo HEC-RAS y son analizadas mediante sendas metodologías de carácter específico, como se indica en el manual correspondiente. En cada caso, para llegar al reparto correcto del caudal, es necesario utilizar un procedimiento iterativo, partiendo de un reparto inicial del caudal total circulante por el cauce principal hacia los dos brazos que constituyen la bifurcación.

Una vez definidas las diferentes alternativas consideradas, se ha simulado su comportamiento hidráulico, haciendo especial hincapié en la determinación del número de días al año en que fluye agua por el cauce adicional. Asimismo, se ha determinado, en función del caudal total, qué porcentaje del mismo discurre por el mencionado cauce adicional.

Con base en los resultados de dichas simulaciones, el siguiente paso ha sido la determinación de la nueva capacidad de transporte de sedimentos del cauce principal, teniendo en cuenta la disminución del caudal circulante por el mismo. En este sentido, se han considerado cuatro fracciones o tamaños de sedimento, con diámetros característicos de 1, 2, 3 y 4 cm, teniendo en cuenta que la máxima tensión tangencial ejercida por el flujo, en el rango de caudales considerado en el cálculo, es inferior a la tensión tangencial crítica correspondiente a partículas de diámetro superior a 4 cm. Como valor significativo de la capacidad total de transporte de sedimentos por el fondo, se ha adoptado la suma de las capacidades correspondientes a cada una de las fracciones antes indicadas.

El conjunto de resultados obtenidos en las diversas alternativas consideradas han sido sometidos posteriormente a un análisis comparativo, considerando aspectos de tipo hidráulico, sedimentológico, ambiental, y económico-constructivo. En algunos casos, la comparación se ha basado en criterios objetivos, cuantificables, mientras que en otros se ha considerado oportuno recurrir a criterios más subjetivos.

3 Planteamiento de alternativas

Las diferentes alternativas que se analizan en este estudio surgen de considerar diferentes puntos de partida y cotas del fondo en el inicio de la derivación, y diferentes trazados en planta del cauce adicional.

En relación con la posición del punto de derivación, se ha considerado una primera alternativa, en la que éste se hace coincidir con la localización de un antiguo brazo del cauce, que actualmente no es operativo a efectos de

desagüe (ver figura 2). Además, se ha considerado otro punto, situado aguas arriba del anterior, coincidente con el perfil P470. A partir de estos puntos de derivación se han tomado en consideración los trazados en planta del cauce adicional que se presentan en la figura 5. En ella se observa que, aunque el punto de reincorporación al río Aragón es prácticamente coincidente en ambos trazados, el ángulo en la confluencia es ligeramente distinto.

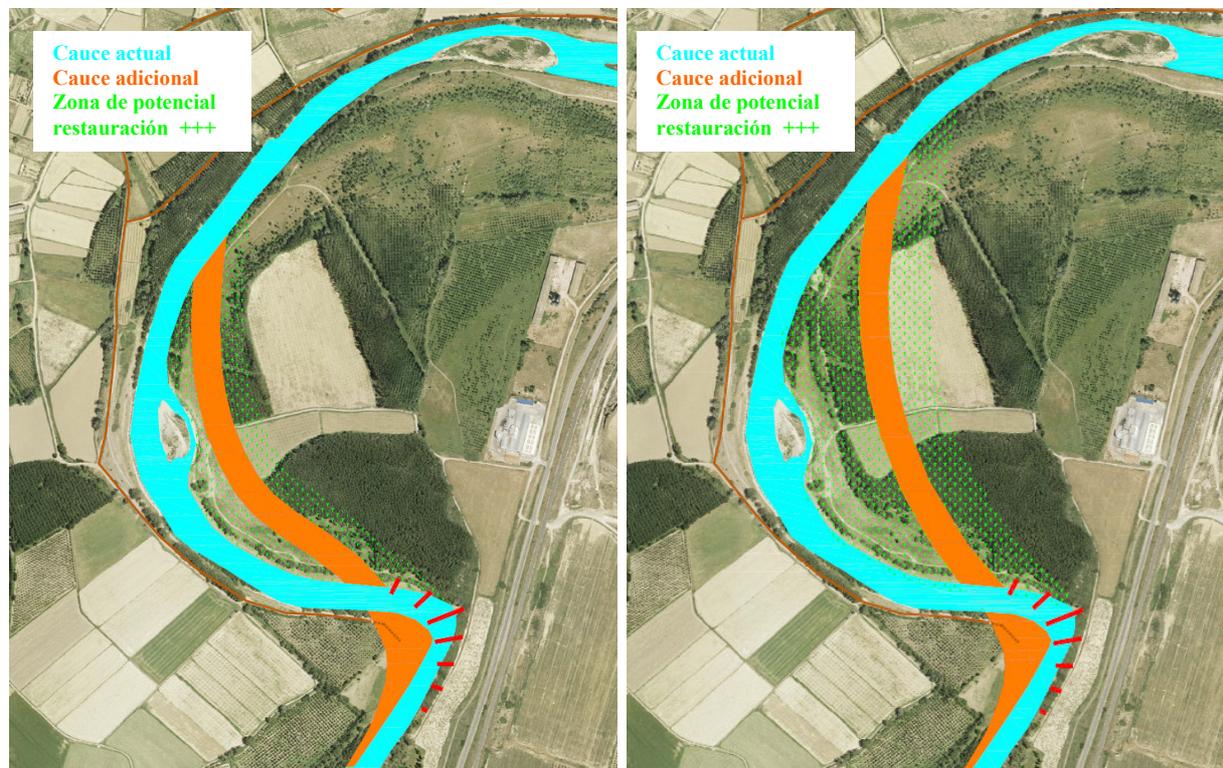


Figura 5 Trazado en planta de las diversas alternativas consideradas

Un aspecto de especial relevancia en el planteamiento de las alternativas ha sido la definición de la cota del fondo del cauce adicional en el punto de inicio del mismo. Dicha cota condiciona, como es lógico, la pendiente longitudinal del citado cauce y el valor del caudal total a partir del que se produce la derivación. De acuerdo con lo indicado en la figura 4, dicho valor está directamente relacionado con el número de días al año en que fluye agua por el cauce adicional.

Otro aspecto a tener en cuenta es que la derivación parcial del flujo por el cauce adicional, que trata de satisfacer los objetivos ambientales, debe perturbar lo menos posible el funcionamiento del cauce principal, en lo que se refiere a su capacidad de transporte de sedimentos por el fondo.

Tratando de compaginar los dos condicionantes indicados anteriormente, se han considerado dos posibles valores para la cota del fondo del cauce adicional en su extremo de aguas arriba, asociados a caudales límite de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ y $150 \text{ m}^3/\text{s}$ en el cauce actual. En el primer caso, la derivación se produciría 27 días al año, mientras que en el segundo, con una cota de partida más baja, la frecuencia aumentaría a 50 días al año, de media. Con base en lo anterior, se han establecido cuatro alternativas, cuyas características principales se indican en la tabla 2.

Tabla 2 Características principales de las alternativas consideradas

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Cota inicio	286,00 m	285,40 m	286,00 m	286,10 m
Pendiente	$2,23 \cdot 10^{-3}$	$1,33 \cdot 10^{-3}$	$2,23 \cdot 10^{-3}$	$2,14 \cdot 10^{-3}$
Longitud	675 m	675 m	675 m	750 m
Anchura	50 m	50 m	60 m	50 m
Volumen excavación	44.100 m^3	52.500 m^3	55.100 m^3	60.300 m^3
Ángulo confluencia	45°	45°	45°	55°

Aunque no están directamente relacionadas con la restauración ambiental del Soto Contiendas, se han planteado algunas actuaciones complementarias en el meandro sur del citado Soto, iguales en todas las alternativas, con objeto de mejorar el funcionamiento dinámico del cauce en dicha zona, tratando de evitar la erosión continuada y la afección sobre las estructuras de protección de márgenes.

Tal como se indica en la figura 5, se ha considerado la construcción de siete espigones en la margen izquierda del mencionado meandro sur y la excavación de la margen derecha, modificando el trazado de la curva existente entre los perfiles P300.4 y P300.1, aumentando sensiblemente el radio de curvatura de la misma.

4 Resultados

La aplicación de la metodología antes indicada al análisis del comportamiento del cauce original ha permitido determinar que la máxima capacidad de desagüe del cauce menor está comprendida entre 100 y 200 m³/s. Para caudales superiores a este último, se producen desbordamientos localizados por la margen izquierda, aguas arriba del perfil P500 y aguas abajo del perfil P350. Para un caudal de 551 m³/s, asociado a un período de retorno de 2,33 años, el desbordamiento por dicha margen es bastante generalizado. Ello ha llevado a considerar un caudal de 400 m³/s como límite superior, a la hora de analizar el comportamiento de las diferentes alternativas.

Teniendo en cuenta que el objetivo fundamental del estudio se ha enfocado hacia la recuperación ambiental del meandro, la presentación y análisis de los resultados obtenidos en la simulación de las diferentes alternativas se centra principalmente en aquellos aspectos que tienen una mayor repercusión desde dicho punto de vista. En la figura 6 se representa gráficamente la variación de algunas de las variables más significativas, en función del caudal total en la cabecera del tramo de estudio, o de la distancia medida a lo largo de algún cauce (principal o adicional), según los casos.

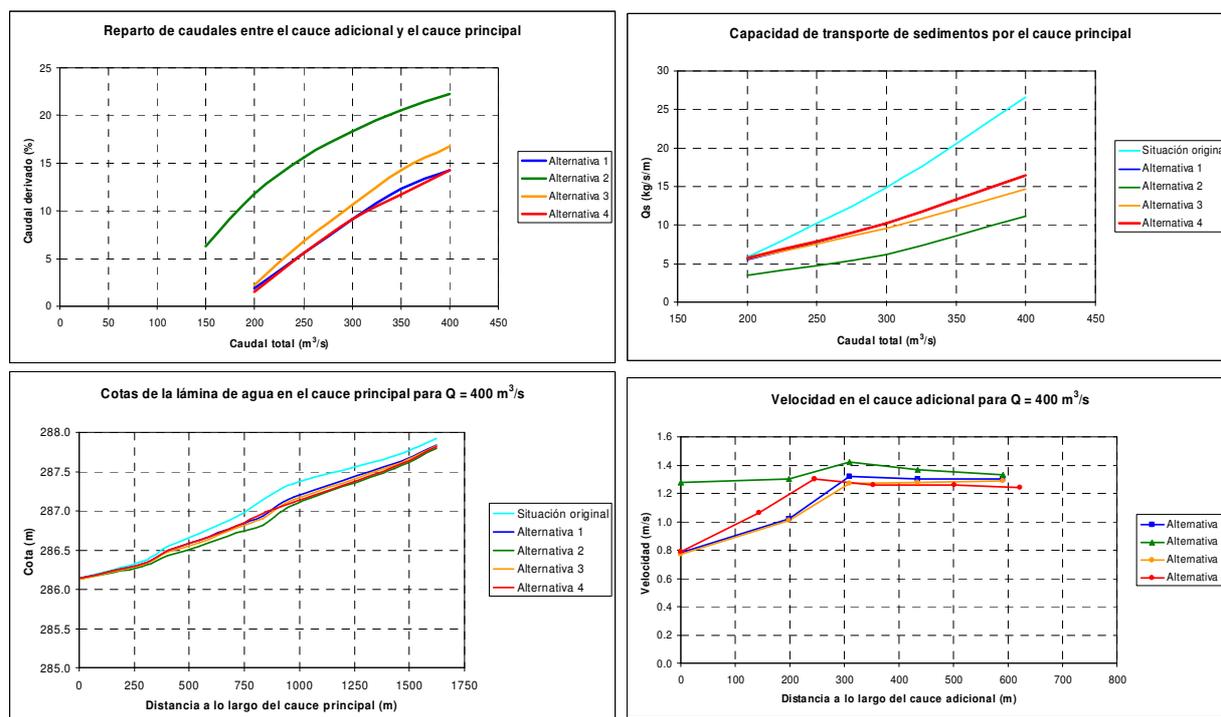


Figura 6 Análisis comparativo entre las diferentes alternativas

A la hora de analizar comparativamente los resultados obtenidos en las diferentes alternativas, hay que tener en cuenta, en primer lugar, que las alternativas 2 y 3 constituyen, en realidad, sendas variantes de la alternativa 1, en el sentido de que todas ellas presentan el mismo trazado en planta, que es el mostrado en la parte izquierda de la figura 6. Como se indica en la tabla 2, las diferencias se centran en la cota del fondo en el inicio del cauce

adicional y en la anchura del mismo, respectivamente. Ello ha permitido valorar, por separado, la influencia de dichas variables en el comportamiento del conjunto.

Así, la primera diferencia significativa que se aprecia entre las alternativas 1 y 2 es que, en esta última, hay 50 días al año en que circula caudal por el cauce adicional, mientras que en la alternativa 1 dicha situación sólo se produce durante 27 días al año. En términos generales, una mayor frecuencia de utilización del cauce adicional facilitará la alimentación del subálveo del mismo y de las zonas aledañas, favoreciendo el desarrollo de la vegetación (Huges et al., 2008).

Por otro lado, como se aprecia en el primero de los gráficos de la figura 6, la magnitud del caudal derivado por el cauce adicional es notablemente superior en el caso de la alternativa 2, debido a la menor cota establecida en el comienzo de la derivación. La disminución del caudal circulante por el cauce principal tiene como consecuencia la reducción de la capacidad de transporte de sedimento por el fondo a lo largo del mismo.

La aplicación de la metodología antes indicada a este caso concreto conduce a los resultados que se muestran en el segundo de los gráficos incluidos en la citada figura 6. Se constata que la alternativa 2 da lugar a una disminución bastante considerable de dicha capacidad de transporte, lo cual dará lugar a un progresivo aterramiento del mismo.

La comparación entre los resultados correspondientes a las alternativas 1 y 3 pone de manifiesto un incremento en esta última de los caudales derivados por el cauce adicional, manteniéndose no obstante la cifra de 27 días al año en que fluye agua por el mismo. El citado incremento se debe fundamentalmente a la mayor anchura del citado cauce adicional, lo cual lleva aparejado un mayor volumen de excavación. La consiguiente disminución del caudal circulante por el cauce principal da lugar a una reducción de la capacidad de transporte de sedimentos respecto a la correspondiente a la alternativa 1. Como se puede ver en el gráfico de la figura 7, dicha reducción es mucho menor que la que tiene lugar en la alternativa 2.

Los dos gráficos incluidos en la parte inferior de la figura 6 reflejan el comportamiento de ambos cauces cuando circula un caudal total de $400 \text{ m}^3/\text{s}$. En uno de ellos se pone de manifiesto que todas las alternativas consideradas dan lugar a un descenso de la cota de la lámina de agua a lo largo del cauce principal. En el segundo de dichos gráficos se representa la variación de la velocidad del flujo a lo largo del cauce adicional, en las diferentes alternativas consideradas. Los puntos corresponden a la localización de los diferentes perfiles de cálculo. Se observa que los valores de la velocidad resultan inferiores a $1,5 \text{ m/s}$, lo cual permite contemplar la utilización de protecciones de margen con poco impacto ambiental en dicho cauce.

Al establecer la comparación entre las alternativas 1 y 4, cuya diferencia fundamental estriba en el trazado en planta del cauce adicional, la representación gráfica de los resultados correspondientes a las mismas en los gráficos de la figura 6, es prácticamente coincidente en todos ellos, con un volumen de excavación claramente superior en el caso de la alternativa 4.

No obstante, esta última presenta aspectos favorables respecto a la alternativa 1, derivados del mayor alejamiento del cauce adicional de la orilla izquierda del río. En la figura 7 se presenta la sección transversal conjunta, coincidente con la localización del perfil P400, en ambas alternativas, con indicación de la lámina de agua asociada a un caudal total de $400 \text{ m}^3/\text{s}$. En el perfil correspondiente a la alternativa 4, que es la que finalmente se ha propuesto, se aprecia una mayor separación entre los dos cauces, con un mayor desarrollo potencial de la zona de soto. Además, la existencia de un antiguo brazo de agua facilitará la humectación suficiente de la franja de terreno comprendida entre el cauce principal y el cauce adicional, cuando circula el flujo por ambos.

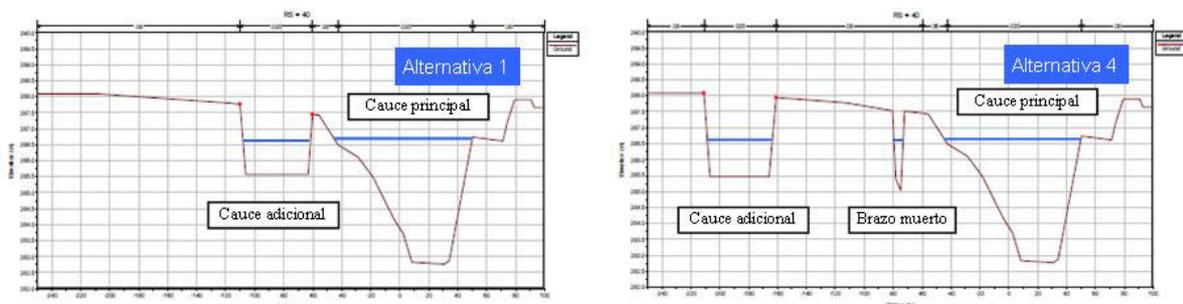


Figura 7 Secciones transversales correspondientes al perfil P400

Finalmente, a modo de comprobación, se ha simulado el comportamiento del sistema constituido por ambos cauces ante el desagüe de caudales de avenida que dan lugar a una inundación generalizada de la zona, no apreciándose diferencias respecto al comportamiento de la situación original.

5 Resumen y conclusiones

En este artículo se presentan los trabajos realizados en el río Aragón con objeto de diseñar un cauce secundario o adicional que facilite la recuperación ambiental del denominado Soto Contiendas, en la localidad de Marcilla (Navarra), como parte del hábitat potencial del visón europeo en la cuenca del Ebro.

Dichos trabajos incluyen el análisis del comportamiento hidráulico y la estimación de la capacidad de transporte sólido, mediante la aplicación de la fórmula de Meyer-Peter y Müller, de un tramo del citado río, de carácter meandriforme y lecho de gravas. Los estudios sedimentológicos e hidráulicos se han aplicado a la situación original y a las correspondientes a cuatro posibles alternativas de actuación, que resultan de considerar diferentes trazado y anchuras en planta del nuevo cauce, así como diferentes cotas de entronque del mismo,

Con la solución propuesta se persigue un doble objetivo: por una parte, asegurar la derivación de caudales a través del cauce adicional, con una cierta frecuencia; por otra, limitar en lo posible la pérdida de capacidad de transporte sólido del cauce principal.

La derivación de caudales hacia zonas del Soto alejadas del cauce actual, y la consecuente elevación de los niveles freáticos, tiene como finalidad el facilitar el desarrollo e implantación de una vegetación de ribera, arbórea y arbustiva, lo más extensa y densa posible, en el entorno de la actuación.

El mantenimiento de la capacidad de transporte del cauce actual persigue asegurar la viabilidad de la propia actuación, en un río con importante arrastre sólido y formación de barras de sedimentos. Este condicionante ha llevado a proponer un cauce de anchura similar a la del principal, excavado en las gravas de la margen izquierda del río Aragón, con una pendiente media de 0,002 y una longitud de 750 m, cuya cota de arranque se sitúa por encima de la del lecho del cauce actual.

Este trazado se complementa con la construcción de siete espigones y la modificación de la curva pronunciada que presenta el río en una sección situada inmediatamente aguas abajo de la incorporación del nuevo cauce. Ello permite hacer frente a los problemas actuales de erosión en dicha zona, que ponen en peligro la estabilidad de la margen izquierda, en la que se asientan varias vías de comunicación importantes.

Cabe señalar, por último, que, ante las incertidumbres que se plantean en estudios de este tipo, tanto en la estimación del transporte sólido, como, incluso en mayor medida, en la previsión del desarrollo de la vegetación de ribera, la solución propuesta deberá someterse a un proceso de seguimiento, que permitirá adoptar medidas de mantenimiento o corrección, conducentes a asegurar su funcionalidad en el tiempo.

6 Agradecimientos

Se agradece a la empresa Gestión Ambiental y Viveros de Navarra S.A. la financiación del convenio de investigación en cuyo marco se han desarrollado estos trabajos. Dicho agradecimiento se hace extensivo a la Sección de Restauración de Riberas y Obras Hidráulicas, perteneciente al Servicio del Agua, del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra.

7 Referencias

Ben Ayed, S., (1993). Bases physiques pour l'aménagement de l'espace riverain du cours inférieur de la rivière Aragon (tronçon de méandres libres entre la localité de Carcastillo et la confluence de la rivière Arga). Diploma master de Ordenación Rural en función del Medio Ambiente. Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos, Zaragoza.

- Brunner, G.W., (2008). HEC-RAS. River Analysis System Hydraulic Reference Manual. US. Army Corps of Engineers (USACE). Davis CA. USA.
- Ceña, J.C., (2003). The European mink in Spain : ecology, population locations, and aspects of conservation. En Congreso Internacional sobre la Conservación del Visón Europeo. La Rioja.
- Ceña, J.C., Alfaro, I., Berasategi, G., Bidegain, I., Ceña, A., Itoiz, U., Sánchez-Migallón, D., López de Luzuriaga, J., Álvarez, I., Gómez, B. y Urra, F., (2005). Estatus de la población de visón europeo *Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761) en Navarra: estudio demográfico, genético y sanitario. En VII Jornadas de la SECEM. Valencia.
- Fournier, P., (2004). Les exigences ecologiques du vison d'Europe Dans les zones humides. En Journées Techniques sur la Conservation du vison d'Europe et de ses Habitats. Résumés des communications.
- Huges, F., Moss, T. y Richards, K., (2008). Uncertainty in Riparian and Flood Plain Restoration. River restoration, pp. 79-104. Ed. John Wiley & Sons Ltd.
- Meyer-Peter, E. y Müller, R., (1948). Formulas for bed-load transport. Proceedings, 3rd Meeting of IAHR, Stockholm.
- Ollero, A. y Ormaetxea, O., (1996). Las aguas. En Geografía de Euskal Herria, tomo 3, pp. 85-240, Ostoa, Lasarte-Oria.
- Ollero, A. y Jimeno, A., (1999). Régimen hidrológico y crecidas en el nudo Arga-Aragón-Ebro. En VV.AA.: Profesor Joan Vilà Valentí, pp. 1129-1142, Universitat de Barcelona.
- Palazón, S. y Ruiz-Olmo, J., (1997). El visón europeo y el visón americano en España. Colección Técnica. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente, 133 pp.
- Palazón, S., Mañas, S., Ceña, A. y Gómez, A., (2003). El declive del visón europeo en España. *Quercus* 203, pp. 14-17.
- Palomo, L.J. y Gisbert, J. (2005). Atlas de los Mamíferos terrestres de España. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, 564 pp. Madrid.