

# Principales características de tres soluciones inusuales para desvío del río en grandes presas

ABDELRAHID BERKANI (\*), FEDERICO LÓPEZ ZAFRA (\*\*), FRANCISCO ROMERO ALCÓN (\*\*\*),  
RAFAEL IBÁÑEZ DE ALDECOA (\*\*\*\*) y MIGUEL SANZ SANTACRUZ (\*\*\*\*\*)

**RESUMEN** Uno de los aspectos fundamentales en la construcción de una presa es el diseño general de las obras de desvío del río, por la repercusión que tiene, no sólo en el propio coste de las obras de desvío, sino también en el costo global de las obras y en el programa de ejecución del proyecto.

En un caso habitual, la necesidad de construir la presa en seco obliga a plantear el desvío del río íntimamente ligado a tres factores, que son la cerrada, el régimen fluvial y el tipo de presa.

Pero en algunos casos, como ocurre en las tres presas presentadas en este artículo, aparecen otros factores condicionantes, que complican aún más la elección de una acertada solución para el desvío del río. Los factores condicionantes que se dan en los ejemplos relatados en este artículo son tan variados como construir una presa en alguna o varias de las siguientes situaciones:

- Cerrando dos valles cercanos.
- Situada en la cola de un embalse más aguas abajo.
- Que tiene que ser construida aguas abajo y muy en la proximidad de una presa existente, y sin afectar a la normal explotación de la presa y su central hidroeléctrica aneja.
- En la que se decidió utilizar parte de las obras de desvío que fueron ejecutadas previamente para un tipo de presa de diferente tipología anteriormente proyectada.
- Una presa de hormigón (HCR) en la que la ataguía de HCR fue utilizada como parte de la zona aguas arriba del cuerpo de presa principal.

Este artículo describe como en las tres grandes presas tratadas ha sido superada la labor de resolver el manejo del río para permitir la construcción de la presa, con una solución particular en cada caso que ha permitido una optimización del coste global y del programa general de las obras.

## MAIN FEATURES OF THREE UNUSUAL SOLUTIONS FOR RIVER DIVERSION IN LARGE DAMS

**ABSTRACT** *One of the fundamental aspects in the construction of a dam is the general desing of the river diversion works, because of its effects, not only on the cost of the diversion works themselves, but also on the total cost of the project and its shedule.*

*In a usual case, the need for construction of a dam in dry conditions makes the planing of the diversion necessarily connected to three factors, namely: the damsite, the river flow throughout the year and the dam type.*

*But in some cases, such as the three dams presented in this report, there are other determining factors, which make the choice of the righth solution for river diversion even harder to find. The conditioning factors appearing in the examples looked at in this report are as varied as building a dam in any one or more of the following situations:*

- *Closing two nearby valleys.*
- *Located in the rear part of a downstream reservoir.*
- *Which has to be built very close downstream of an existing dam and without disturbing the normal operation of the dam and its related hydro power plant.*
- *In which it was decided to use part of the river diversion works previously performed for a different type of dam formerly planned.*
- *A concrete (RCC) dam in which the RCC cofferdam was used as part of the upstream zone of the whole dam body.*

*This paper describes how in the three large dams discussed, the task of solving the river handling to allow the dam construction has been overcome, with a particular solution in each case which provides an optimization of the overall cost and of the general shedule of the project.*

**Palabras clave:** Desvío, Avenida, Ataguía, HCR (Hormigón Compactado con Rodillo).

(\*) Ingeniero Civil, Director de Obra de la Presa de Beni Haroun. Agence Nationale des Barrages, Argelia.

(\*\*) Ingeniero de Caminos C. y P., Director de Obra de la Presa de Andévalo. Confederación Hidrográfica del Guadiana, España.

(\*\*\*) Ingeniero de Caminos C. y P., Subdirector General Técnico.AQUAVIR, España.

(\*\*\*\*) Ingeniero de Caminos C. y P., Jefe del Servicio de Obras Hidráulicas. Dragados S.A., Dirección Técnica, España.

(\*\*\*\*\*) Ingeniero de Caminos C. y P., Servicio de Obras Hidráulicas. Dragados S.A., Dirección Técnica, España.

## 1. INTRODUCCIÓN

El contenido de este artículo es una breve descripción de tres soluciones diferentes e inusuales adoptadas para el desvío del río en tres grandes presas, dos de ellas en el sur de España y la tercera en el nordeste de Argelia. Las soluciones son peculiares debido a factores determinantes implicados en cada uno de los casos.

Los tres singulares escenarios tratados incluyen: una presa de escollera cerrando dos valles próximos y situada en la cola de un embalse más aguas abajo, una presa de HCR que tiene que ser construida aguas abajo y muy en la proximidad de una presa de gravedad existente y sin afectar a la explotación normal de la presa y su central hidroeléctrica aneja, y otra presa de HCR en la que se decidió utilizar parte de las obras de desvío que fueron ejecutadas previamente para un tipo de presa diferente anteriormente proyectado, y en la que la ataguía de HCR fue utilizada como parte de la zona aguas arriba del cuerpo de presa principal. Es de interés la forma en que, en cada uno de los casos, fue superada la labor de resolver el manejo del río para permitir la construcción de la presa.

Para cada caso, la estructura empleada en el texto del artículo ha sido exactamente la misma: una descripción general del escenario específico que condicionaba la solución que fue implementada para el desvío del río, el detalle de la avenida de diseño tomada en cuenta, la descripción de todas las obras que constituyen el desvío y, finalmente, una lista cronológica de las fases en las que se llevó a cabo el desvío, conjuntamente con una breve explicación de las principales tareas realizadas en cada fase.

## 2. PRESA DE ANDÉVALO, HUELVA, ESPAÑA

### 2.1. ASPECTOS GENERALES

Antes de nada, es preciso enfatizar que la presa de Andévalo [1, 2] está ubicada en un sitio muy peculiar, debido al hecho de que la presa cierra dos valles de ríos, Malagón y Cobica, justo en la zona de entrada de ambos ríos a la cola del embalse del Chanza (Fig. 1). Andévalo es una presa de escollera con núcleo impermeable de arcilla. Su altura sobre el

cimiento es de 78 m y su longitud de coronación 1830 m. El volumen del cuerpo de presa asciende a unos  $9 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

Debido a lo antes mencionado, la solución para el desvío de los ríos en esta presa tuvo que ser diferente al que normalmente se plantea. La construcción de la presa fue dividida en dos etapas principales (Fig. 2 y 3), desviando ambos ríos alternativamente por el valle de cada uno de ellos, mientras se construía la presa en el otro valle. Para permitir esto, fue necesario conectar los valles de los dos ríos aguas arriba de la presa por medio de un canal de interconexión, en un punto donde los dos ríos forman unos meandros opuestos que dejan sus cauces a tan sólo 200 m.

Otra dificultad en este proyecto era que las ataguías y contraataguías en los dos ríos tuvieron que construirse sobre el agua, debido al hecho de que estaban ubicadas en la cola del embalse del Chanza.

### 2.2. AVENIDA CONSIDERADA Y CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño para el desvío del río fue  $350 \text{ m}^3/\text{s}$ . Este corresponde al caudal efluente de una avenida de 100 años de periodo de retorno, acumulando la avenida de ambos ríos, Malagón y Cobica, en el sitio de la presa.

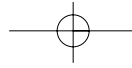
### 2.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PARA EL DESVÍO DEL RÍO

Las obras de desvío del río para la Primera Etapa, desvío a través del valle del Cobica, incluían la excavación del canal que conectaba ambos cauces, canal de 50 m de anchura y 150 m de longitud, y también la ataguía y contraataguía de materiales sueltos zonificadas en el río Malagón, de 21 m y 15 m de altura respectivamente.

Respecto a la Segunda Etapa, desvío a través del valle del Malagón, las principales obras de desvío incluían la construcción de un falso túnel de hormigón, con una sección transversal de 8 m de anchura y 6,21 m de altura y 230 m de longitud, ubicada en la ladera izquierda del valle del Malagón. Adicionalmente, se construyeron sendas ataguías de materiales sueltos zonificadas en el río Cobica, de 25 m de altura la ataguía y 10 m la contraataguía, con objeto de desviar el río Cobica al valle del Malagón, y ambos ríos a través de la galería de desvío.



FIGURA 1. Primera Etapa del desvío provisional en la Presa de Andévalo, a través del valle del Cobica. Vista Aérea.



### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE TRES SOLUCIONES INUSUALES PARA DESVÍO DEL RÍO EN GRANDES PRESAS

Como ambos ríos estaban inundados por el embalse del Chanza en el momento de ser realizadas las ataguías, estas tuvieron que ser construidas vertiendo escollera progresando de una margen del río hacia la opuesta, y posteriormente fueron impermeabilizadas empleando diferentes técnicas apropiadas de colocación de arcilla. En el caso de las ataguías del Malagón se excavó una zanja en el relleno de escollera, utilizando una retroexcavadora, y dicha zanja se relleno con arcilla. En cuanto a las ataguías del Cobica, en la zona correspondiente a cada espaldón de ambas se construyeron dos rellenos de escollera, para posteriormente verter arcilla empujándola por delante de los paramentos exteriores y cayendo la arcilla dentro del agua. Contando con esta impermeabilización exterior, se bombeó el agua del recinto entre los rellenos de escollera, se excavó la cimentación del núcleo impermeable, y se comenzó el relleno de dicho núcleo impermeable colocando y compactando capas de arcilla en ausencia de agua.

#### 2.4. FASES DEL DESVÍO DEL RÍO

##### 2.4.1. Primera Etapa: desvío a través del valle del Cobica (Fig. 1 y 2)

**Fase 1-I.** Excavación del canal de interconexión a cota 60.

**Fase 1-II.** Construcción de la ataguía y contraataguía zonificadas sobre el río Malagón, hasta sus coronaciones a cotas 70 y 65 respectivamente. El Malagón se desvía al valle del Cobica.

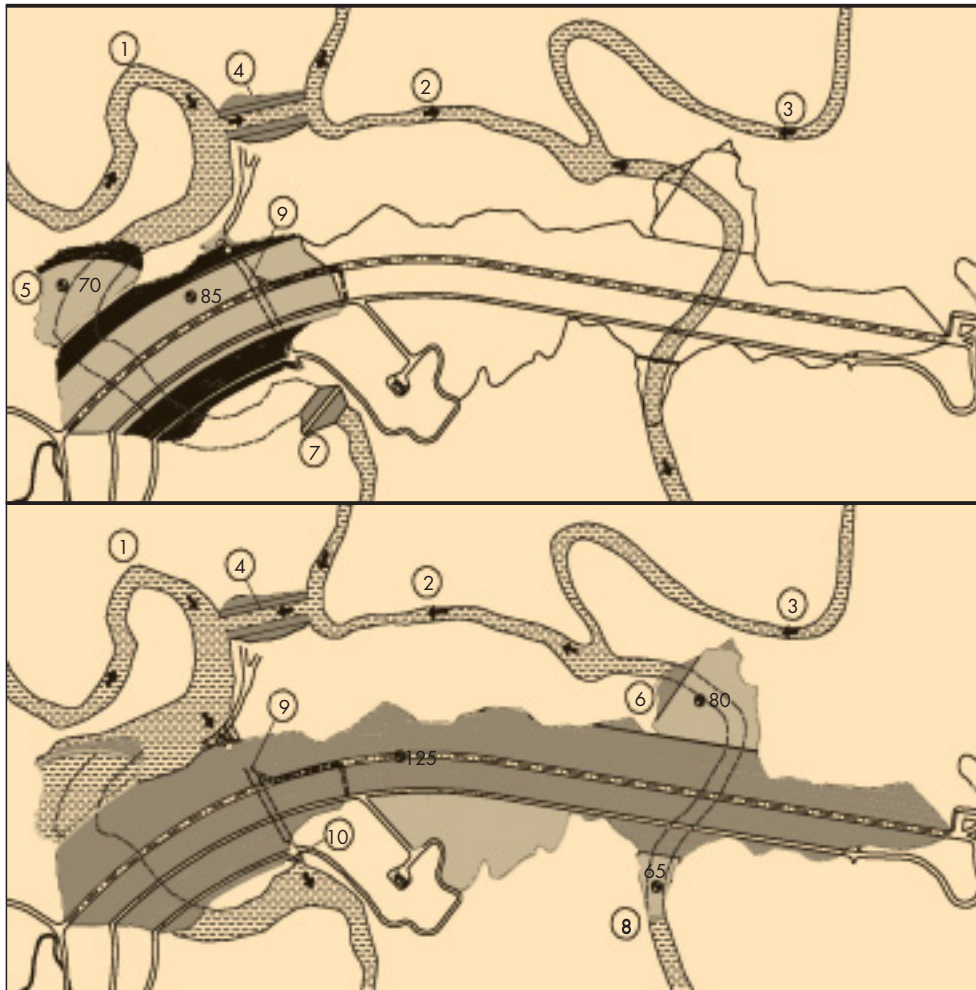
**Fase 1-III.** Construcción de la galería de desvío de hormigón en la margen izquierda del valle del Malagón, con el umbral de entrada en el extremo aguas arriba a cota 71. Construcción del cuerpo de presa principal sobre el valle del Malagón hasta cota 85.

##### 2.4.2. Segunda Etapa: desvío a través del valle del Malagón (Fig. 3):

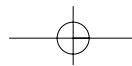
**Fase 2-I.** Construcción de la ataguía y contraataguía zonificadas sobre el río Cobica, hasta sus coronaciones a cotas 80 y 65 respectivamente. El caudal del Cobica se desvía al valle del Malagón, y el caudal de ambos ríos se desvía a través de la galería de desvío.

**Fase 2-II.** Construcción del cuerpo de presa principal sobre el valle del Malagón hasta cota 85, y construcción del cuerpo de presa completo, en escollera con núcleo central de arcilla, sobre ambos valles, hasta la cota de coronación 125.

**Fase 2-III.** Cierre del desvío. Una vez terminada la presa de Andévalo, la bocatoma de la galería de desvío fue cerrada mediante una ataguía metálica, y se instalaron dos desagües de fondo en el interior de la galería. Una vez en operación ambos desagües de fondo, la ataguía metálica fue retirada y, a partir de este momento, los caudales de ambos ríos pasaban a ser liberados por los órganos de desagüe de la presa.



**FIGURAS 2 y 3.** Primera Etapa del desvío provisional en la Presa de Andévalo, a través del valle del Cobica y Segunda Etapa del desvío provisional en la Presa de Andévalo, a través del valle del Malagón.  
 (1) Río Malagón.  
 (2) Río Cobica.  
 (3) Río Viguera.  
 (4) Canal de interconexión.  
 (5, 6) Ataguía.  
 (7) Contraataguía provisional.  
 (8) Contraataguía.  
 (9) Galería de desvío.  
 (10) Futura cámara de válvulas.





### 3. PRESA DE LA BREÑA II, CÓRDOBA, ESPAÑA

#### 3.1. ASPECTOS GENERALES

Esta presa de HCR se encuentra en una fase muy temprana de su construcción en el momento de escribir este artículo. Una de las principales dificultades de la obra radica en que el cuerpo de presa ha de ser construido a tan solo unos 100 m aguas abajo de la actual Presa de La Breña I, presa de gravedad de planta curva y 54 m de altura, y sin afectar a la explotación, tanto de esta presa como de su central hidroeléctrica. Estos dos aspectos fueron factores determinantes cruciales a la hora de diseñar el desvío del río para la presa de La Breña II de HCR, de gravedad de planta recta y 124 m de altura, sobre el río Guadiato, la mayor presa de HCR de Europa cuando esté finalizada.

Debido a lo anteriormente mencionado, el desvío del río ha tenido que ser proyectado para cumplir dos objetivos fundamentales: proteger las obras durante la construcción, y garantizar los requerimientos de agua ayuso. Lo último viene fijado por un caudal de 15 m<sup>3</sup>/s que es turbinado continuamente en la minicentral hidroeléctrica ubicada aguas abajo de la presa, y que posteriormente es devuelta al cauce del río Guadiato. Este caudal es también necesario para mantener un flujo de agua permanente en el tramo del río aguas abajo de la actual presa, hasta su confluencia con el río Guadalquivir, del cual el Guadiato es afluente. Más aguas abajo, el agua liberada por La Breña I es necesaria para regadíos.

Al combinar los objetivos antes citados con los condicionantes a la construcción motivados por la proximidad de las presas nueva y vieja, se decidió proyectar un doble desvío del río. Estos han sido llamados, respectivamente, desvío para caudales extraordinarios (desvío principal), y desvío para caudales ordinarios.

#### 3.2. AVENIDA CONSIDERADA Y CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño adoptado para el desvío principal del río ha sido el correspondiente a una avenida de periodo de re-

torno de 10 de años, pero en un escenario muy conservador en el que las tres presas en el río Guadiato aguas arriba de la Breña II, que son Sierra Boyera, Puente Nuevo y La Breña I, se encuentren, en el momento de ese evento, con sus embalses llenos hasta el Nivel Máximo Normal. En esta situación tan pesimista, el teórico caudal entrante en la cerrada de la Breña II si se ignora el efecto de la presencia de esos tres embalses, que es de 604 m<sup>3</sup>/s, es solamente reducido a un caudal de 300 m<sup>3</sup>/s saliendo por el aliviadero de la presa Breña I. Esta cifra ha sido la empleada para el caudal de diseño del desvío principal del río.

El caudal de diseño para el desvío para caudales ordinarios ha sido obligatoriamente los anteriormente mencionados 15 m<sup>3</sup>/s.

#### 3.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PARA EL DESVÍO DEL RÍO

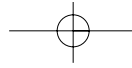
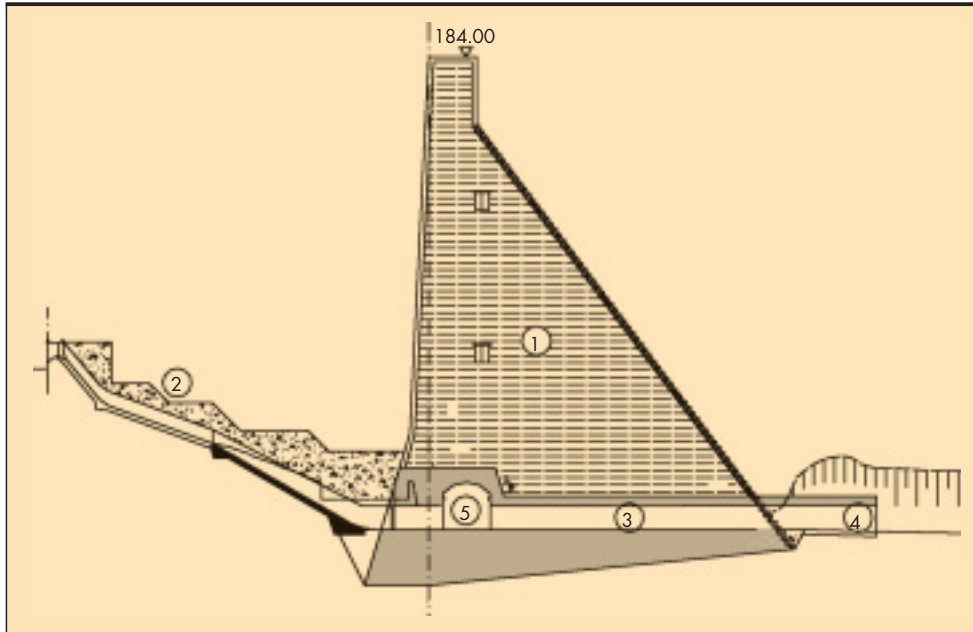
Las obras de desvío del río para el desvío principal consistirán en una galería de 6 m de ancho por 5 m de alto y 86,5 m de longitud, en un bloque de hormigón ubicado en la ladera derecha, alineada con el aliviadero de la presa Breña I. Este bloque de hormigón será parte del cuerpo de presa de la Breña II. Al final de la obra la galería será taponada en su extremo aguas arriba, y entonces será reconvertida en el principal acceso a la cámara de compuertas de la presa. Por el lado de aguas arriba la galería será conectada, por medio de las correspondientes obras de hormigón, con el aliviadero, muy cercano, de la presa Breña I. La rápida de este aliviadero actuará como el canal de alimentación de la galería de desvío, y la presa Breña I actuará de ataguía. En el lado de aguas abajo será excavado el canal de salida de 274 m de longitud, y se construirá una contraataguía de materiales sueltos zonificada (Fig. 4 y 5).

El desvío para caudales ordinarios consistirá en un bypass de la tubería forzada de 2 m de diámetro que conecta el pie de aguas abajo de la presa Breña I con la minicentral hidroeléctrica. Este bypass será emplazado en la parte baja del mismo bloque de hormigón a construir para el desvío principal. De

**FIGURA 4.** Desvío del río de la Presa de La Breña II. Planta general.

- (1) Presa de La Breña I, actuando como ataguía.
- (2) Aliviadero de La Breña I.
- (3) Galería de desvío.
- (4) Canal de salida.
- (5) Contraataguía.
- (6) Conducción forzada.
- (7) Bypass de la conducción forzada.
- (8) Minicentral hidroeléctrica de La Breña I.
- (9) Eje de presa de La Breña II.




**PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE TRES SOLUCIONES INUSUALES PARA DESVÍO DEL RÍO EN GRANDES PRESAS**


**FIGURA 5.** Desvío del río de la Presa de La Breña II. Perfil longitudinal.  
 (1) Presa de La Breña II en HCR.  
 (2) Aliviadero de La Breña I.  
 (3) Galería de desvío.  
 (4) Canal de salida.  
 (5) Futura cámara de compuertas.

este modo, la parte inferior de la cerrada quedará libre de obstáculos para proceder con la excavación del cimiento de la presa en esta zona, en el momento en que los dos desvíos estén preparados para entrar en servicio. La longitud total del bypass de la tubería es aproximadamente 270 m (Fig. 4).

### 3.4. FASES DEL DESVÍO DEL RÍO

**Fase I.** Excavaciones para el bloque de hormigón para el desvío principal y para el canal de salida de 274 m de longitud. Caudales ordinarios: pasando por la actual tubería forzada hacia la minicentral hidroeléctrica. Los eventuales caudales extraordinarios serán evacuados por los desagües de medio fondo de la presa Breña I.

**Fase II.** Hormigonado del bloque para desvío, que alojará la galería para caudales extraordinarios y el bypass de la tubería forzada de 2 m de diámetro para caudales ordinarios. Los caudales ordinarios y extraordinarios, pasando como en la Fase I.

**Fase III.** Obras de hormigón para conectar la parte aguas arriba del bloque de desvío con el aliviadero de la presa Breña I, y la parte aguas abajo con el canal de salida. Conexión del bypass de la tubería forzada. Los caudales ordinarios y extraordinarios, pasando como en la Fase I.

**Fase IV.** Ambos desvíos en servicio. Retirada del tramo central de la actual tubería forzada y excavación del cimiento para los bloques centrales de la presa, y para el cuenco amortiguador del aliviadero, en la zona inferior de la cerrada. Construcción del cuerpo de presa de HCR. Caudales ordinarios: pasando por el bypass de la tubería forzada hacia la minicentral hidroeléctrica. En un momento determinado, la minicentral tendrá que ser demolida, y los caudales ordinarios serán desaguados directamente al canal de salida. Los eventuales caudales extraordinarios serán evacuados por el aliviadero de la presa Breña I y la galería de desvío para caudales extraordinarios.

**Fase V.** Cierre del desvío. Una vez terminada la Presa de La Breña II, la galería para desvío principal del río será taponada en su extremo aguas arriba y reconvertida en

el acceso principal a la cámara de compuertas de la presa. Desde este momento, los caudales ordinarios y extraordinarios serán evacuados a través de los diversos órganos de desagüe de la Presa de La Breña II.

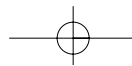
## 4. PRESA DE BENI HAROUN, MILA, ARGELIA

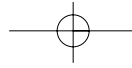
### 4.1. ASPECTOS GENERALES

Una vez que se decidió proceder con una solución en HCR para el cuerpo de presa de Beni Haroun [3, 4, 5], en lugar de la solución original consistente en una presa de escollera con núcleo central de arcilla, el esquema para el desvío del río obviamente cambió de una manera substancial. Debido al hecho de que esa solución fue adoptada cuando se había ejecutado una parte considerable de los dos túneles para el desvío del río de la solución de escollera, se decidió finalizarlos y utilizarlos para la nueva solución en HCR.

Utilizando los mismos túneles de desvío de 8 m de diámetro, el riesgo de sobrevertidos en la ataguía y en la presa durante avenidas extraordinarias persistía, pero en este caso, proyectando en HCR tanto la ataguía como el cuerpo de presa, el potencial efecto destructivo de un importante sobrevertido durante la construcción sería de mucha menor importancia que en el caso de una presa de materiales sueltos. Como ventajas, esto posibilitaba el asumir mayores riesgos al diseñar el esquema completo del desvío del río, y también el hecho de que la dependencia de condiciones estacionales es mucho menor cuando se construyen presas de hormigón.

Con los objetivos de construir la ataguía lo más rápidamente posible, disponer de una ataguía más segura construida en hormigón, ahorrar volumen de hormigón, y facilitar el proceso constructivo del cuerpo de presa principal en HCR, se adoptó una solución muy común en el caso de presas de materiales sueltos: aprovechar la ataguía como parte de la zona aguas arriba del cuerpo de la presa (Fig. 6). Esta es una solución muy poco habitual para una presa de hormigón, pero las cuatro razones antes mencionadas condujeron a su adopción.





PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE TRES SOLUCIONES INUSUALES PARA DESVÍO DEL RÍO EN GRANDES PRESAS

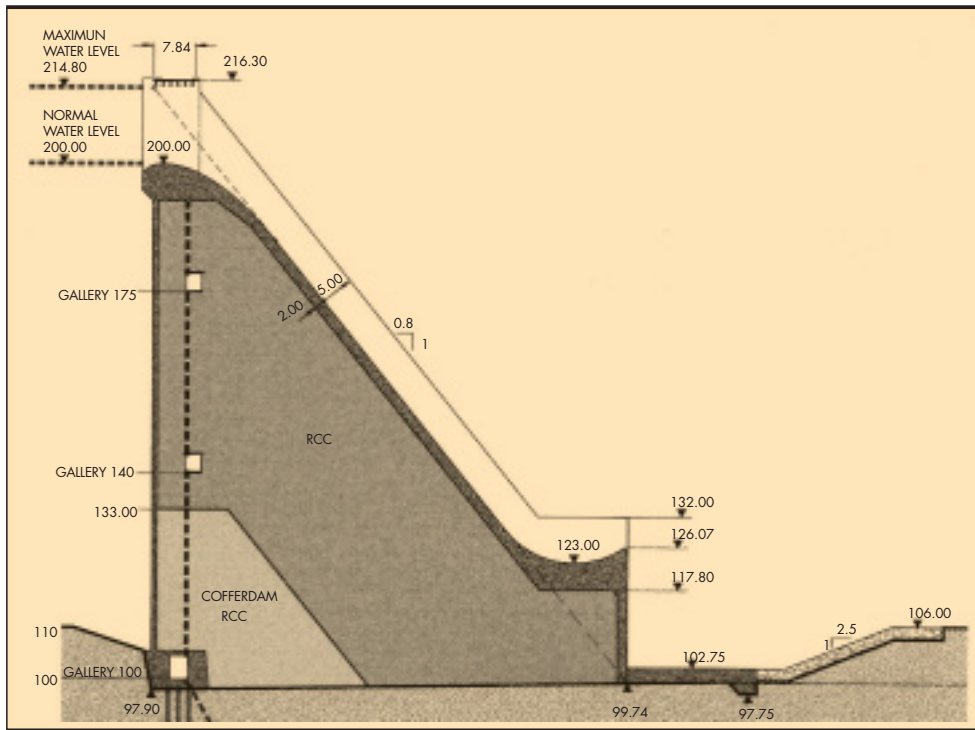


FIGURA 6. Sección transversal por el aliviadero de la Presa de Beni Haroun, con la ataguía de HCR incorporada en el cuerpo de presa principal de HCR.

4.2. AVENIDA CONSIDERADA Y CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño para el desvío del río El Kebir fue de 2000 m<sup>3</sup>/s. Este corresponde al caudal efluente de una avenida de unos 50 años de periodo de retorno.

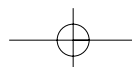
4.3. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS PARA EL DESVÍO DEL RÍO

Básicamente, las obras para el desvío del río consistían en dos túneles revestidos de hormigón, de 8 m de diáme-

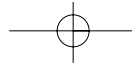
tro, emplazados en la margen izquierda, de 621 m de longitud el derecho (Fig. 7) y 665 m el izquierdo. Se construyó una preataguía de materiales sueltos zonificada de unos 20 m de altura, para desviar el río a los túneles, y para ejecutar la ataguía de HCR a su resguardo. La ataguía tenía 35 m de altura y adoptaba los mismos taludes aguas arriba y aguas abajo que la presa principal. Posteriormente, la ataguía quedaría incorporada en el cuerpo de presa principal.



FIGURA 7. Salida del túnel de desvío derecho de la Presa de Beni Haroun durante una crecida.







## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE TRES SOLUCIONES INUSUALES PARA DESVÍO DEL RÍO EN GRANDES PRESAS

### 4.4. FASES DEL DESVÍO DEL RÍO

**Fase I.** Excavación y revestimiento de hormigón de los dos túneles de desvío.

**Fase II.** Construcción de la preatagüa de materiales sueltos zonificada de 20 m de altura. El flujo del río es desviado a los túneles.

**Fase III.** Desvío del río en servicio. Construcción de la atagüa de HCR de 35 m de altura. Construcción del cuerpo de presa de HCR de 118 m de altura, incorporando la atagüa previamente construida.

**Fase IV.** Cierre del desvío. Una vez terminada la presa de HCR de Beni Haroun, los dos túneles de desvío fueron taponados. El proceso fue el mismo para ambos túneles. Se cerró la toma por medio de una atagüa metálica, y se ejecutó un tapón de hormigón a unos 90 m de la toma, coincidiendo con el plano vertical del eje de presa. Una vez que se taponó el segundo túnel, los caudales del río pasaban a ser evacuados a través de los órganos de desagüe de la presa.

### 5. CONCLUSIONES

A la hora de plantear la solución más adecuada para el desvío del río para poder construir una gran presa, los ingenieros deben tener muy en cuenta los problemas específicos de cada caso en particular, y echar mano de sus propias experiencias en casos similares.

La presencia de factores condicionantes adicionales a los que normalmente se presentan en un caso estándar, como los tratados en el presente artículo, requieren soluciones "traje a la medida", de cuya acertada o no elección depen-

derá en gran medida el éxito económico y del plazo de ejecución del proyecto, especialmente en el caso de ríos con caudales altos o sujetos a crecidas repentinas importantes en determinadas épocas del año.

En lo posible, las obras provisionales para el desvío deberían aprovecharse como parte de la futura obra definitiva, en aras de la economía.

Finalmente, mención especial requiere la obligatoriedad de realizar un estudio pormenorizado de la operación del cierre del desvío, particularmente en el caso de situaciones de desvío de río atípicas.

### 6. REFERENCIAS

[1] LÓPEZ ZAFRA, F., CABEZA, E. and SANZ, M. Desarrollo sostenible. Presa de Andévalo. *Cauce 2000*, Madrid, Nr. 105, Jul-Ago 2001.

[2] LÓPEZ ZAFRA, F., GRANADOS, A., SANZ, M. and ABADIA, F. Andévalo enhances water resources management in Chanza river basin. *Hydropower and Dams*, London, Issue Three, 2004.

[3] BERKANI, A., IBAÑEZ DE ALDECOA, R. and DUNSTAN, M.R.H. The construction of Beni Haroun dam, Algeria. *Hydropower and Dams*, London, Issue Three, 2000.

[4] DEL BARRIO, J., IBAÑEZ DE ALDECOA, R. and NORIEGA, G. Construir sin fronteras: La presa de Beni Haroun, en el oued El Kebir. *Cauce 2000*, Madrid, Nr. 94, Sep-Oct 1999.

[5] SANZ, M. Construction of Beni Haroun Dam (Algeria). Proceedings of the IV International Symposium on Roller Compacted Concrete (RCC) Dams, November 2003, Madrid, Spain



**Oficinas Centrales**  
Avenida Marie Curie nº2, Edificio Alfa  
Parque Tecnológico de la Cartuja  
41092 Sevilla  
Tel: 954 46 70 46, Fax: 954 46 24 91  
<http://www.ayesa.es>

**Delegació a Catalunya**  
Avinguda Diagonal, 478 - 1ª Planta  
08006 Barcelona  
Tel: 933 63 04 98, Fax: 934 10 42 72

**Delegación de Córdoba**  
José Mª Martorell, 24, 1º-1  
14005 Córdoba  
Tel: 957 76 17 26, Fax: 957 41 36 79

**Delegación de Madrid**  
Juan Bravo, 3 B, 5ª Izq.  
28006 Madrid  
Tel: 914 11 96 30, Fax: 914 11 96 51

**Delegación de Murcia**  
Condes de Barcelona, 7  
Edificio Londres, 5ª Esc., 3ª Pta.  
30007 Murcia  
Tel: 968 24 88 08, Fax: 968 23 26 07

**Delegación de Valencia**  
Pasaje Doctor Bartolomé Moret, 6 G  
46010 Valencia  
Tel: 963 39 27 32, Fax: 963 89 09 19



**Expertos en la planificación y ordenación del agua**  
*Experts in water resources management*

