

**INFORME DE VIABILIDAD DE LA ACTUACIÓN 3.1.h ADECUACIÓN DEL EMBALSE DE ARENÓS  
(CASTELLÓN)**

**PREVISTO EN EL ARTÍCULO 46.5 DE LA LEY DE AGUAS**

*(según lo contemplado en la Ley 11/2005, de 22 de Junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional)*

**DATOS BÁSICOS**

**Título de la actuación:**  
3.1.h ADECUACIÓN DEL EMBALSE DE ARENÓS (CASTELLÓN)

**Clave de la actuación:**  
08.118.0198/2111

**En caso de ser un grupo de proyectos, título y clave de los proyectos individuales que lo forman:**


**Municipios en los que se localizan las obras que forman la actuación:**

Municipio	Provincia	Comunidad Autónoma
Puebla de Arenoso	Castellón	Comunidad Valenciana
Montarejos	Castellón	Comunidad Valenciana

**Organismo que presenta el Informe de Viabilidad:**  
Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A. (ACUAMED)

Nombre y apellidos persona de contacto	Dirección	e-mail (pueden indicarse más de uno)	Teléfono	Fax
Mario Arous Gozalo	ACUAMED	maraus@acuamed.es	91.423.45.25	91.423.45.20

**Organismo que ejecutará la actuación (en caso de ser distinto del que emite el informe):**

--

## 1. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN.

### 1. Problemas existentes (señalar los que justifiquen la actuación)

La presa de Arenós está ubicada en el río Mijares, sobre la cerrada de El Romeral, en los términos municipales de Puebla de Arenoso y Montanejos, provincia de Castellón, siendo su finalidad primordial la regulación y el aprovechamiento de las aportaciones del río para poner en regadío 27.000 Ha de terrenos cultivables de la Plana de Castellón. El embalse de Arenós constituye junto con el embalse de Schar, situado aguas abajo en el río Mijares, una pieza clave en la regulación anual e hiperanual del río Mijares, y su construcción significó el desarrollo de un riego tradicional en la Plana de Castellón de alta garantía y un importante aprovechamiento hidroeléctrico del río, ambos basados en los caudales garantizados.

La tipología de la presa es de escollera con núcleo inclinado de arcilla, y la misma tiene una altura máxima sobre cimientos de 107 m, situándose la cota de coronación a la cota 603 m.s.n.m. y el nivel máximo normal del embalse a la cota 600,00 m.s.n.m.

El informe de la primera inspección de seguridad de la presa de Arenós, redactado en cumplimiento de lo establecido en el Reglamento técnico de Seguridad de Presas y Embalses (aprobado por Orden Ministerial del 12 de Marzo de 1996), pone de manifiesto la necesidad de adaptarse a las nuevas exigencias de seguridad, en lo que respecta a algunos aspectos de su funcionamiento, así como a determinados componentes del conjunto presa-embalse que condicionan su nivel máximo normal.

- a. El actual aliviadero presenta problemas tanto desde el punto de vista hidráulico, derivados de su geometría, como desde el punto de vista estructural, derivados de las condiciones geotécnicas y topográficas del emplazamiento y de su propio diseño estructural.
- b. Los actuales órganos de drenaje, las instalaciones y los accesos presentan deficiencias en cuanto al cumplimiento de la actual normativa del Reglamento de Seguridad de Presas y de las Disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo.
- c. La ladera izquierda del embalse, frente a Puebla de Arenoso, ha presentado problemas de inestabilidad que principalmente se concretan en potenciabilidad de deslizamientos rotacionales, existiendo también riesgo por desprendimiento de bloques y en menor medida de deslizamientos planares. De las zonas de la ladera izquierda del embalse que presentan riesgos de deslizamientos y por tanto pueden suponer un riesgo para la seguridad del embalse, hay una de las zonas que, según cálculos de estabilidad realizados por el CEDEX en 2005, se encuentra en equilibrio inestable.
- d. La presa de Arenós fue construida en el año 1980 con unos condicionantes técnicos distintos a los requeridos por el nuevo Reglamento técnico de Seguridad de Presas y Embalses aprobado por Orden Ministerial de Marzo de 1996. La capacidad de desagüe de la presa se calculó para evitar el desbordamiento por coronación ante la avenida extrema de 5.000 años. Con el nuevo reglamento de seguridad se aumenta la necesidad de capacidad de desagüe a un periodo de retorno de  $T=10.000$  años. Actualmente se ha tenido que bajar la cota de explotación de la presa para garantizar un nivel de seguridad adecuado con lo dispuesto en la nueva reglamentación, por lo que el volumen de regulación disponible es menor que el volumen para el cual se calculó la presa.
- e. Las condiciones morfológicas y topográficas del aliviadero del Collado, posibilitan que una parte de los caudales que deberían ser canalizados por éste lo superen, desbordando por la plataforma aneja al aliviadero y filtrándose por la escollera allí dispuesta lo que puede ocasionar un proceso erosivo que derive en un desestabilizamiento de la escollera.

Además, el funcionamiento del aliviadero podría causar tanto problemas de estabilidad de las laderas del barranco al que desagua (Barranco de Jau) y problemas de formación de tapones en el cauce causados por el arrastre de materiales, dado lo estrecho y angosto de éste.

Finalmente, aguas arriba del aliviadero se dispone un dique construido mediante espaldón de escollera y relleno de todo uno que restringe su funcionamiento. Este dique no dispone de pantalla impermeabilizadora, hecho que plantea la posibilidad de su colapso al establecerse una red de filtración y como consecuencia el vertido de caudales por el barranco.

- f. Durante los meses de mayo a julio de 2003 la presa de Arenós, cuya cota de coronación es 603,00 msnm, se vio sometida a niveles de embalse máximos establecidos en el entorno de la cota 589 msnm, la cual se sitúa por debajo de la cota máxima de embalse normal, que es la 600 msnm. Durante este período se observó un aumento de las filtraciones producidas en la galería de la margen derecha lo que motivó un aumento de la frecuencia de toma de datos de auscultación y la realización de un estudio que interpretara dicha información.

De la observación de los datos proporcionados por el sistema de auscultación se puede deducir que las filtraciones, mientras el nivel del embalse se encuentre por debajo de la cota 580, no representan un problema que condicione la seguridad estructural. Asimismo se constata que cuando el embalse supera la cota 585, y una vez descontada la filtración causada por la lluvia, las filtraciones experimentan un aumento considerable procediendo la mayor parte de las mismas de la margen derecha de la presa.

La explicación a este fenómeno se concreta en el informe "Estudio del comportamiento de la presa de Arenós durante un escalón de carga. Mayo-Julio 2003", donde se indica que las filtraciones en la margen derecha registradas entre las cotas 535 y 545 msnm las cuales son de carácter bastante estable e independiente de las variaciones de la cota del embalse, tienen su origen en la presencia de la falla de Arenoso, la cual intersecta la galería perimetral de la margen derecha en dicha zona.

Asimismo, de los datos obtenidos, se detectó que las filtraciones registradas en la margen derecha en cotas superiores a 575 msnm, disminuyeron rápidamente hasta desaparecer cuando la cota de embalse pasó de los valores máximos próximos a 588,50 msnm a valores en el entorno de 586 msnm. Este hecho, unido a la presencia de roca caliza en la margen derecha y al estudio de las incidencias registradas durante la construcción de la presa que indicaban la aparición en la margen derecha de pozos, marmitas y cavidades con comunicación hidráulica, permite suponer que a partir de la cota 587 msnm se establece una comunicación hidráulica no detectada entre el agua embalsada y la ladera de la margen derecha.

Finalmente, desde el comienzo del funcionamiento de la auscultación de la presa se han ido averiando diversos aparatos, cuyos datos han dejado de tomarse. Los aparatos afectados por estas averías han sido las células de presión intersticial, las células de asiento, diversos drenes y piezómetros abiertos de las galerías, varias células de presión total, y varios piezómetros del núcleo y algunos inclinómetros de las laderas.

## 2. Objetivos perseguidos (señalar los que se traten de conseguir con la actuación)

El objetivo de la actuación es adecuar el embalse de Arenós de forma que este cumpla con los requerimientos exigidos en el Reglamento técnico de Seguridad de Presas. A la vista de los problemas existentes, el cumplimiento del objetivo planteado se materializa en la ejecución de las siguientes obras o actuaciones puntuales:

- a. Aumentar la capacidad hidráulica del actual aliviadero con el fin de aumentar la seguridad global de la presa frente a avenidas, compatibilizándolo con la seguridad desde el punto de vista estructural.
- b. Realizar las obras necesarias en los actuales órganos de drenaje, instalaciones y accesos de manera que cumplan con la actual normativa del Reglamento de Seguridad de presas y de las Disposiciones mínimas de seguridad en los lugares de trabajo.

- c. La instalación de un sistema de auscultación adicional en la ladera izquierda frente a Puebla de Arenoso para evaluar y controlar los deslizamientos potenciales de la misma.
- d. La construcción de un desagüe intermedio a una cota inferior a la del aliviadero principal pretende aumentar la capacidad de desagüe actual de la presa, para evitar el desbordamiento por coronación ante la avenida extrema (T=10.000 años)
- e. La construcción de un dique de cierre del aliviadero del collado para evitar el vertido de caudales en situación extrema por el área de Collado hacia el Barranco de Jau.
- f. Aumentar el número de elementos de auscultación y de control de filtraciones mediante una campaña de inyecciones para evaluar y controlar las filtraciones existentes en la galería perimetral de la margen derecha, en especial en las zonas del pie del núcleo, el cruce con la falla de Arenoso (en el margen derecho) y el estribo derecho en la zona de cota en el entorno de los 587 m.s.n.m.

## 2. ADECUACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN A LO ESTABLECIDO POR LA LEGISLACIÓN Y LOS PLANES Y PROGRAMAS VIGENTES

Se realizará a continuación un análisis de la coherencia de los objetivos concretos de la actuación (descritos en 1) con los que establece la legislación y la planificación vigente.

En concreto, conteste a las cuestiones siguientes, justificando, en todo caso, la respuesta elegida (si así se considera necesario, puede indicarse, en cada cuestión, más de una respuesta) :

1. La actuación se va a prever:
- a) En el Plan Hidrológico de la Demarcación a la que pertenece
  - b) En una Ley específica (distinta a la de aprobación del Plan)
  - c) En un Real Decreto específico
  - d) Otros (indicar)

Justificar la respuesta: La actuación de Adecuación del Embalse de Arenós se incluye en el convenio de Gestión Directa, Modificado Nº 2, que fue autorizado por el Consejo de Ministros de 29 de julio de 2005 y fue suscrito por el MAGRAMA y la Sociedad Estatal Acuamed el 29 de septiembre del mismo año.

2. La actuación contribuye fundamentalmente a la mejora del estado de las masas de agua
- a) Continentales
  - b) De transición
  - c) Costeras
  - d) Subterráneas
  - e) No influye significativamente en el estado de las masas de agua
  - f) Empeora el estado de las masas de agua

Justificar la respuesta: Las actuaciones previstas afectan a la seguridad del embalse y mejoran la regulación del mismo, pero no alteran la calidad de las masas de agua.

3. ¿La actuación contribuye a incrementar la disponibilidad y/o la regulación de los recursos hídricos?
- a) Mucho
  - b) Algo
  - c) Poco
  - d) Nada

Justificar la respuesta: Con el nuevo desagüe proyectado y la reparación del existente se amplía la capacidad de regulación del embalse, limitada actualmente por la escasa capacidad de desembalse frente a los importantes volúmenes de avenida.

4. ¿La actuación contribuye a una utilización más eficiente del agua (reducción de los m<sup>3</sup> de agua consumida por persona y día o de los m<sup>3</sup> de agua consumida por euro producido)?
- a) Mucho
  - b) Algo
  - c) Poco
  - d) Nada

Justificar la respuesta: La actuación mejora la utilización eficiente de los recursos embalsados, ya que los nuevos desagües permiten optimizar la regulación de gestión de avenidas, y aumentar el volumen de embalse disponible.

5. ¿La actuación reduce las afecciones negativas a la calidad de las aguas por reducción de vertidos o deterioro de la calidad del agua?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada

Justificar la respuesta: El presente proyecto no tiene por objeto la reducción de las afecciones negativas a la calidad de las aguas por reducción de vertidos.

6. ¿La actuación disminuye los efectos asociados a las inundaciones?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada

Justificar la respuesta: La actuación contribuye a disminuir los efectos asociados a posibles inundaciones al adecuarse la presa para aumentar su capacidad de desagüe evitando el desbordamiento por coronación ante la avenida extrema (T=10.000 años). La presa de Arenós fue construida en el año 1980 con unos condicionantes técnicos distintos a los requeridos por el nuevo Reglamento técnico de Seguridad de Presas y Embalses. La capacidad actual de desagüe de la presa para evitar el desbordamiento por coronación ante la avenida extrema está calculada para un periodo de retorno de 5.000 años. Con el nuevo Reglamento de Seguridad de Presas y Embalses la capacidad de desagüe requerida ante una avenida extrema está cuantificada para un periodo de retorno de 10.000 años, por lo que para mantener unas condiciones de explotación seguras actualmente se ha rebajado la cota de explotación del embalse. Al construir el nuevo desagüe se seguridad se podrá aumentar la cota de explotación del embalse y de forma indirecta se dispondrá de un volumen adicional de llenado que aumenta el efecto regulador frente a avenidas.

7. ¿La actuación contribuye a la conservación y gestión sostenible de los dominios públicos terrestres hidráulicos y de los marítimo-terrestres?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada

Justificar la respuesta: La actuación contribuye a la conservación y gestión sostenible del dominio público hidráulico del cauce fluvial del río Mijares ya que se dispondrá de mayor volumen de regulación.

8. La actuación colabora en la asignación de las aguas de mejor calidad al abastecimiento de población?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada

Justificar la respuesta: Entre los objetivos de la actuación no se incluye ninguno relativo al abastecimiento de población

9. ¿La actuación contribuye a la mejora de la seguridad en el sistema (seguridad en presas, reducción de daños por catástrofe, etc)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada

Justificar la respuesta: La actuación contribuye de manera clara a la mejora de la seguridad del sistema, ya que el objetivo de la misma es adecuar el embalse de Arenós de forma que este cumpla con los requerimientos exigidos en el Reglamento técnico de Seguridad de Presas.

10. ¿La actuación contribuye al mantenimiento del caudal ecológico?

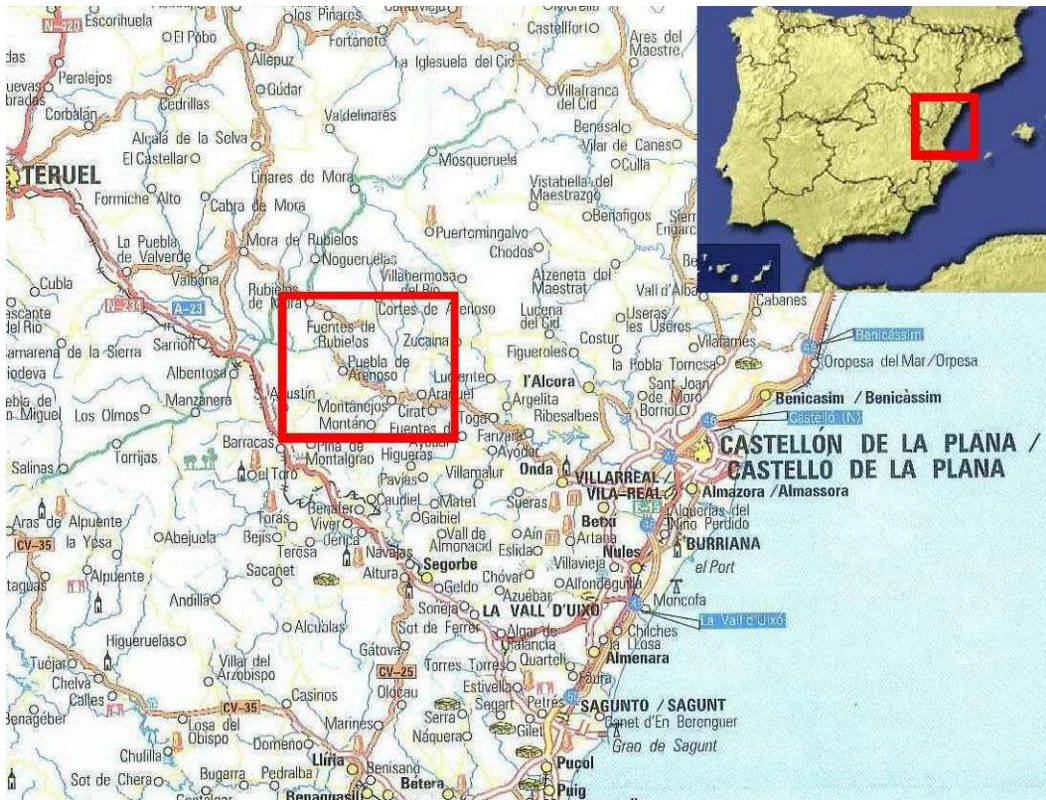
- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada

Justificar la respuesta: Teniendo en cuenta que el proyecto no supone la alteración de los requisitos del agua ni tampoco de su uso ni de la regulación actual, no se afectará el caudal ecológico del río, manteniéndose las condiciones actuales aguas abajo de la presa, se continuarán liberando 4 m<sup>3</sup>/s.



### 3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

La presente actuación, cuyo objeto es adecuar el embalse de Arenós de forma que este cumpla con los requerimientos exigidos en el Reglamento Técnico de Seguridad de Presas, se sitúa en los términos municipales de Montanejos y Puebla de Arenoso, ambos pertenecientes a la provincia de Castellón, y la misma contempla la ejecución de las obras que se describen a continuación:



#### Construcción de un desagüe intermedio.

Las obras correspondientes al nuevo desagüe intermedio tienen como objeto dotar a la presa de un desagüe profundo que suplemente la capacidad de evacuación de los aliviaderos de superficie, disponiendo así de la capacidad suficiente para asegurar, con unos coeficientes de seguridad adecuados, la laminación de grandes avenidas, incluyendo como la más desfavorable la del periodo de retorno de 10.000 años, tal como se indica en el Reglamento Técnico de Seguridad de Presas y Embalses.

El nuevo desagüe está constituido por una embocadura, un tramo de hormigón armado construido parcialmente a cielo abierto, una torre de compuertas, un tramo de galería con blindaje metálico, una cámara de compuertas y una sección final en la que se encuentran los conductos de descarga.

La embocadura tiene unas dimensiones interiores de 12 m de ancho por 18 m de altura, pasando en una longitud aproximada de 18 m a una sección circular de 10 m de diámetro. La entrada de la embocadura dispone de un sistema de pilas y riostras de hormigón a modo de enrejado con el objetivo de evitar la entrada al desagüe de grandes objetos que puedan ser arrastrados por el agua. Este enrejado está constituido por cuatro pilas con sección hidrodinámica de 0,75 m ancho y 2,00 m de largo, y siete riostras también con sección hidrodinámica de 0,40 m de ancho y 1,40 m de largo.

La ejecución de la embocadura se realiza en el interior del embalse, siendo necesaria la retirada de los rellenos antrópicos sobre los que se ubica y la impermeabilización del recinto de trabajo, ya que la cota de la base de excavación será inferior a la cota de explotación del embalse durante las obras la cual estará situada en 545 m.s.n.m.

Para construir la embocadura se prevé la formación de dos plataformas de trabajo una a la cota 538,25, que se corresponde con la embocadura, otra a la cota 549, que se corresponde con la torre de compuertas. Como elemento complementario se ha previsto la construcción de una berma de 8 m de ancho a la cota 557 desde la que se realizará la impermeabilización de la zona de trabajo. Para la formación de la berma, será necesario construir dos diques de escollera en las zonas más bajas, situadas una en la zona más próxima al embalse y otra en la zona más próxima a la presa.

El acceso a las zonas de trabajo se realizará mediante un camino de nueva construcción de 8 m de ancho, con una pendiente del 10%, que aprovechará en parte el trazado de la berma auxiliar.

La impermeabilización del recinto de trabajo se realizará mediante una pantalla perimetral de bentonita-cemento de 383 m de longitud y profundidad variable.

Aguas abajo de la obra de embocadura se dispondrá una transición cónica en la que el conducto de desagüe pasa de la sección circular de 10 m de diámetro a otra, también circular de 7,50 m, la cual se mantiene en una longitud de 56 m hasta llegar a la transición de entrada a la torre de compuertas.

La torre de compuertas es una estructura de hormigón armado de sección circular de 14,00 m de diámetro exterior y una altura de 67,50 m en la que se alojará las compuertas para cierre de seguridad y emergencia del desagüe. La compuerta de seguridad tiene unas dimensiones de 6,00 m de ancho y 7,50 m de altura, es de tipo vagón, y se accionará mediante un servo situado en una cámara ubicada a la cota 604. Esta compuerta está protegida con una ataguía metálica de las mismas dimensiones y que dispone de un mecanismo de by-pass para asegurar que el izado de la compuerta pueda realizarse bajo presiones equilibradas. Asimismo, aguas abajo de las compuertas se ha dispuesto un sistema de aireación formado por dos tuberías de 2,00 de diámetro.

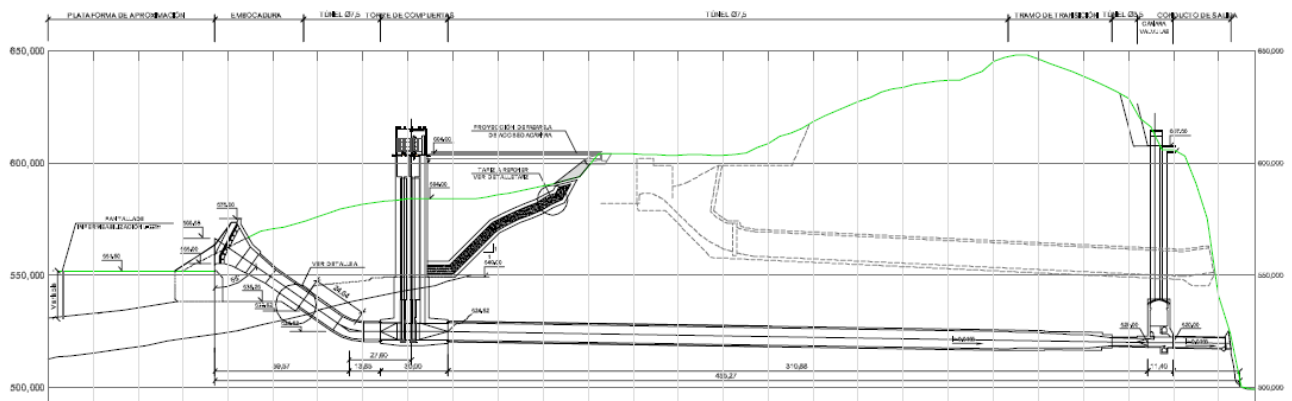
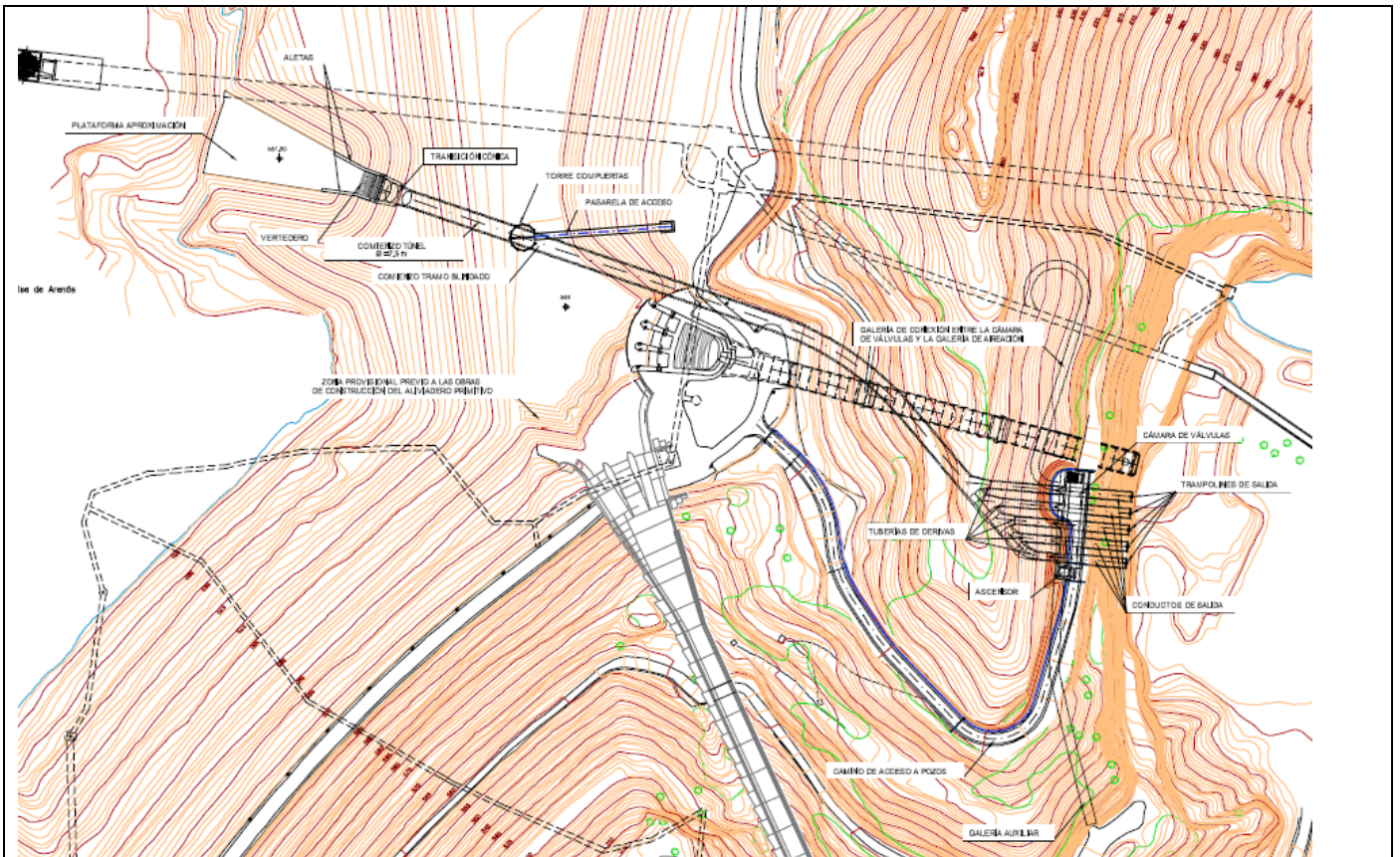
El tramo de conducción de desagüe correspondiente a la torre de compuertas tiene una longitud de 30 m, de los cuales los primeros 7,50 m y los 12,50 finales corresponden a las transiciones de entrada y salida de la torre y las cuales pasan de una sección circular de diámetro 7,50 m a una rectangular de dimensiones similares a las de la compuerta.

Aguas abajo de la torre de compuertas la conducción mantiene la sección circular de 7,50 m de diámetro interior, pero además lleva un revestimiento metálico formado por una chapa de acero de 20 mm de espesor reforzada por rigidizadores colocados con una separación de 2,75 m. La longitud de este tramo es de 247,50 m y finaliza en las cinco tuberías de derivación que llegan a las compuertas de regulación.

Las cinco tuberías de derivación tienen un diámetro de 3,50 m, disponiéndose al final de las mismas un tramo de 4,50 m de transición a una sección cuadrada de 3,50 m x 3,50 m. Tras esta transición se dispone otra con una longitud de 3,10 m para pasar a una sección rectangular de 3,50 m x 3,00 m. En este punto se localizan las compuertas de regulación de los caudales de desagüe, las cuales son de tipo radial de 6 m de radio.

Las compuertas y sus accionamientos se alojarán en una cámara de compuertas excavada en calizas con dimensiones interiores de 8,00 m x 43,25 m y a la cual se adosarán los pozos de aireación, un pozo de acceso dotado de escaleras y montacargas y un pozo para la entrada y salida de maquinaria y equipos. El acceso a la cámara podrá realizarse a través del pozo de acceso mencionado o bien a través de una nueva galería que conectará la cámara con una galería existente que sirve de aireación a las válvulas del desagüe de fondo

Los caudales desaguados a través de las compuertas serán lanzados directamente a través de unas galerías de 23,0 m de longitud y de sección abovedada de 4,50 m de ancho por 4,50 m de altura. Estas galerías trabajarán en lámina libre y al final de la misma se dispondrá un elemento deflector que se encargará de esparcir y emulsionar la lámina de agua para amortiguar su impacto sobre el cauce



### Obras de mejora del aliviadero primitivo

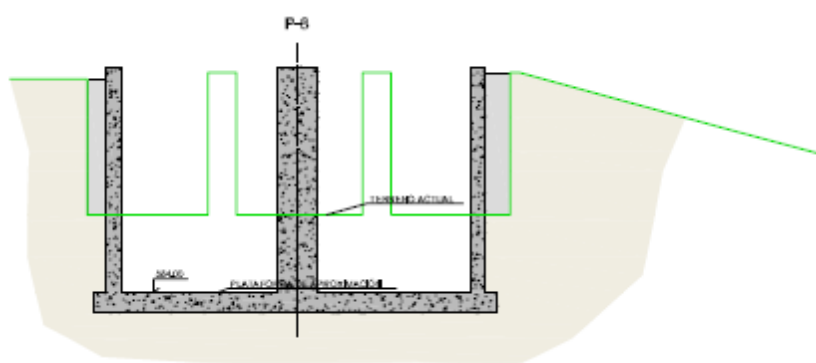
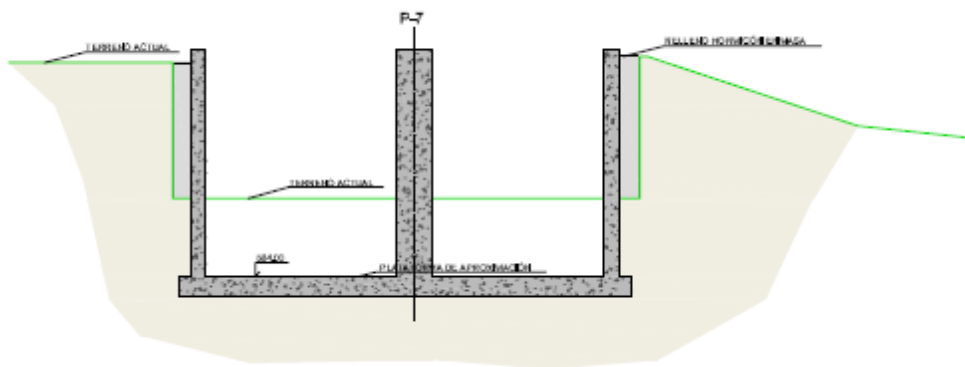
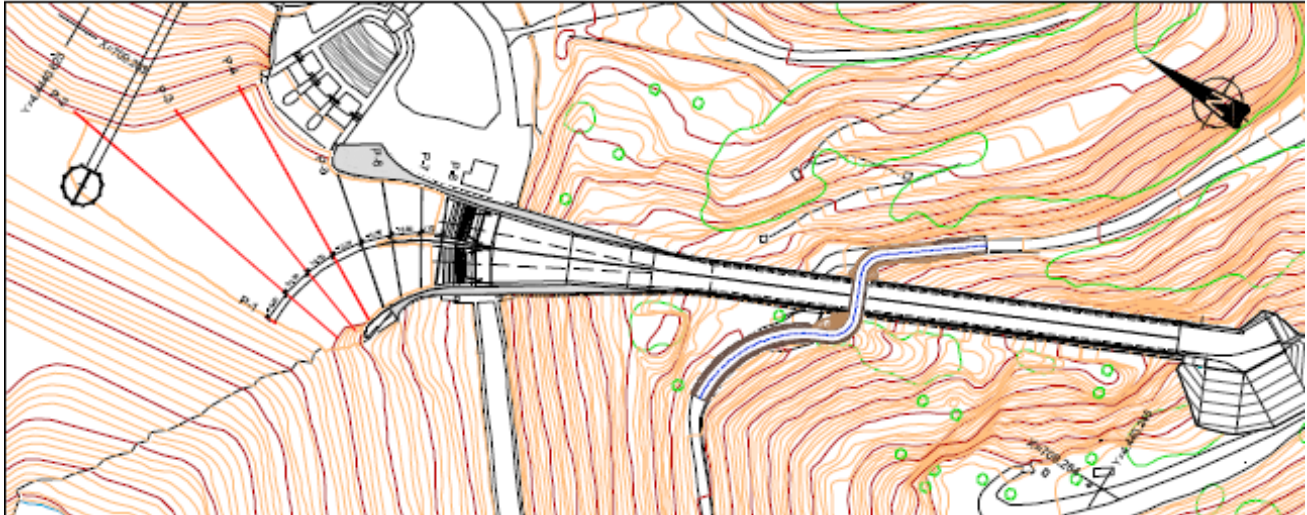
El aliviadero primitivo es de tipo superficial y está situado en la margen izquierda de la cerrada a continuación del cuerpo de presa. Inicialmente fue el aliviadero principal hasta que por numerosos problemas de tipo geológico, estructural e hidráulico se construyó un nuevo aliviadero en túnel y paso a ser secundario.

Consta de una embocadura de planta trapecial de tres vanos de 9,00 m cada uno, con umbrales de perfil Creager, estando dotados de compuertas Taintor el vano central y el derecho. A una distancia de 20 m del umbral, se inicia un canal convergente de transición entre la embocadura y el canal de desagüe el cual tiene una longitud de 64 m, una pendiente longitudinal de un 24,87% y una anchura variable de 28,7 m a 10 m. Finalmente, el canal de desagüe tiene una anchura constante de 10 m, y esta compuesto de un primer tramo de 136 m con pendiente del 27,59 % y un segundo tramo de 24 m con pendiente del 18%, al final del cual se dispone el trampolín de lanzamiento para reincorporar los caudales al río Mijares.

Para la ampliación de la capacidad de desagüe de este aliviadero, se ha previsto la construcción de una estructura interior a la existente, en la que se diferenciarán cuatro tramos: Zona de aproximación, embocadura, canal convergente y canal de ancho constante.

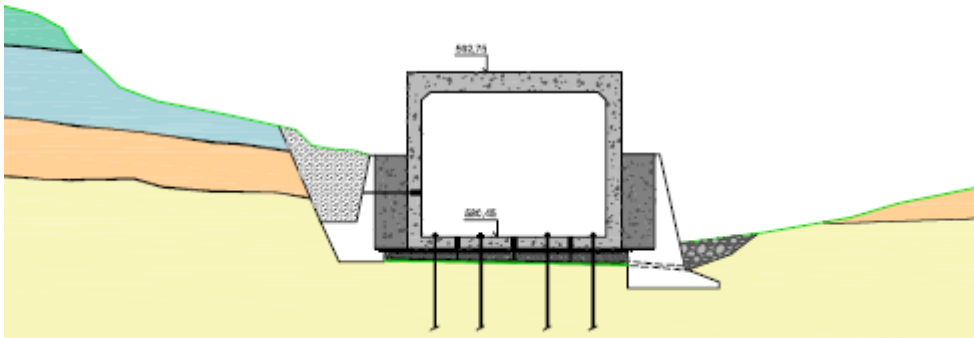
Las obras en la zona de aproximación tienen como objetivo principal repartir proporcionalmente el flujo entre los dos

aliviaderos existentes, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento hidráulico de ambos. Para ello se construirá en la zona anterior a los labios de vertido una plataforma para conseguir que las velocidades de aproximación sean lo más bajas posibles y lograr así un reparto adecuado de los caudales. Las obras en esta zona se completan con la prolongación de los cajeros del aliviadero hacia el vaso y con la construcción de una pila divisoria de 41 m de longitud en sustitución de las dos existentes actualmente.

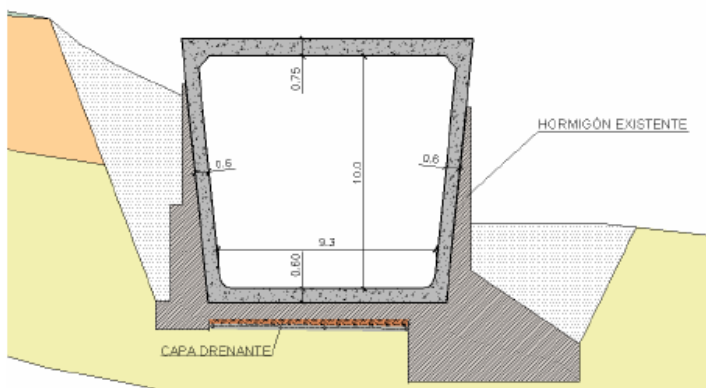


Las obras de embocadura correspondientes al labio de vertido y al tramo inicial de aceleración consisten en la ejecución de unos nuevos cajeros interiores a los actuales para una mejor alimentación del vertedero, la modificación del perfil de vertido por uno de tipo Bradley, cuyo umbral estará situado a la misma cota que el del perfil del aliviadero principal, y finalmente la instalación de dos compuertas Taintor de 12 m de ancho cada una.

En cuanto al canal convergente, está prevista la ejecución de nuevos cajeros interiores a los actuales para configurar un canal de longitud similar al existente, con un ancho de 27 m en su inicio y 9 m en su final. Los últimos 49 m del canal se cubrirán para evitar vertidos y salpicaduras a la presa mediante un marco de hormigón con hastiales de 1 m de espesor y un dintel de 1,30 m de canto.



En cuanto al canal de desagüe, se reducirá su ancho a 9 m y se cubrirá en toda su longitud mediante un marco cuyos hastiales tendrán un espesor de 0,80 m y el canto del dintel 0,75 m. Al final del canal, se situará un deflector para desviar los vertidos y que no impacten en la ladera opuesta.

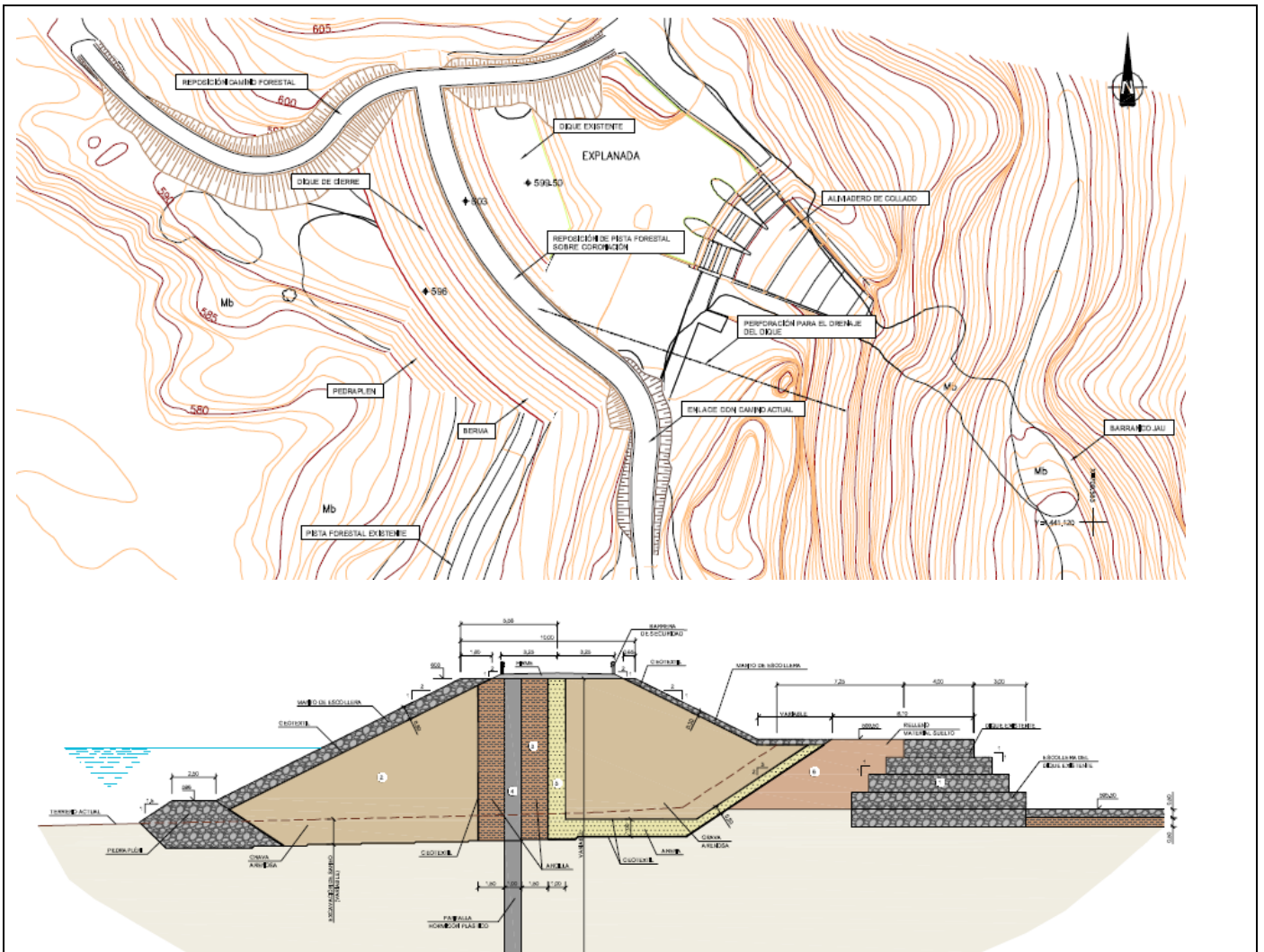


### Dique de cierre de Collado

Las obras a ejecutar en esta zona consisten en la construcción de un nuevo dique ubicado aguas arriba del existente y sobre el que va apoyado, de manera que clausure el actual aliviadero. Su tipología es de materiales sueltos con núcleo vertical de arcilla, espaldones de grava arenosa y dispone en su eje de una pantalla de hormigón plástico de 1 m de espesor para asegurar la impermeabilidad. El talud de aguas arriba va recubierto por una escollera de rip rap de 0,80 m de espesor, mientras que el de aguas abajo está recubierto de escollera en un espesor de 0,3 m.

El ancho de coronación del dique es de 10 m, y aguas arriba se dispone una berma de 2,5 m de anchura situada 6 m por debajo del nivel de coronación. Los taludes previstos aguas arriba son de 2H:1V hasta la berma, y de 1,5H:1V a partir de ella, mientras que aguas abajo, el talud es constante de 2H:1V.

Se contempla la ejecución de una pantalla de hormigón para impermeabilización de 140 m y profundidad y situada a 2 m de distancia del eje del dique hacia el embalse.



### Acondicionamiento de órganos de desagüe, instalaciones y accesos.

Para dar cumplimiento a la actual normativa del Reglamento de Seguridad de Presas y de las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, así como subsanar los defectos de estado de las instalaciones existentes y mejorar el funcionamiento general de la presa, la actuación contempla la ejecución de las siguientes obras:

- Coronación:

Se ha previsto el reasfaltado del camino de coronación para lo que se escarificará el actual firme y se colocará una capa de mezcla bituminosa en caliente tipo S-12 de 5 cm de espesor, así como la ejecución de un sistema de drenaje mediante un caz de hormigón.

También se ha previsto el acondicionamiento de la barandilla de protección del camino de coronación que comprenderá la ejecución de un cordón de soldadura en los puntos necesarios y el lijado y posterior pintado de todos los elementos metálicos.

- Aliviadero principal:

En este elemento se ha previsto la sustitución de la actual barandilla situada alrededor del túnel del aliviadero por otra de mayor altura y más tupida, así como la instalación de nuevos accesos, en concreto pasarelas, para poder realizar el mantenimiento de los elementos móviles y focos de iluminación.

Además se prevé la colocación de extintores, la instalación en la caseta de maniobra del aliviadero principal de alumbrado de emergencia y señalización y la colocación de una protección mecánica para evitar el vandalismo en las canalizaciones eléctricas e hidráulicas.

- Aliviadero de collado:

La actuación contempla el acondicionamiento del camino de acceso para lo que se escarificará el actual firme previa limpieza y tala de arbustos y raíces, se colocará una capa de zahorra y una de mezcla bituminosa, se instalarán barreras de seguridad y finalmente se acondicionará la cuneta triangular de tierra existente.

- Tomas de riego:

En la toma de riego intermedia la actuación prevé condenar su embocadura, la galería aguas arribas y el pozo de acceso. En la toma inferior se contempla la reparación del camino de acceso y la limpieza del cuentón de guarda de este camino desde la presa hasta la pasarela de acceso a la cámara de aireación de riego, que comunica con la cámara de seguridad de la toma inferior de riego. Además se instalará una pasarela para dar continuidad al pasillo de la galería de esta toma, se sustituirá la escalera existente y se colocarán sensores de gas para evitar posibles combustiones en el interior de la cámara de compuerta de regulación y de la cámara de compuerta de seguridad.

- Desagüe de fondo:

Se contempla la solución de los problemas de estanqueidad en las gomas y retenes de los elementos electromecánicos, el acondicionamiento e instalación de sensores de gas de la cámara de llaves, la reforma de la losa del pontón de acceso y el acondicionamiento del camino de acceso a la salida del desagüe con una capa de zahorra y una de mezcla bituminosa en caliente.

- Galerías:

En los accesos a la galería perimetral se ha previsto la demolición de la actual caseta de acceso de la margen izquierda y la construcción de una nueva, reponiendo la zodiac existente y dotando a las instalaciones de un vehículo para su transporte.

En la galería perimetral se adecuarán las escaleras metálicas y de obra a la normativa, reparando escalones, sustituyendo tramos deteriorados, anclando mediante soldaduras las escaleras, pasamanos y barandillas sueltas, colocando bandas de material antideslizante en peldaños y colocando las placas identificativas de situación deterioradas.

En la galería de desagüe se cambiarán los apoyos y abrazaderas de la tubería de desagüe dañadas y se repondrán los aforadores que actualmente están deteriorados.

Finalmente se sustituirán las bombas centrifugas de eje horizontal del pozo de bombeo y se mejorará la instalación del pozo de drenaje y se instalarán nuevos conductos de impulsión.

- Edificios:

La actuación tiene previsto reparar el edificio de explotación, así como el del módulo reducido dotándolo de cerramiento e instalación eléctrica para su iluminación y para el funcionamiento de la bomba de agua existente. También se contempla reparar el sistema de abastecimiento de agua de los edificios de oficina y vivienda, adecuando la captación del manantial existente en el estribo derecho y renovando la conducción hasta el depósito y acondicionamiento el acceso a la misma.

- Instalaciones eléctricas:

La mejora de las instalaciones eléctricas consiste en la ampliación de la potencia del transformador a 160 KVA, así como la automatización del arranque del grupo electrógeno de la margen izquierda en caso de fallo de suministro en la red.

Además, se adaptará toda la instalación eléctrica de baja tensión de las galerías al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Real Decreto 842/2002) e Instrucciones Técnicas Complementarias y se sustituirá la instalación eléctrica del embalse aumentando la luminosidad en las instalaciones de la presa e instalando alumbrado de emergencia.

- Comunicaciones:

Se mejorará el sistema de vigilancia del embalse, aumentando el número de cámaras de vigilancia en el interior de

las galerías y salas, se resolverán los problemas existentes en las líneas telefónicas y se instalará la señalización de seguridad y salud en todo el embalse.

### **Estabilidad de las laderas del vaso**

Actualmente, como elementos de control de la estabilidad de las laderas del embalse, la presa de Arenós dispone de 13 tuberías inclinométricas, 3 piezómetros abiertos y 14 puntos de control mediante GPS. Como medida de actuación para controlar la estabilidad de las laderas se pretende dotar a la presa de instrumentación adicional que complemente la existente o la sustituya en casos de deficiencia o escasa precisión.

Los equipos a instalar consistirán en 23 puntos de control GPS con lecturas automáticas y 5 inclinómetros para el control de los movimientos superficiales y profundos y toma de datos de velocidades de posibles deslizamientos, 6 piezómetros abiertos para controlar el nivel piezométrico en los sondeos mediante tuberías ranuradas y 6 piezómetros de cuerda vibrante para el control de la presión intersticial a través de transductores.

### **Auscultación y tratamiento de cimentación de la margen derecha.**

En la actualidad la toma de datos de la auscultación de la presa se limita, en la coronación, a la nivelación de la misma; en las secciones de la presa, a la lectura de piezómetros y células de presión total del núcleo; en las galerías, a la toma de los niveles de drenes y piezómetros abiertos, a la lectura de los piezómetros de cuerda vibrante, al aforo de las filtraciones y a la medición de juntas; y, en el aliviadero principal y laderas de los estribos, a la lectura de inclinómetros.

La actuación contempla el aumento de los elementos de auscultación y control de filtraciones, para lo que se recuperarán los drenes y piezómetros no operativos a lo largo de las galerías mediante reperforación de los mismos, se recuperarán los aforadores no operativos, se colocarán 6 nuevos en aquellas zonas no controladas de la galería de la margen derecha y se instalarán 3 piezómetros de cuerda vibrante a diferentes cotas para la medida de presiones intersticiales en esta misma galería.

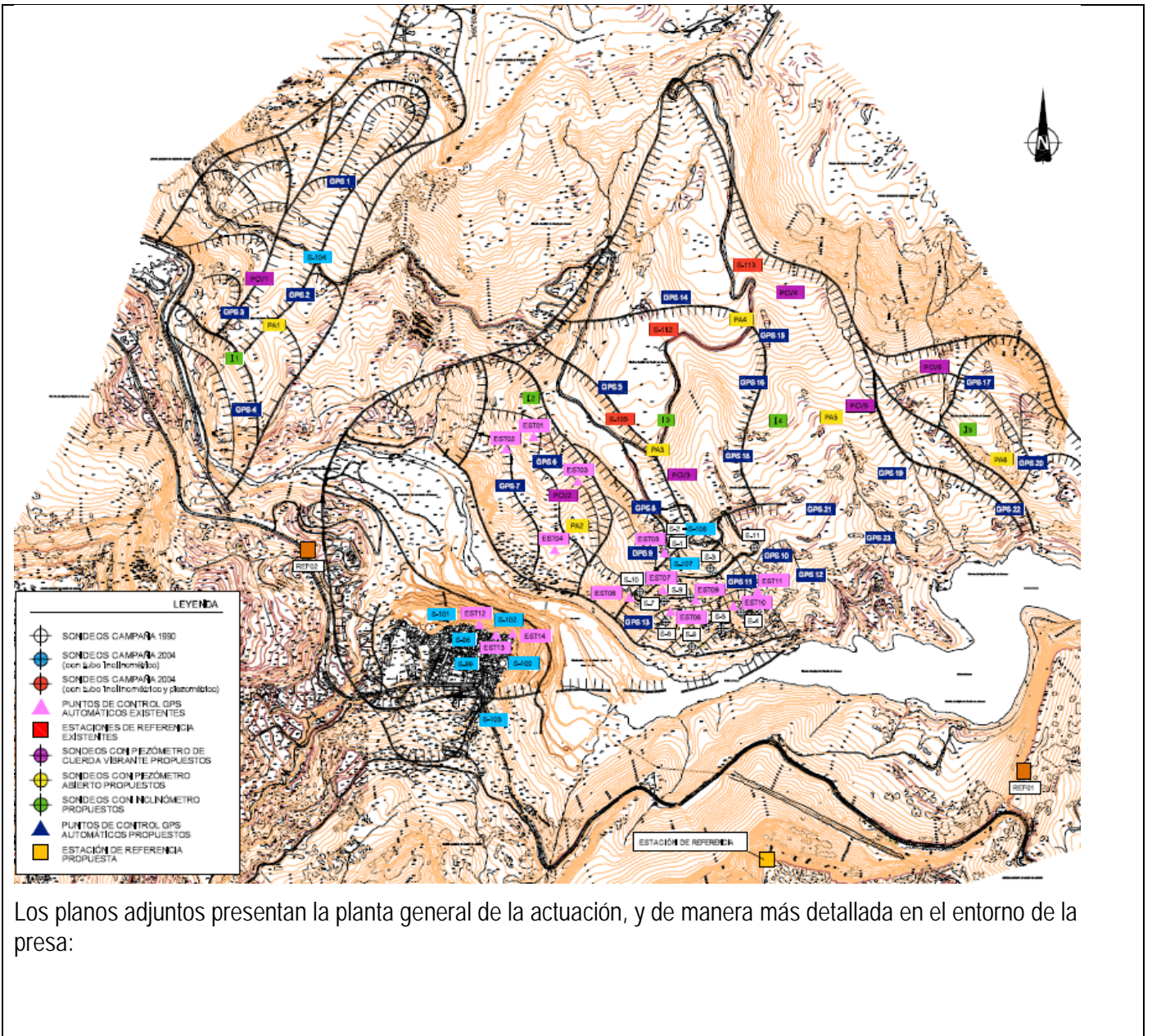
Por otra parte, se realizará una campaña de inyecciones en el estribo derecho de la presa, al comienzo de la galería de drenaje perimetral que rodea la misma por su paramento de aguas arriba. Las inyecciones se realizarán en la zona situada entre la falla caseta y la falla tijera entre los tres primeros pozos existentes. Tras la realización de las inyecciones se realizará una reperforación de aquellos drenes que hayan sido obstruidos por las mismas.

En el tramo que separa los pozos 1 y 2 se actuará en 4 secciones, separadas entre sí una distancia de 2,5 m. En cada una de dichas secciones se realizarán 3 inyecciones hasta una profundidad de 16 m medidos desde la base de la galería con ángulos de inclinación con la vertical de 45°, 22,5° y 0°.

En el tramo que separa los pozos 2 y 3 se actuará en 3 secciones, separadas también entre sí 2,5 m, realizándose en este caso 3 inyecciones en cada sección hasta una profundidad de 8 m con ángulos de inclinación similares al tramo anterior.

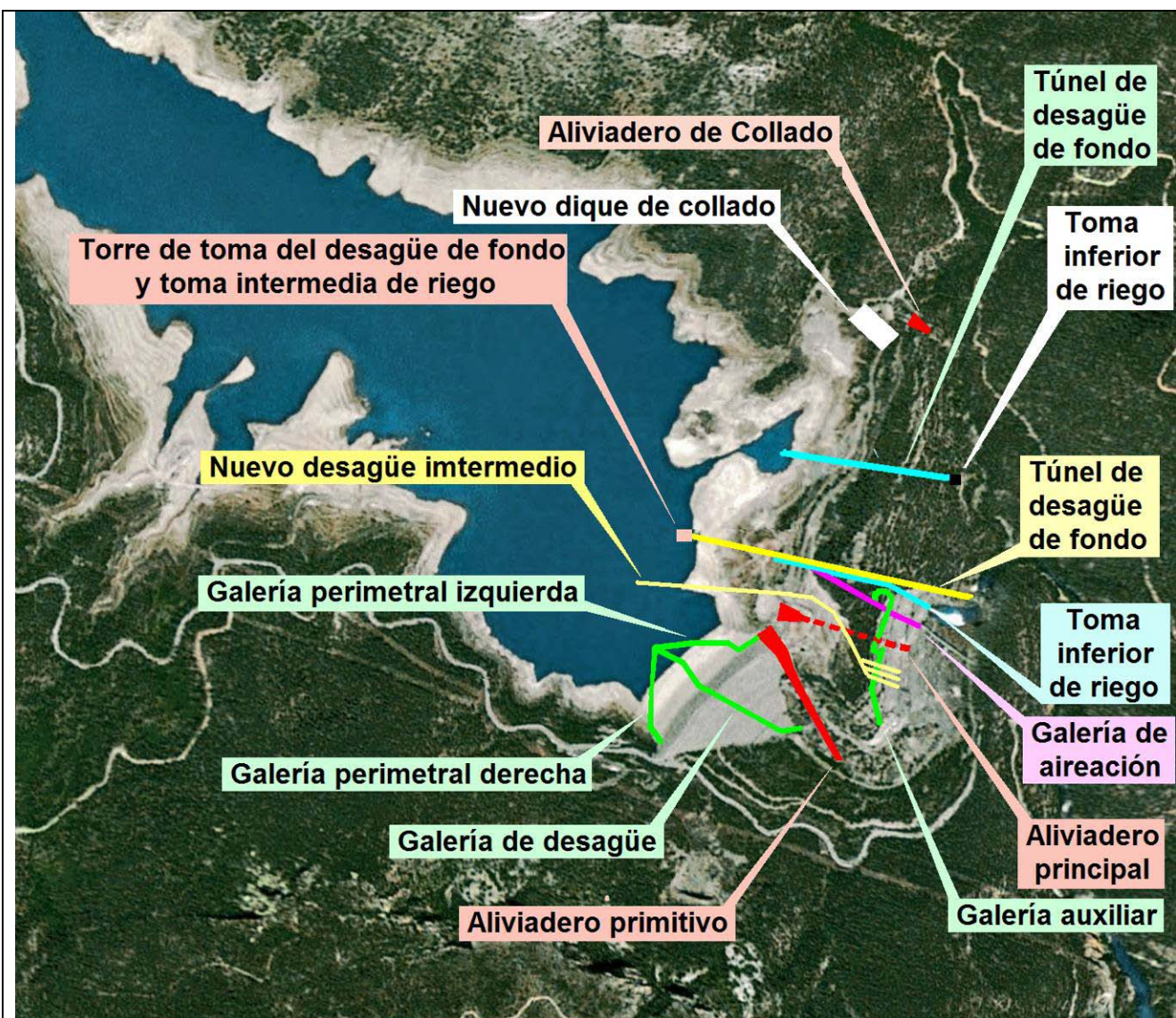
Por otra parte, partiendo del pozo 1 y siguiendo un trazado paralelo a la carretera que va a Puebla de Arenoso, se realizan una serie de inyecciones verticales de 15 m de profundidad separadas entre sí una distancia de 3 m hasta superar la falla tijera. Una vez superada esta falla, el trazado se dispone perpendicular a la carretera hasta atravesarla.





Los planos adjuntos presentan la planta general de la actuación, y de manera más detallada en el entorno de la presa:





#### 4. EFICACIA DE LA PROPUESTA TÉCNICA PARA LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS

La propuesta técnica adoptada es eficaz para el cumplimiento del objetivo planteado, el cual consiste en adecuar el embalse de Arenós de forma que este cumpla con los requerimientos exigidos en el Reglamento técnico de Seguridad de Presas.

##### 1. Alternativas posibles para un análisis comparado de coste eficacia

Con el fin de determinar las soluciones óptimas para dar cumplimiento al objetivo planteado se han estudiado diferentes alternativas para los siguientes aspectos de la actuación:

- Desagüe intermedio
- Aliviadero primitivo
- Dique de cierre de collado

##### Desagüe intermedio

En el "Estudio de la laminación de avenidas en el Embalse", realizado en septiembre de 2005, se concluyó que para que la avenida extrema ( $T=10.000$  años) no produzca desbordamientos por coronación, es necesario, además de ampliar la capacidad del aliviadero primitivo, construir un aliviadero adicional similar al principal. Sin construir un aliviadero adicional, no se consigue evitar el desbordamiento por coronación en el caso de avenida extrema, aun estando el embalse vacío.

Entre las soluciones estudiadas se encuentra la de recrecer la presa permitiendo mayor capacidad de embalse, solución que ha sido descartada, ya que incluso en este caso no sería posible garantizar que tanto el aliviadero primitivo como el principal puedan seguir desaguando con las leyes obtenidas de los ensayos.

Para dar solución a este aspecto de la actuación se han planteado como alternativas la construcción de un aliviadero adicional y la construcción de un desagüe intermedio, dividiéndose a su vez cada una de ellas en dos, en función de su ubicación.

##### Construcción de un aliviadero adicional

Esta alternativa consiste en la construcción de un aliviadero adicional de características similares al aliviadero principal, es decir un aliviadero en túnel de 11 m de diámetro y embocadura de tres vanos de 8 m con compuertas. Se han estudiado para esta alternativa dos posibles ubicaciones:

- La primera ubicación (Aliviadero adicional Norte) sitúa el aliviadero con características similares a las del aliviadero principal entre la toma intermedia de riego y el desagüe de fondo. El túnel a realizar tendría una longitud total de 390 m, y en su salida se dispondría un diente dissipador para provocar la apertura del chorro de salida.
- La segunda ubicación (Aliviadero adicional Sur) plantea situar un aliviadero con características similares a las del aliviadero principal entre la toma inferior de riego y la galería de aireación. El túnel a realizar tendría una longitud total de 315 m, y en su salida se dispondría un diente dissipador de energía, restituyéndose las aguas al río antes del estrechamiento que presenta éste, en las proximidades del puente de acceso a la cámara de aireación.

La determinar la alternativa óptima se ha realizado una valoración de aspectos técnicos, económicos y ambientales.

### Construcción de un desagüe intermedio

Esta alternativa plantea la construcción de un desagüe intermedio que domine gran parte del volumen del embalse, cuya embocadura se sitúe en las proximidades del desagüe de fondo y su trazado se desarrolle en túnel. Para su trazado se han contemplado dos posibles soluciones.

En la primera solución (Desagüe intermedio norte), discurriría en planta paralelo al actual aliviadero principal, disponiéndose cinco conductos de salida bajo la salida de dicho aliviadero. La longitud total del desagüe sería de 485 m, y el mismo contaría con cinco conductos de salida cuyo eje central coincidiría con el eje del aliviadero principal. La restitución al río se produciría en el frente de cantera situado bajo la actual salida del aliviadero principal, en las proximidades del puente de acceso a la cámara de aireación.

En la segunda solución (Desagüe intermedio sur), la longitud total sería de 476 m y dispondría también de cinco conductos de salida que se situarían desplazados aguas arriba del aliviadero principal, con su eje ligeramente oblicuo con respecto al eje del mismo. La restitución de caudales al río se realizaría en el frente de cantera situado bajo la actual salida del aliviadero principal, aguas arriba de éste.

Para determinar la alternativa óptima, se ha realizado una comparación de las mismas, considerando como factores de comparación el factor geológico, el factor ambiental, el factor funcional y el factor económico, a los cuales se la han asignado coeficientes de ponderación vinculados al grado de importancia de cada uno de ellos.

### Aliviadero primitivo

Para resolver los problemas que presenta el aliviadero primitivo, se han propuesto dos alternativas, de las cuales la segunda consta a su vez de tres variantes. Las alternativas contempladas han sido las que se describen a continuación:

#### Alternativa 1: Reducción de la capacidad de desagüe.

Esta alternativa plantea la supresión de los dos vanos laterales del aliviadero, manteniendo el vano central y su compuerta correspondiente, disponiendo un nuevo canal de descarga dentro del primitivo, con una sección reforzada y eliminando la convergencia del tramo inicial del canal de descarga.

#### Alternativa 2: Aumento de la capacidad de desagüe.

De un estudio realizado en 1969 mediante un modelo a escala reducida, se dedujo que era posible aumentar la capacidad del aliviadero primitivo mediante la construcción de botaolas en los cajeros de descarga. Para el desarrollo de esta alternativa se han contemplado tres posibilidades.

- Alternativa 2.1. Reconstrucción de solera y cajeros actuales para dotarlos con botaolas sin aumentar la anchura del aliviadero actual.
- Alternativa 2.2. Construcción de una nueva solera y cajeros con botaolas aumentando la anchura del aliviadero actual
- Alternativa 2.3. Construcción de un marco en el canal de descarga utilizando como encofrados los actuales cajeros

Para determinar la alternativa óptima, se ha realizado una comparación de las mismas, considerando como factores de comparación el factor geológico, el factor ambiental, el factor funcional, el factor constructivo, el factor de seguridad y el factor económico, a los cuales se la han asignado coeficientes de ponderación vinculados al grado de importancia de cada uno de ellos.

### Dique de cierre de collado

Para la resolución de la problemática existente en este punto, la actuación ha contemplado las siguientes alternativas:

Alternativa 1: Esta alternativa contempla permitir en situación extrema el vertido de caudales por el área del collado antes que se produzca el vertido por coronación de la presa principal. Para ello se propone la construcción de un dique fusible con dos secciones tipo diferenciadas dependiendo del terreno sobre el que se cimienten.

Alternativa 2: Esta alternativa considera evitar el vertido de caudales en situación extrema hacia el barranco de Jau.

Para ello se construiría una presa de materiales sueltos con núcleo impermeable cuya coronación sería de aproximadamente 130 m de longitud y se situaría a la misma cota que la de la presa de Arenós.

Alternativa 3: Esta alternativa propone el acondicionamiento del actual aliviadero para su uso como aliviadero regulado. Para ello se dotaría a éste con tres compuertas que regulen el vertido por todos los vanos, de manera que se evite la masiva circulación del agua produciendo erosiones y socavamientos. La actuación se completaría con el acondicionamiento de la zona mediante el desbroce y reparación de elementos dañados y el camino existente, así como la demolición del dique existente y su traslado a vertedero.

Para determinar la alternativa óptima, se ha realizado una comparación de las mismas, considerando como factores de comparación el factor geológico, el factor ambiental, el factor funcional y el factor económico, a los cuales se la han asignado coeficientes de ponderación vinculados al grado de importancia de cada uno de ellos.

2. Ventajas asociadas a la actuación en estudio que le hacen preferible a las alternativas posibles citadas:

### Desagüe intermedio

Del estudio de alternativas realizado se desprende que la alternativa óptima es la alternativa correspondiente al desagüe intermedio sur. Las ventajas que presenta esta alternativa frente a las restantes es que desde el punto de vista geológico tiene mejores calidades geológicas y geotécnicas, que permiten una mayor estabilidad en la ejecución del túnel.

En lo relativo al aspecto ambiental no se produce impacto adicionales a los ya existentes, ya que la salida de caudales se realiza en la plataforma de la antigua cantera, mientras que, desde el punto de vista funcional, permite desaguar junto con los otros elementos el caudal de la avenida extrema, permitiendo también una mejor gestión del embalse al estar situada la cota de la embocadura entre la de los desagües de fondo y la de los aliviaderos.

### Aliviadero primitivo

Del estudio de alternativas realizado se desprende que la alternativa óptima es la alternativa 2.3, correspondiente al aumento de la capacidad de desagüe mediante la construcción de un marco en el canal de descarga.

Esta alternativa presenta la ventaja frente a las restantes de mejorar la capacidad del actual aliviadero, con un menor impacto sobre las laderas adyacentes al utilizar el actual canal como elemento de recepción del marco. Asimismo, confiere una mayor seguridad de funcionamiento frente a otras soluciones ya que no permite el rebosamiento del canal, evitando posibles socavamientos de las laderas, siendo, además, la más económica de las alternativas que no reducen la capacidad de desagüe.

### Dique de cierre de collado

Del estudio de alternativas realizado, se deduce que la alternativa más adecuada es la consistente en la construcción de una presa para inhabilitar el aliviadero existente.

La adopción de esta solución se fundamenta en los siguientes motivos:

- La solución basada en la construcción de un dique fusible no produce ventajas en relación con el descenso de los niveles máximos alcanzados por el embalse, teniendo el inconveniente de originar incertidumbres de índole geológica, ambiental e hidráulicas diferentes de controlar.
- La alternativa 3 consistente en el acondicionamiento del aliviadero actual existente, además de los problemas que conlleva el vertido de caudales por el mismo, su aportación a la evacuación de avenidas no es importante.



## 5. VIABILIDAD TÉCNICA

Para poder dar cumplimiento al objetivo de esta actuación, consistente en adecuar el embalse de Arenós de forma que este cumpla con los requerimientos exigidos en el Reglamento técnico de Seguridad de Presas, es preciso garantizar que la misma cumple con los aspectos que se describen a continuación:

a) Que el desagüe intermedio previsto sea suficiente para aumentar la capacidad de desagüe actual de la presa, y para evitar el desbordamiento por coronación ante la avenida extrema ( $T=10.000$  años).

Para lograr este propósito, se ha comprobado que la capacidad de descarga del nuevo desagüe intermedio es suficiente para desaguar el caudal correspondiente a la avenida extrema. Esta justificación se ha realizado considerando las pérdidas de carga por rozamiento y las pérdidas de carga localizadas generadas por las características del conducto, utilizando en la determinación de todas ellas coeficientes del lado conservador; esto es, que proporcionan unos caudales de desagüe menores.

Asimismo se ha realizado un cálculo estructural de los elementos que componen el desagüe intermedio, su embocadura, la reja de entrada, la torre y sus pasarelas de acceso, la cámara de compuertas y el blindaje del túnel.

Para el caso particular del túnel se ha realizado un estudio minucioso en función de las características geológicas y geotécnicas del terreno para determinar el diseño óptimo, así como el proceso constructivo más adecuado para el mismo, habiéndose realizado también un estudio tenso-deformacional de las excavaciones para evaluar la estabilidad de las mismas

b) Que la futura capacidad hidráulica del actual aliviadero pueda aumentar la seguridad global de la presa frente a avenidas.

Se ha realizado un estudio de la capacidad de desagüe del vertedero previsto, determinando los caudales desaguados para las cotas características del embalse.

Para determinar la altura necesaria del marco de cerramiento del propio canal y sus dimensiones se ha realizado un cálculo del perfil hidráulico del canal de descarga por dos métodos.

- Utilizando como modelo hidráulico el programa HEC-RAS (versión 3.1.1- mayo de 2003), desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers,
- Determinando el perfil de la lámina de agua mediante el balance de la energía en secciones sucesivas.

Además de los cálculos hidráulicos descritos, se ha realizado el cálculo estructural de todos los elementos que componen el aliviadero, incluyendo los micropilotes de recalce para el mismo, y los anclajes en el aliviadero primitivo. También ha sido considerada la influencia en la estabilidad de este último de todas las obras a ejecutar.

c) Que el dique a construir para el cierre del aliviadero del collado garantice que en situación extrema no se vierten caudales hacia el Barranco de Jau.

Se ha realizado un estudio de estabilidad del dique a construir, mediante el método Bishop, habiéndose analizado la estabilidad de 4 secciones tipo para tres casos diferentes. El caso de estabilidad previo a la construcción de la pantalla de hormigón y sin nivel de agua, el caso de estabilidad una vez construida la pantalla de hormigón, con el nivel de agua situado a la cota 599 y finalmente el caso de estabilidad una vez

construida la pantalla de hormigón plástico, con el nivel de agua situado a la cota 601,5.

El proyecto incluye la propuesta de clasificación del dique del Collado de la presa de Arenós en función del riesgo potencial en caso de rotura del nuevo dique, de acuerdo con lo establecido en el punto 3.5 de la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones y resolución de la Subdirección general de infraestructuras y tecnología del Ministerio de Medio Ambiente aceptando la clasificación propuesta.

d) Que el sistema de auscultación adicional en la ladera izquierda frente a Puebla de Arenoso sirva para evaluar y controlar los deslizamientos potenciales de la misma.

Mediante los equipos de auscultación instalados será posible disponer con una periodicidad acorde con el intervalo de tiempos que se desee (más intenso en período de lluvias y llenados del embalse) una lectura de los movimientos de la ladera, que permita tomar las medidas oportunas de estabilización, refuerzo, o desembalse, en caso de que se detecte algún síntoma de comienzo de desestabilización en la ladera

Además de todo lo expuesto anteriormente, se ha realizado una adecuación provisional de las normas de explotación de la presa y del embalse, así como del plan de emergencia, de manera que en las mismas se recogen las nuevas condiciones generadas por las obras a realizar por la actuación.

La actuación objeto de este análisis cumple con los requerimientos establecidos de contenido desde el punto de vista funcional y legal según el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (memoria con sus correspondientes anejos, planos y presupuesto).



## 6. VIABILIDAD AMBIENTAL

### Descripción del marco ambiental del proyecto:

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto se localizan entre los términos municipales de Montanejos y Puebla de Arenoso, en la provincia de Castellón y consisten en diversas obras para la reparación y/o modificación de los dispositivos de regulación y control del vertido de desagüe del embalse de Arenós.

El motivo del presente proyecto es la adaptación a las exigencias del Reglamento Técnico de Seguridad de Presas (aprobado por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996), que afectan al funcionamiento del embalse puesto que la inestabilidad de las laderas del vaso limita actualmente el nivel máximo de la lámina de agua.

Mediante la ejecución de las obras de adaptación a las indicaciones del Reglamento de Seguridad, se restablecerá la capacidad inicial de la presa para la que fue diseñada, permitiendo tener una disponibilidad adicional de 15 hm<sup>3</sup> de volumen de embalse, ya que se conseguirá aumentar la cota normal de explotación de la cota 577,5 a la cota 585.

A continuación se enumeran las actuaciones diseñadas, que se encuentran ubicadas en el entorno de la presa y en las laderas frente a Puebla de Arenoso, en la margen izquierda del embalse.

- Aumento de la capacidad de desagüe del aliviadero primitivo mediante la modificación de la embocadura y la construcción de un marco en el canal de descarga.
- Construcción de una presa de cierre en el collado de margen izquierda.
- Auscultación de laderas mediante la instalación de sondeos y GPS.
- Adecuación y renovación de elementos de presa.
- Construcción de un desagüe intermedio.

La zona de actuación se encuentra en la cuenca del Río Mijares, bajo la gestión de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Geomorfológicamente, la evolución de las laderas ha desarrollado numerosos fenómenos de inestabilidad en el vaso del Embalse de Arenós y su entorno próximo, observándose procesos de inestabilidad que han provocado desde pequeños desprendimientos de rocas hasta grandes deslizamientos que movilizan varios miles de metros cúbicos de tierras. Cabe indicar que el vaso y la presa de Arenós están incluidos en el Lugar de Interés Comunitario (LIC) "Curso Alto del Río Millars".

Mediante la ejecución de los trabajos de adecuación morfológica del terreno se conseguirá estabilizar las superficies inestables. Además, la mayoría de los trabajos previstos se realizarán sobre infraestructura existente, minimizando la nueva ocupación de terreno. Para reducir el riesgo de erosión en los casos en los que se ocupa terreno forestal, se ha previsto también la construcción de cunetas, hidrosiembras y plantaciones.

En cuanto a los trabajos de restauración de espacios de ocupación temporal por obras, se han contemplado tratamientos de mejora de suelo y revegetación creando zonas de matorral arbolado y pastizal en superficies desprovistas de cobertura vegetal.

Finalmente, para la actuación proyectada, se valora como compatible el impacto generado por las obras sobre el medio natural de la zona, siempre que se cumplan las medidas preventivas y correctoras propuestas en la documentación ambiental. También se contempla la aplicación de un Programa de Vigilancia y Control Ambiental durante los procesos constructivos que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas previstas.

1. ¿Afecta la actuación a algún LIC o espacio natural protegido directamente (por ocupación de suelo protegido, ruptura de cauce, etc) o indirectamente (por afección a su flora, fauna, hábitats o ecosistemas durante la construcción o explotación por reducción de aportes hídricos, creación de barreras, etc.)?

**A. DIRECTAMENTE**

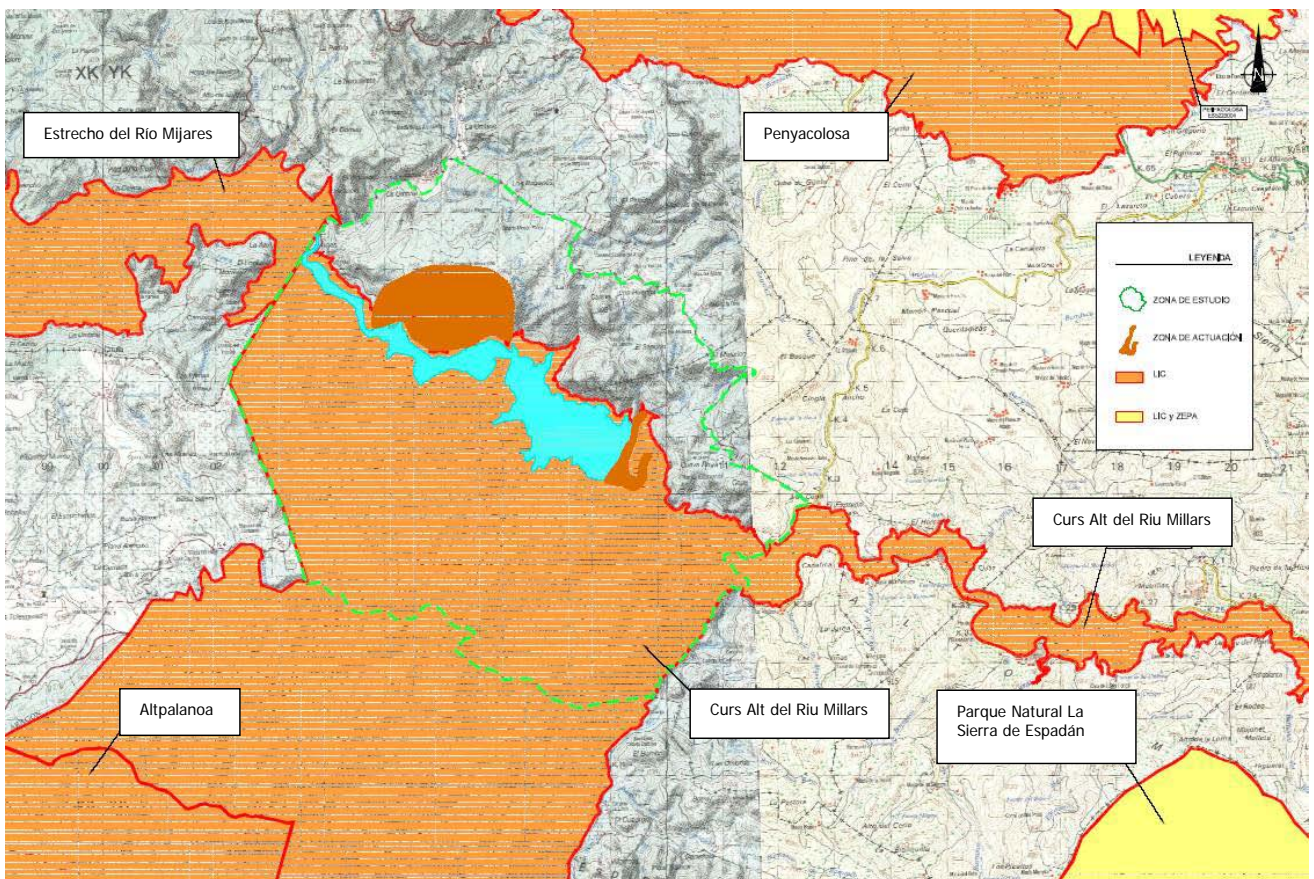
- a) Mucho
- b) Poco
- c) Nada
- d) Le afecta positivamente

**B. INDIRECTAMENTE**

- a) Mucho
- b) Poco
- c) Nada
- d) Le afecta positivamente

**Medio terrestre:**

El vaso y la presa de Arenós están incluidas en el Lugar de Interés Comunitario “Curso Alto del Río Millars” (Código ES5222004). Dicho espacio comprende la zona fluvial del tramo alto y medio del río Millars, además de la zona montañosa de la cabecera, catalogado por el interés de sus ecosistemas forestales.



A continuación se enumeran los hábitats de interés comunitario (HIC) identificados en el ámbito de estudio. Cabe indicar que ninguno de ellos está catalogado como prioritario, además de que no se prevén afecciones significativas sobre los mismos.

Hábitat de Interés Comunitario	Código UE	Recubrimiento
<i>Melico minutae-Saturejetum fruticosae</i>	8210	≤ 25 %
<i>Violo willkommii-Querquetum faginae</i>	9240	25 / 50 %
<i>Chaenorhino crassifolii-Sarcocapnetum enneaphyllae</i>	8210	≤ 25 %
<i>Potametum colorati Allorge</i>	3150	≤ 25 %
<i>Potamion</i>	3150	≤ 25 %
<i>Rubo ulmifolii-Corarietum myrtifoliae</i>	5110	40 / 50 %
<i>Brachypodium phoenicoides</i>	9240	≤ 5 %
<i>Populion albae</i>	92A0	40 / 70 %

Por otro lado, aguas abajo de la zona de actuación, en la margen derecha y a unos 2 kilómetros de la presa en dirección Sur, se encuentra la microreserva del Barranco de Maimona. Debido a la distancia a la que se encuentra, no se prevé ninguna afección sobre este espacio protegido.

Finalmente, el monte en el que queda incluida la presa y su entorno es de utilidad pública y propiedad de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Respecto a las afecciones sobre los espacios de interés cabe destacar que la ocupación de terrenos de obra se concentra en espacios degradados en el momento de la construcción de la presa, como el vaso y la antigua cantera que actualmente sufre procesos de compactación e impermeabilidad. Por lo tanto, la superficie afectada no será lo suficientemente extensa como para que la destrucción de los hábitats sea decisiva para las especies presentes en la zona. Además, el aumento de la lámina de agua hasta la cota proyectada (585 m) no supondrá la pérdida de superficie por ocupación de hábitats naturales de interés comunitario.

Cabe indicar que, ante la presencia de espacios protegidos en el entorno de la zona de actuación, en el Estudio de Impacto Ambiental se han propuesto las medidas preventivas y correctoras necesarias para la minimización de los efectos, incluyendo un proyecto de restauración vegetal de las zonas ocupadas temporalmente durante las obras.

#### Medio acuático:

La creación de una nueva cola del embalse por el aumento de la lámina de agua supondrá una modificación del régimen de corrientes aguas arriba, lo que implica un desplazamiento a favor del régimen léntico. De este modo, disminuirá inevitablemente el hábitat acuático de aguas rápidas, aunque hay que indicar que se trata de ecosistemas sobre los que ya existen aumentos en la altura de la lámina de agua por la presencia de una estación de aforos y por los vertidos de la Central hidroeléctrica de "Los Cantos", que en ocasiones hacen aumentar la lámina de agua.

- Si el proyecto ha sido sometido a un proceso reglado de evaluación ambiental se determinarán los trámites seguidos, fecha de los mismos y dictámenes. (*Describir*):

La tramitación ambiental se inició con la presentación de la Memoria Resumen el 1 de diciembre de 2005 por parte del organismo promotor (ACUAMED) al órgano competente, sometiéndose al proceso de consultas previas a diferentes administraciones y organismos.

Posteriormente, en fecha de 12 de julio de 2006 se publica la resolución por la que se establece el sometimiento del proyecto a evaluación de impacto ambiental.

En noviembre de 2007 comenzó el período de información pública del proyecto constructivo y de su estudio de impacto ambiental. El plazo finalizó el 10 de diciembre de 2007. La Secretaría de Estado de Cambio Climático mediante resolución de 8 de mayo de 2009 emitió la Declaración de Impacto Ambiental del proyecto.

### 3. Impactos ambientales previstos y medidas de corrección propuestas (*Describir*).

#### **Impactos significativos:**

Mediante la adecuación del embalse de Arenós se conseguirá recuperar la capacidad para la que se diseñó la presa en origen (hace unos treinta años), que actualmente presenta una limitación del nivel máximo debido a la inestabilidad de las laderas del vaso. De esta manera, se permitirá disponer de unos 15 hm<sup>3</sup> anuales adicionales, aumentando así las reservas de agua en la zona.

Cabe indicar que las obras previstas no implican un cambio de gestión en la explotación de la presa, lo que supone que no se modificarán los regímenes de caudales aguas abajo. Por el contrario, con el aumento de la lámina de agua se producirá un efecto de cambio de régimen rápido a léntico que se desplazará unos 1.000 m aguas arriba, aún dentro del área inundable por la presa. Esta situación puede suponer una cierta alteración de los hábitats acuáticos presentes, aunque con la aplicación del conjunto de medidas propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental, junto con la realización del Plan de Vigilancia, se reducirá la caracterización del impacto.

#### **Impactos generales:**

Las principales afecciones ambientales se producirán en la fase de obras, siendo de carácter general y propias de cualquier obra de naturaleza similar. Globalmente, los impactos producidos son temporales, y se consiguen evitar o minimizar con la aplicación de las medidas preventivas y correctoras propuestas.

A continuación se exponen los principales impactos producidos por la actuación y las medidas preventivas y correctoras previstas.

ELEMENTO DEL MEDIO	IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS Y RIESGOS AMBIENTALES	FASE DE APARICIÓN	MEDIDAS PROPUESTAS
ATMÓSFERA	EMISIÓN DE CONTAMINANTES GASEOSOS E INCREMENTO DE PARTÍCULAS EN EL AIRE	Fase de obra	Medidas preventivas adoptadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Riego periódico de los caminos no pavimentados.</li> <li>- Transporte de materiales susceptibles de emitir polvo tapados con lonas ajustables.</li> <li>- Cumplimiento de lo reglamentado en la ITV, evitando sobrepasar la fecha límite para cada vehículo.</li> <li>- Limitación de la velocidad de circulación de vehículos.</li> </ul>
GEA Y SUELO	GESTIÓN DE TIERRAS SOBRANTES	Fase de obra	Medidas preventivas y correctoras adoptadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reutilización de los materiales procedentes de excavaciones para rellenos de la propia obra.</li> <li>- La gestión de excedentes de tierras se someterá a lo dispuesto en el Decreto 200/2004 de 1 de octubre del Consell de la Generalitat Valenciana.</li> <li>- Delimitación de los perímetros de obra.</li> <li>- Recuperación y reutilización de la tierra vegetal.</li> <li>- Descompactación de las zonas de ocupación.</li> </ul>
	OCUPACIÓN DEL SUELO		
HIDROLOGÍA	ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR VERTIDOS ACCIDENTALES	Fase de obra	Medidas preventivas y correctoras adoptadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de una línea de barreras de sedimentos entre la zona de obras y el cauce.</li> <li>- Instalaciones para el desbaste y la decantación de sólidos (balsas) en las embocaduras de los túneles, zonas de instalaciones etc.</li> <li>- Garantizar el drenaje superficial de las aguas hacia los cauces.</li> </ul>
	ALTERACIÓN DEL RÉGIMEN DE CAUDALES Y AUMENTO DE LA LÁMINA DE AGUA	Fase de funcionamiento	
VEGETACIÓN	ELIMINACIÓN DE LA VEGETACIÓN PRODUCIDA POR EL DESPEJE Y DESBROCE	Fase de obra	Medidas preventivas y correctoras: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jalonamiento y recubrimiento de tronco de los ejemplares arbóreos dispersos en los márgenes de la zona de obras.</li> <li>- Restauración vegetal de las zonas de obra.</li> <li>- Respetar la vegetación existente que no se encuentre afectada por las obras.</li> </ul>
FAUNA	ALTERACIÓN DE HÁBITATS Y HUÍDA DE ANIMALES	Fase de obra	Medidas preventivas y correctoras: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimiento de un calendario de voladuras y coordinación del Plan de Obra con los periodos de cría y reproducción de las especies relevantes de la zona.</li> </ul>
PAISAJE	ALTERACIÓN VISUAL DEL PAISAJE	Fase de obra y funcionamiento	Medidas preventivas y correctoras: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revegetación en taludes de acceso al dique de cierre de collado y en el área adyacente.</li> <li>- Revegetación de los terrenos ocupados por zonas auxiliares.</li> <li>- Adecuación de accesos a la plataforma en zona de vertido del desagüe intermedio.</li> </ul>
SOCIOECONÓMICO	AFECCIÓN A LOS BIENES DE INTERÉS CULTURAL	Fase de obra	Medidas preventivas y correctoras: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguimiento arqueológico de las obras.</li> </ul>
	MOLESTIAS A LA POBLACIÓN	Fase de obra	Medidas preventivas y correctoras: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ordenación y señalización de los accesos.</li> <li>- Limitación de la velocidad dentro de las poblaciones.</li> <li>- Reducción del paso de vehículos los fines de semana y en los periodos de fiestas.</li> </ul>

Adicionalmente a lo anterior se incluirá información relativa al cumplimiento de los requisitos que, para la realización de nuevas actuaciones, establece la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE). Para ello se cumplimentarán los apartados siguientes:

4. Cumplimiento de los requisitos que para la realización de nuevas actuaciones según establece la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE)

*Para la actuación considerada se señalará una de las dos siguientes opciones.*

- a. La actuación no afecta al buen estado de las masas de agua de la Demarcación a la que pertenece ni da lugar a su deterioro
- b. La actuación afecta al buen estado de alguna de las masas de agua de la Demarcación a la que pertenece o produce su deterioro

*Si se ha elegido la primera de las dos opciones (no afección o deterioro), se incluirá, a continuación, su justificación, haciéndose referencia a los análisis de características y de presiones e impactos realizados para la demarcación.*

Justificación: La realización de la actuación no afectará al estado de las masas de agua puesto que las obras de adecuación del embalse de Arenós no implican el cambio de gestión en la explotación de la presa.

*En el caso de haberse señalado la segunda de las opciones anteriores (afección o deterioro de las masas de agua), se cumplimentarán los tres apartados siguientes aportándose la información que se solicita.*

4.1 Las principales causas de afección a las masas de agua son (*Señalar una o varias de las siguientes tres opciones*).

- a. Modificación de las características físicas de las masas de agua superficiales.
- b. Alteraciones del nivel de las masas de agua subterráneas
- c. Otros (*Especificar*): \_\_\_\_\_

Justificación:

4.2. La actuación se realiza ya que (*Señalar una o las dos opciones siguientes*):

- a. Es de interés público superior
- b. Los perjuicios derivados de que no se logre el buen estado de las aguas o su deterioro se ven compensados por los beneficios que se producen sobre (*Señalar una o varias de las tres opciones siguientes*):

- a. La salud humana
- b. El mantenimiento de la seguridad humana
- c. El desarrollo sostenible

Justificación:

4.3 Los motivos a los que se debe el que la actuación propuesta no se sustituya por una opción medioambientalmente mejor son (*Señalar una o las dos opciones siguientes*):

- a. De viabilidad técnica
- b. Derivados de unos costes desproporcionados

Justificación:

## 7. ANALISIS FINANCIERO Y DE RECUPERACION DE COSTES

*Este análisis tiene como objetivo determinar la viabilidad económica de la actuación, considerando el flujo de todos los ingresos y costes (incluidos los ambientales recogidos en las medidas de corrección y compensación que se vayan a establecer) durante el periodo de vida útil del proyecto. Se analizan asimismo las fuentes de financiación previstas de la actuación y la medida en la que se espera recuperar los costes a través de ingresos por tarifas y cánones; si estos existen y son aplicables.*

*Para su realización se deberán cumplimentar los cuadros que se exponen a continuación, suministrándose además la información complementaria que se indica.*

### 1. Costes de inversión totales previstos.

Costes de Inversión	Total (Miles de Euros)
Terrenos	0,00
Construcción	40.599,95
Equipamiento	3.963,97
Asistencias Técnicas	2.474,74
Tributos	0,00
Otros	727,03
IVA	-
<b>Total</b>	<b>47.765,69</b>

### 2. Plan de financiación previsto

FINANCIACION DE LA INVERSIÓN	Total (Miles de Euros)
Aportaciones Privadas (Usuarios)	
Presupuestos del Estado	
Fondos Propios (Sociedades Estatales)	6.527,90
Préstamos	7.978,55
Fondos de la UE	33.259,28
Aportaciones de otras administraciones	0,00
Otras fuentes	0,00
<b>Total</b>	<b>47.765,73</b>

3. Costes anuales de explotación y mantenimiento previstos

Costes anuales de explotación y mantenimiento	Total (Miles de Euros)
Personal	41,25
Energéticos	39,41
Reparaciones	233,18
Administrativos/Gestión	134,74
Financieros	89,77
Otros	0,00
<b>Total</b>	<b>538,35</b>

4. Si la actuación va a generar ingresos, realice una estimación de los mismos en el cuadro siguiente:

Ingresos previstos por canon y tarifas (según legislación aplicable)	Total (Miles de Euros)
Uso Agrario	0,00
Uso Urbano	0,00
Uso Industrial	0,00
Uso Hidroeléctrico	0,00
Otros usos	39.624,30
<b>Total</b>	<b>39.624,30</b>

5. A continuación explique como se prevé que se cubran los costes de explotación y mantenimiento para asegurar la viabilidad del proyecto:

En el estudio económico se incluyen como ingresos la recuperación íntegra de los costes de explotación.



## 8. ANÁLISIS SOCIO ECONÓMICO

*En la medida de lo posible, describa los impactos socioeconómicos de la actuación en los apartados siguientes:*

1. ¿Cuál de los siguientes factores justifica en mayor medida la realización de la actuación (si son de relevancia semejante, señale más de uno)?

- a. Necesidades de nuevas aportaciones hídricas para abastecer a la población
- b. Necesidades de nuevas aportaciones hídricas para la agricultura
- c. Aumento de la producción energética
- d. Necesidades de nuevas aportaciones hídricas para la actividad industrial o de servicios
- e. Aumento de la seguridad frente a inundaciones
- f. Necesidades ambientales

2. La explotación de la actuación, en su área de influencia, favorecerá el aumento de:

- a. La producción
- b. El empleo
- c. La renta
- d. Otros \_\_\_\_\_

Justificar: Se incrementará la disponibilidad de agua para los regantes a que abastece la presa, lo que puede garantizar e incluso aumentar la producción agrícola.

3. Otras afecciones socioeconómicas que se consideren significativas (*Describir y justificar*).

a. Únicamente se producirán afecciones durante la construcción de las obras, con el impacto positivo temporal que tienen en la economía de la zona.

b.  
.....

Justificar:

4. ¿Existe afección a bienes del patrimonio histórico-cultural?

- a. Si, muy importantes y negativas
- b. Si, importantes y negativas
- c. Si, pequeñas y negativas
- d. No
- e. Si, pero positivas

Justificar: No se ven afectados bienes del patrimonio histórico-cultural.

## 9. CONCLUSIONES

*Incluya, a continuación, un pronunciamiento expreso sobre la viabilidad del proyecto y, en su caso, las condiciones necesarias para que sea efectiva, en las fases de proyecto o de ejecución.*

El proyecto es:

1. Viable

**De acuerdo con lo expuesto en los puntos anteriores, se concluye que la Actuación "3.1.h Adecuación del embalse de Arenós" es viable desde los puntos de vista, económico, técnico, social y ambiental, siempre que se cumplan las prescripciones del proyecto y de la Declaración de Impacto Ambiental correspondiente**

2. Viable con las siguientes condiciones:

a) En fase de proyecto

Especificar: \_\_\_\_\_

b) En fase de ejecución

Especificar: \_\_\_\_\_

3. No viable



Fdo.:

Nombre: Mario Araus Gozalo

Cargo: Gerente de Estrategia y Planificación

Institución: Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A.



**Informe de Viabilidad correspondiente a:**

Título de la actuación: **ADECUACIÓN DEL EMBALSE DE ARENÓS (CASTELLÓN)**

Informe emitido por: **Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A.**

En fecha: **DICIEMBRE 2013**

El informe se pronuncia de la siguiente manera sobre la viabilidad del Proyecto:

- Favorable  
 No favorable

¿Se han incluido en el informe condiciones para que la viabilidad sea efectiva en fase de proyecto o de ejecución?

- No  
 Si (especificar):

**Resultado de la supervisión del Informe de Viabilidad**

El informe de viabilidad arriba indicado

- Se aprueba por esta Secretaría de Estado de Medio Ambiente, autorizándose su información pública, sin condicionantes
- Se aprueba por esta Secretaría de Estado de Medio Ambiente, autorizándose su información pública, con los siguientes condicionantes:
- ✓ Se realizara un control ambiental que minimice los efectos de las actuaciones previstas en la vegetación natural.
  - ✓ El depósito de los materiales procedentes de las actuaciones se realizará en vertederos autorizados, según la legislación vigente.
  - ✓ Las tarifas a aplicar a los usuarios se atenderán a la legislación vigente y tenderán a una recuperación de los costes asociados.
- No se aprueba por esta Secretaría de Estado de Medio Ambiente. El Órgano que emitió el informe deberá proceder a replantear la actuación y emitir un nuevo informe de viabilidad.

Madrid, a *10 de Diciembre* de 2013  
EL JEFE DE SERVICIO

*Miguel Francés*  
Miguel Francés Mahamud

EL SUBDIRECTOR GENERAL DE  
INFRAESTRUCTURAS Y TECNOLOGIA

*Antonio J. Alonso Burgos*  
Antonio J. Alonso Burgos

LA DIRECTORA GENERAL DEL AGUA

*Liána Ardiles López*  
Liána Ardiles López

EL SECRETARIO DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

*Federico Ramos de Armas*  
Federico Ramos de Armas

16 DIC 2013