

**INFORME DE VIABILIDAD**  
**PROYECTO DE PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE.**  
**(ZG/LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA Y OTROS)**

**INFORME DE VIABILIDAD DEL PROYECTO DE PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE. (ZG/LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA Y OTROS)**

El presente informe de viabilidad se redacta de acuerdo con 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, que añade un nuevo apartado 5 en el artículo 46 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, en el que, entre otros extremos, se determina que, con carácter previo a la ejecución de obras de interés general, deberá elaborarse un informe que justifique su viabilidad económica, técnica, social y ambiental, incluyendo un estudio específico sobre la recuperación de los costes.

Adjunto se remite, por tanto, el citado informe, para su aprobación por la superioridad.

<b>DATOS BÁSICOS</b>
----------------------

<i>Título de la actuación:</i>
--------------------------------

PROYECTO DE PROYECTO DE PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE. (ZG/LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA Y OTROS)
---

<i>En caso de ser un grupo de proyectos, título de los proyectos individuales que lo forman:</i>

<i>Nombre y apellidos persona de contacto</i>	<i>Dirección</i>	<i>e-mail</i>	<i>Teléfono</i>	<i>Fax</i>
RAIMUNDO LAFUENTE DIOS	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. Pº SAGASTA 24-28. 50071 ZARAGOZA	rlafuente@chebro.es	976-711000	976-221993

*El envío debe realizarse, tanto por correo ordinario como electrónico, a:*

- ***En papel (copia firmada) a***

*Gabinete Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad  
Despacho A-305  
Ministerio de Medio Ambiente  
Pza. de San Juan de la Cruz s/n  
28071 MADRID*

- ***En formato electrónico (fichero .doc) a:***

sgtyb@mma.es

## 1. OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN.

*Se describirá a continuación, de forma sucinta, la situación de partida, los problemas detectados y las necesidades que se pretenden satisfacer con la actuación, detallándose los principales objetivos a cumplir.*

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

- a) Falta de garantía en los suministros de riego en la zona media y baja del Jalón.
- b) Agotamiento del acuífero de Alfamén, denominado actualmente Unidad Hidrogeológica Campo de Cariñena.
- c) Desprotección frente avenidas en el río Grío, aguas abajo de la partida de Mularroya
- d) Falta de un caudal de mantenimiento en el río Grío, aguas abajo de la partida de Mularroya.

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

- a) Aumentar la regulación del río Jalón, consiguiendo de esta forma aumentar las garantías de suministro de agua para abastecimiento, riego y otros usos en el eje del Jalón en su tramo medio y bajo.
- b) Conseguir recursos para aumentar la superficie de riego en la zona media y baja del Jalón de acuerdo al Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro.
- c) Contribuir a la recarga del acuífero de Alfamén, denominado actualmente Unidad Hidrogeológica Campo de Cariñena.
- d) Laminar avenidas en el río Grío, aguas abajo de la partida de Mularroya
- e) Asegurar un caudal de mantenimiento del río de acuerdo a su régimen estacional.

## 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 planificación hidrológica vigente.*

En concreto, conteste a las cuestiones siguientes, justificando, en todo caso, la respuesta elegida:

1. ¿La actuación contribuye a la mejora del estado ecológico de las masas de aguas superficiales, subterráneas, de transición o costeras?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Aumentará el nivel piezométrico en la Unidad Hidrogeológica Campo de Cariñena.

Asegurará un caudal de mantenimiento de acuerdo a su régimen estacional en el río Grío

2. ¿La actuación contribuye a la mejora del estado de la flora, fauna, hábitats y ecosistemas acuáticos, terrestres, humedales o marinos?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación no tiene por objeto la mejora de ecosistemas, si bien algunos de los efectos, como la recuperación del acuífero de Campo de Cariñena y la garantía de un caudal permanente en el río Grío, puede llevar asociada una mejora en ciertos ecosistemas (como el ribereño en el río Grío). En contraposición, si bien determinadas actuaciones pueden suponer un riesgo de deterioro de los ecosistemas circundantes, como la construcción del azud de toma en el río Jalón, el estudio realizado demuestra que los efectos previstos no generan impactos de importancia, especialmente tras la aplicación de las correspondientes medidas protectoras y correctoras.

3. ¿La actuación contribuye a la utilización más eficiente (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 de agua)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación implicará una renovación de las redes de distribución en las zonas directamente afectadas por la actuación, ya sean éstas de riego como e abastecimiento.

La carga hidrostática proporcionada por el embalse, proporciona presión natural para riegos muchos más eficientes en las zonas suministradas desde él. La eficiencia del riego en goteos llegará al 95% y en aspersión se encontrará entre el 75 y el 80%.

Esta mejora en la eficiencia del riego se traduce en que para la misma dotación de agua a aportar el cultivo, dotación de 9.319 m<sup>3</sup>/ha/año, el agua neta que va a aprovechar la planta será mucho mayor disminuyendo el estrés hídrico de la misma notablemente, sin necesidad de incrementar la dotación anual.

4. ¿La actuación contribuye a promover una mejora de la disponibilidad de agua a largo plazo y de la sostenibilidad de su uso?
- a) Mucho
  - b) Algo
  - c) Poco
  - d) Nada
  - e) Lo empeora algo
  - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Uno de los objetivos del embalse es contribuir a aumentar la regulación de los recursos del río Jalón. Dado el volumen de embalse tiene carácter de elemento regulador hiperanual, con lo cual queda asegurada con más del 95% de garantía la disposición de recursos a largo plazo.

En segundo termino está previsto que contribuya a la recarga continua de la Unidad Hidrogeológica Campo de Cariñena, lo que contribuirá a su sostenibilidad a largo plazo.

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
  - e) Lo empeora algo
  - f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Si bien no incide directamente en la disminución de vertidos, si incide en la mejora de la calidad del las aguas por disminución sensible de la carga contaminante debido a la dilución de ésta en un mayor volumen de agua:

- i. En el río Jalón esta asegurado un caudal en los tramos medio y bajo, debido al caudal de mantenimiento en el río y a los retornos de riego que aumentarán significativamente, al aumentar las garantías de suministro.
- ii. En el río Grío además de ubicarse el embalse, se contará un caudal de

- mantenimiento, de acuerdo al régimen estacional del río.
- iii. En la Unidad Hidrogeológica se va a mantener el nivel piezométrico (volumen de agua) a pesar de los consumos directos.

6. ¿La actuación contribuye a la reducción de la explotación no sostenible de aguas subterráneas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Contribuirá a mantener el nivel piezométrico en el acuífero, asegurando por tanto su sostenibilidad sin que además se resientan las explotaciones.

7. ¿La actuación contribuye a la mejora de la calidad de las aguas subterráneas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Como ya se ha explicado en la respuesta 5, la actuación aumentará el volumen almacenado por el acuífero pudiendo disminuir la concentración de contaminantes.

8. ¿La actuación contribuye a la mejora de la claridad de las aguas costeras y al equilibrio de las costas?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La actuación se enmarca dentro del ámbito continental

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

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

El río Grío donde se sitúa la presa de Mularroya, no tiene en la actualidad ninguna obra de regulación, por lo que la presencia de esta presa contribuirá de forma significativa a laminar las avenidas de este río.

El volumen de embalse que en principio se prevé para laminación de avenidas es el 20 % del total.

10. ¿La actuación colabora a la recuperación integral de los costes del servicio (costes de inversión, explotación, ambientales y externos)?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La recuperación de costes en este tipo de obras se considera a largo plazo.

11. ¿La actuación contribuye a incrementar la disponibilidad y regulación de recursos hídricos en la cuenca?

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Dado que apenas existe regulación en el río Jalón en comparación con los recursos hídricos de que dispone, la actuación contribuye de forma decisiva a la disponibilidad de recursos de la cuenca.



12. ¿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
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Contribuye de forma clara a la disponibilidad de recursos hídricos a lo largo de los cauces del río Jalón y el río Grío.

Contribuye a una gestión sostenible de la Unidad Hidrogeológica Campo de Cariñena.

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

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

La obra asegura una garantía de suministro del 100 % a los abastecimientos subsidiarios de la misma. Esta agua además, como se ha explicado en el punto 5, llegará a las infraestructuras locales de potabilización con una sensible menor carga contaminante.

14. ¿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
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Como ya se ha comentado el río Grío, no dispone en la actualidad de ninguna obra de laminación ante avenidas, por lo que la construcción de la presa mejorará significativamente la laminación de avenidas disminuyendo volúmenes y caudales.

La obra dispone del correspondiente Plan de Emergencia para dar cumplimiento a lo establecido, por una parte, en la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones, aprobada por acuerdo del Consejo de Ministros de 31 de enero de 1995, publicada en el B.O.E. de 14 de febrero del mismo año, y por otra parte, en el Reglamento Técnico de Seguridad de Presas y Embalses, aprobado por orden Ministerial de

12 de marzo de 1996, publicada en el B.O.E. de 30 de marzo del mismo año.

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

- a) Mucho
- b) Algo
- c) Poco
- d) Nada
- e) Lo empeora algo
- f) Lo empeora mucho

Justificar la respuesta:

Se emplearon para su cálculo varios métodos: un porcentaje del caudal medio interanual, el análisis del caudal mínimo que permita la vida y freza de los peces, etc. Se adoptó una distribución mensual correspondiente al resultado mayor obtenido por los distintos métodos, que fue aceptado por el Organismo ambiental competente.

16. ¿Con cuál o cuáles de las siguientes normas o programas la actuación es coherente?

- a) Texto Refundido de la Ley de Aguas
- b) Ley 11/2005 por la que se modifica la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional
- c) Programa AGUA
- d) Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE)

Justificar la respuesta:

- a) La actuación está declarada de interés general en virtud de lo dispuesto en el artículo 36 y Anexo II de la Ley 10/2001, del Plan Hidrológico, siendo coherente con el Refundido de la Ley de Aguas que en su artículo 46.1 a) establece que tendrán tal consideración las obras que sean necesarias para regulación y conducción del recurso hídrico, al objeto de garantizar la disponibilidad y aprovechamiento del agua en toda la cuenca.
- b) La actuación está incluida en el Anexo II de la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional y en la Ley 11/2005 que la modifica.
- c) Este proyecto es coherente con el programa AGUA en cuanto a que contribuye a la explicación y difusión de la actuación que pretende mejorar la gestión y utilización de los recursos hídricos
- d) Es coherente con la Directiva Marco del Agua ya que contribuye a garantizar el suministro suficiente de agua en buen estado, tal como requiere un uso de agua sostenible, equilibrado y equitativo.

*En el caso de que se considere que la actuación no es coherente con este marco legal o de programación, se propondrá una posible adaptación de sus objetivos.*

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

*Se sintetizará a continuación la información más relevante de forma clara y concisa. Incluirá, en todo caso, la localización de la actuación, un cuadro resumen de sus características más importantes y un esquema de su funcionalidad.*

#### DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LAS OBRAS

##### INTRODUCCIÓN

El sistema de regulación del Bajo Jalón lo integran la Presa de Mularroya en el río Grío, el azud de derivación en el río Jalón y el túnel de trasvase que conecta el vaso del embalse creado por el azud con el vaso del embalse de la Presa de Mularroya.

El sistema conjunto regula los caudales generados por una cuenca de 7.008 km<sup>2</sup>, con una aportación media anual de 315,57 Hm<sup>3</sup> que se traduce en un caudal medio de 10,01 m<sup>3</sup>/s. El volumen medio anual trasvasado rondará los 58,76 Hm<sup>3</sup>. Con las necesidades de agua consideradas de 9.319 m<sup>3</sup>/Ha. y año, se podrán regar un total de 26.340 Ha. en el Bajo Jalón, en los Términos Municipales de Alagón, Alcalá, Alfamén, Almonacid, La Almunia de Dña. Godina, Alpartir, Bárboles, Bardallur, Cabañas de Ebro, Calatorao, Cariñena, Consuenda, Chodes, Epila, Figueruelas, Grisén, La Joyosa, Lucena, Luceni, Lumpiaque, Pedrola, Pinseque, Plasencia, Pleitas, Ricla, Rueda, Salillas, Sobradriel, Torres de Berrellén, Urrea, Utebo y Zaragoza.

Además se garantiza el abastecimiento a las poblaciones, la demanda industrial y el caudal ecológico en el río Jalón y en el río Grío.

El conjunto de las obras proyectadas son las siguientes:

- Azud de derivación.
- Túnel de trasvase.
- Presa de Mularroya.
- Variantes de carretera y reposición de caminos.

##### AZUD DE DERIVACIÓN

###### Generalidades

El azud de derivación se localiza en el río Jalón, en la zona de las Hoces del Jalón.

La estructura se sitúa aguas arriba de la pedanía de Embid de la Ribera, a no más de 2 km. de distancia de la localidad y unos 700 m. aguas abajo de la Central Hidroeléctrica de Embid de la Ribera, propiedad de Eléctricas Reunidas de Zaragoza.

El embalse creado afecta al Término Municipal de Calatayud e inunda una superficie de 10,1 Has., con un volumen de 0,262 Hm<sup>3</sup> al máximo nivel normal, cota 490 m. El vaso inundado afecta a pequeñas huertas de la vega, a la mencionada Central Hidroeléctrica y a 700 m. aproximadamente, de la carretera vecinal Calatayud - Saviñán.

El nivel de la avenida de proyecto es 495,175 m., con una superficie de embalse de 24,7 Has. y un volumen de 1,261 Hm<sup>3</sup>.

Con ninguna de las avenidas estudiadas se afecta a la línea de ferrocarril Madrid - Barcelona.

Las obras proyectadas y que conforman el conjunto total del azud de derivación, son:

- Azud vertedero.
- Desvío del río, situado en el estribo izquierdo.
- Tomas y escala para peces, en el estribo derecho.
- Tratamientos del cimientto.
- Casetas de centralización de datos.
- Reposición de carretera inundada y acceso al azud.

El azud proyectado responde a la tipología de gravedad, en concreto será de hormigón en masa. El eje de definición del azud es de planta recta, con una longitud de 133,550 m. Los puntos extremos que definen el eje tienen de coordenadas U.T.M.:

A            x = 616.758,128 m.  
              y = 4.584.978,367 m.

B            x = 616.788,912 m.  
              y = 4.585.108,219 m.

La sección tipo de presa es triangular, con su vértice a la cota 495,175 m. El paramento aguas arriba es vertical y aguas abajo 0,75H:1V. La cota de coronación es 496,70 m.

El azud es de los denominados vertedero, con un aliviadero situado en la zona central del mismo de 78 m. de longitud bruta y 70 m. de longitud neta de vertido. El vertedero está compuesto por 5 vanos de 14 m., separados por pilas de 2 m. de anchura.

El azud está constituido por 9 bloques, empezando a numerarse éstos por el estribo derecho. Los bloques centrales del 3 al 7 constituyen el vertedero y tienen una longitud de 16 m. En el bloque 2, de 13 m. de longitud, se sitúan las tomas y la escala para peces, constituyendo los restante bloques los estribos.

Las juntas entre bloques se estanqueizan con una banda continua de P.V.C. de 0,40 m. de espesor, que se ancla en un dado de hormigón de 1,00 × 0,80 m. en planta y 1,00 m. de profundidad, excavado en el cimientto, aguas abajo y aguas arriba. La banda se sitúa a 0,50 m. de ambos paramentos. Para evitar en todo lo posible los asientos diferenciales entre bloques, en la pared de la junta se construyen artesas trapezoidales de 2 m. de anchura y 4 m. de altura, con un fondo de 25 cm. Dichas artesas irán en todas las juntas entre bloques.

### Sección tipo

Se distinguen los bloques denominados de azud de los de vertedero.

En los primeros el paramento aguas arriba es vertical y el de aguas abajo es inclinado, con un talud 0,75H:1V. El castillete tiene una anchura de 3,5 m., coincidiendo el paramento de aguas arriba con el de la presa e intersectando el paramento inclinado aguas abajo en el punto de cota 490,508 m. La altura máxima de los bloques medida desde cimiento hasta inicio de coronación es de 18,40 m., situándose la cota de cimentación mínima en 477,50 m.

En los bloques de vertedero el paramento aguas arriba es vertical y el de aguas abajo es inclinado, de taludes 0,75H:1V. El perfil vertedero tiene su umbral a la cota 490 m. y se sitúa retranqueado hacia aguas arriba respecto al paramento del azud 1,467 m. Se forma desde el umbral hacia aguas abajo por un perfil de ecuación  $y = -0,1213 x^{1,864}$ , referido a unos ejes cartesianos con origen en el umbral de vertido. Dicha curva es tangente al paramento inclinado en el punto de coordenadas  $x = 7,797$  m. e  $y = 5,577$  m. Aguas arriba del umbral el perfil se redondea mediante dos arcos circulares tangentes de radios 2,717 y 1,164 m.

La coronación del azud arranca del castillete a cota 495,90. Tiene una anchura total de 5,90 m., en los cuales se disponen sendas aceras de 1,20 m., quedando una calzada de 3,50 m., suficientes para el paso de un vehículo de considerables dimensiones.

Se ha estudiado en el Anejo 23 la estabilidad de la estructura en todas las secciones posibles ante tres tipos de solicitaciones, clasificándose éstas atendiendo a su grado de riesgo o permanencia según el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas.

- Normales. Todas las secciones estudiadas son estables al deslizamiento.
- Accidentales. Todas las secciones estudiadas son estables al deslizamiento.
- Extremas. Todas las secciones estudiadas son estables al deslizamiento.

Todas las secciones han sido calculadas al vuelco, siendo todas estables.

El vertedero se ha diseñado para un caudal de avenida de 1771,40 m<sup>3</sup>/s., produciéndose un Nivel de Avenida de Proyecto de 495,175 m. Como la coronación se ha dispuesto a la cota 496,70, da un resguardo superior a 1,5 m.

El cuenco amortiguador es del tipo II del Bureau of Reclamation, con una longitud de 35,0 m. Dispone de dados de entrada y de salida de altura respectiva 1,322 m. y 1,638 m.

### Obra de desvío

El desvío del río Jalón durante la construcción del azud de derivación se realizará por la margen izquierda del río mediante un canal de desviación que comunica el cauce del Jalón aguas arriba de la ataguía con el cauce de aguas abajo, dejando una zona de cauce seco entre ambos elementos de ataguía.

La cota de coronación de la ataguía es 488,10 m. Tiene una altura máxima de 6,10 m. sobre cimiento, estimándose una excavación o saneo para el apoyo de la misma de 0,50 m.

La sección tipo de la ataguía es trapezoidal, de 3 m. de anchura en coronación y talud aguas arriba 2H:1V, y aguas abajo 1,8H:1V. Es un ataguía zonificada con una escollera de protección de 500 kg. de peso mínimo aguas arriba, tras la cual se dispone el cuerpo

impermeable a base de material todo-uno procedente del aluvial del río. Entre ambos materiales se dispone una lámina de geotextil para evitar la fuga de finos desde el cuerpo impermeable ante bajadas del nivel embalsado. Coronando la ataguía se proyecta una capa de 20 cm. de zahorra natural que servirá de firme para el paso de vehículos de obra.

La contraataguía se sitúa normal al curso del río; es de planta recta, coronando a la cota 485,10. La sección tipo de la contraataguía es similar a la descrita para la ataguía.

El canal de desvío tiene una longitud desarrollada de 143,435 m. Se construye de hormigón armado con secciones rectangulares, de anchura interior constante de 6,5 m. y altura variable, acomodándose a la lámina de agua para el caudal de diseño. La pendiente longitudinal es del 7‰.

El caudal de diseño es de 110 m<sup>3</sup>/s., ligeramente superior al caudal asociado a la avenida de periodo de retorno 5 años. Los niveles de agua producidos por este caudal definen las obras proyectadas.

Cuando circula por el río este caudal en la ataguía el agua embalsada alcanza la cota 487,53. El resguardo en este caso es 0,57 m.

En el canal de desviación la velocidad máxima que se alcanza es 6,33 m/s. en el final del canal. El calado máximo es 3,56 m. en la embocadura y el calado mínimo es de 2,67 m

El caudal máximo capaz de ser desaguado por el desvío sin provocar desbordamientos es de 130,6 m<sup>3</sup>/s. Este caudal producirá una velocidad máxima en el canal de derivación de 6,630 m/s., un calado máximo de 3,980 m. y un resguardo mínimo de 0,071 m. En la contraataguía este caudal máximo alcanza la cota 484,950 m., manteniendo un resguardo de 0,15 m.

## Tomas

Las tomas para riego se sitúan en el bloque 2 de presa, inmediatas al estribo derecho del azud. Son dos y consisten en dos orificios rectangulares que atraviesan el azud. Las dimensiones del orificio son 2,00 m. de anchura por 0,796 m. de altura. La estructura de embocadura de la toma sobresale del paramento aguas arriba del azud 4,069 m., tiene perfiles redondeados para evitar cavitaciones y consta de una reja de desbaste y un nicho para el ataguío provisional. Aguas abajo se proyectan sendas compuertas de regulación (de sector) y un canal de descarga de 8,066 m. de anchura y 40,00 m. de longitud. Este canal está limitado por el muro del cuenco del aliviadero y por la escala para peces.

Las tomas se han diseñado para poder dar prioridad al riego del Jalón, evitando en lo posible la recirculación innecesaria de caudales desde el Jalón al embalse y desde éste de nuevo al Jalón, asegurando por un lado el caudal ecológico en el río Jalón aguas abajo del azud, y por otro lado evitando el depósito de sedimentos en el embalse de presa. El caudal de diseño de las tomas se fijó siguiendo estas premisas en 22,777 m<sup>3</sup>/s., puesto que se aseguraban la modulación del 90% de los caudales circulantes, el servicio a la demanda aguas abajo del azud desde el mismo, con prioridad sobre el trasvase.

El funcionamiento conjunto del azud y el túnel de trasvase se ha diseñado como sigue:

Mientras el nivel de la lámina de agua en el azud se sitúe por debajo de la cota de solera de la toma del túnel 487,189 m., las compuertas de los conductos para caudales demandados en el azud se mantendrán totalmente abiertas. Cuando dicho nivel alcance la cota 487,189 m., los conductos del azud estarán proporcionando el máximo caudal demandado en el eje del Jalón aguas abajo del mismo, 22,777 m<sup>3</sup>/s.

Para niveles superiores a la cota indicada, las compuertas del azud deberán comenzar a cerrar, para evitar dar caudales superiores a los demandados y poder trasvasar dichos caudales excedentes. Es a partir de dicha cota, 487,189 m., cuando el túnel comenzará a trasvasar. En este caso podrán ocurrir tres supuestos:

- Caudal disponible en el Jalón menor que el demandado. El nivel de la lámina de agua en el azud descenderá hasta alcanzar una cota igual o inferior a la cota 487,189 m., momento en el cual las compuertas del azud se volverán a abrir totalmente, con lo que todos los caudales disponibles se utilizarán para satisfacer en lo posible la demanda existente aguas abajo del azud. El resto de demanda no satisfecha desde el azud deberá darse desde el embalse de Mularroya.
- Caudales disponibles en el Jalón superiores a los caudales demandados, pero inferiores a la suma de dichos caudales más el máximo caudal de trasvase (8 m<sup>3</sup>/s.). Se alcanzará un equilibrio en el nivel de la lámina de agua en el azud, que se encontrará entre las cotas 487,189 y 490,000 m. (cota de vertido del azud), para el cual el grado de apertura de las compuertas en el azud permitirá el paso de los caudales demandados, en tanto que el resto de caudales, excedentes, serán trasvasados.

Por tanto, el funcionamiento en este caso se reduce a mantener el trasvase abierto (puesto que no se dispondría de caudales superiores al máximo admitido por el túnel de trasvase, 8 m<sup>3</sup>/s.), y a regular las compuertas en el azud de manera que su grado de apertura asegure el paso del caudal demandado en función de los niveles en el azud.

- Caudales disponibles en el Jalón superiores a la suma de los caudales demandados más el máximo caudal de trasvase admitido en el túnel, 8 m<sup>3</sup>/s. En este supuesto el nivel de la lámina de agua en el embalse del azud superará la cota de vertido del mismo 490,000 m., comenzando a verter.

La compuerta de la obra de toma para el trasvase deberá comenzar a cerrar a partir de la cota 490,000, a fin de evitar dar caudales superiores a 8 m<sup>3</sup>/s., puesto que se ha diseñado para dar dicho caudal máximo a esta cota.

Respecto a las compuertas dispuestas a la salida de los conductos del azud, deberán seguir regulándose para dar el caudal demandado hasta el momento en que el vertido sobre el azud supere los caudales demandados, momento en el cual podrán cerrarse las compuertas del azud, puesto que los caudales demandados se están dando por el aliviadero en superficie.

El funcionamiento del sistema requiere el control del mismo a través de los parámetros siguientes:

- lectura de niveles en el embalse del azud
- medición de caudales aguas abajo del azud
- medición de caudales en el túnel de trasvase

### Escala para peces

Se sitúa en el bloque nº 2 del azud, entre las tomas y la junta nº 1. Se trata de una escala con 11 compartimentos comunicados entre sí a través de un orificio rectangular de 0,45 m. de altura y 1,60 m. de anchura por el que circularán los peces en contracorrientes. Dichos compartimentos están escalonados con incrementos de cota constantes de 0,30 m. y suben desde la cota 482,750 m. hasta la 485,80 m. Los compartimentos, donde deben descansar los peces, tienen dimensiones constantes de 1,70 × 1,80 m. en coronación y 1,176 × 1,800 a la altura del paso.

La escala para peces está diseñada para funcionar con el caudal ecológico del río Jalón, obteniendo velocidades en los compartimentos inferiores a 1 m/s. y en los conductos de paso para los peces de 2,625 m/s. Evidentemente, al estar permanente abierto, el caudal desaguado variará en función del nivel de agua en el azud. Cuando éste alcanza la cota de vertido por el aliviadero (490,0 m.), el caudal máximo de paso por la escala para peces será de 2,25 m<sup>3</sup>/s., con velocidades en los compartimentos no superiores a 1,2 m/s. y en los conductos de 3,125 m/s., velocidad que no impedirá que los miembros más poderosos de la comunidad piscícola puedan rebasar el obstáculo.

## TÚNEL DE TRASVASE

### Introducción

El túnel de trasvase conecta el río Jalón, tomando inmediatamente aguas arriba del azud, y el río Grío, desaguando en la cola del embalse de Mularroya.

Atraviesa las estribaciones Norte del Sistema Ibérico, con monteras que van desde los 40 m., la mínima, aproximadamente, en el Pk. 4+700, a los 525 en el Pk. 2+300.

Atraviesa los Términos Municipales de Calatayud, Paracuellos de la Ribera, El Frasno y Morata de Jalón.

Se trata de un túnel hidráulico que va a funcionar en lámina libre para un caudal nominal de 8 m<sup>3</sup>/s., con un calado de 1,94 m., un grado de llenado de 66,9% y una velocidad de 1,579 m/s. en régimen lento.

Se van a practicar tres frentes de ataque: uno en la embocadura, otro en la desembocadura y un tercero habilitando una galería de ataque intermedio desde el barranco del Val, en el Término Municipal de Paracuellos, que conectará en el Pk. 4+122,449.



El conjunto de las obras proyectadas, que se definirán en el capítulo 2.1., son las siguientes:

- Embocadura.
- Túnel de trasvase.
- Galería de ataque intermedio.
- Desembocadura.
- Accesos.

El túnel de trasvase tiene una longitud de 12.815,514 m., con dirección predominante Oeste-Este. El origen se encuentra en el punto de coordenadas UTM  $x = 616.898,020$  m.,  $y = 4.584.962,670$  m. y con alineación recta hasta el Pk. 3+851,184, donde se proyecta una curva circular a derechas de radio 1.500 m., con un desarrollo de 547,564 m. En plena curva, Pk. 4+122,449, se produce el entronque de la galería de ataque intermedio. Una vez finalizada esta curva, Pk. 4+398,748, se inicia un tramo recto que se extiende hasta el Pk. 10+364,523, donde se dispone una curva circular a izquierdas de radio 1.000 m. y 576,250 m. de desarrollo. Finaliza por tanto en el Pk. 10+940,546 y desde este Pk. al final se dispone una alineación recta. Las coordenadas UTM del punto final del trazado son  $x = 629.293,249$  m.,  $y = 4.586.586,364$  m.

En alzado la rasante mantiene una pendiente uniforme a lo largo de todo el trazado del 0,06%. La cota inicial es 487,189 m. y la cota final 479,50 m. En el Pk. 4+122,449 m., la cota de rasante es 484,716 m.

### Embocadura

La embocadura del túnel de trasvase es a cielo abierto, con una longitud total de 21,00 m. Dispone de rejillas de desbaste, ataguías de seguridad, compuerta de sector para la regulación, caseta de accionamiento de esta compuerta con un parking para vehículos.

La sección transversal se proyecta como un canal rectangular de anchura mínima 2,90 m. La embocadura es abocinada, pasando de una anchura máxima de 7,79 m. en la sección inicial a 2,90 m. Se han diseñado dos paneles de rejillas que apoyan en los cajeros y en un tajamar en forma de pez; tras ellos se sitúan los nichos de ataguía que facilitan el cierre de seguridad. A continuación se disponen las compuertas de sector.

Se ha comprobado el funcionamiento de la embocadura del túnel y sus elementos de control en situación de avenida de proyecto para el azud y en situación normal, que se ha reflejado en epígrafe 12.2.3. El análisis se ha centrado en la determinación del funcionamiento de las compuertas y en la comprobación del resalto hidráulico tras el desagüe bajo compuerta, para que éste se produzca en todos los casos en los 21 m. de embocadura previos a la entrada del túnel.

## Túnel de trasvase

La sección tipo del túnel de trasvase es en herradura, con una altura máxima de 2,90 m. y una anchura máxima del mismo valor. La razón principal para adoptar esta sección en vez de la circular de diámetro 2,90 m., ha sido facilitar un camino de rodadura para el mantenimiento del túnel, teniendo en cuenta que además la sección en herradura tiene mayor capacidad hidráulica que la sección circular.

En el estudio geológico - geotécnico y posteriormente en el Anejo N° 21 "CÁLCULOS MECÁNICOS DEL TÚNEL DE TRASVASE", se ha tramificado el túnel con respecto al método de excavación y sostenimiento; en dichos anejos se justifica la misma. A continuación se describe.

Todo el túnel se realizaría con métodos convencionales desde tres frentes: boca Grío y dos desde una galería de ataque intermedio (P.K. 4+100), con frentes hacia el Jalón y Grío.

Sin contar las fallas, que representan aproximadamente un 4% de la longitud del túnel, es decir, unos 500 m., la excavación mecánica (rozadora) podría realizarse en unos 3.000 m. de los 12.800 m. de los que consta el túnel, siendo necesario el uso de explosivos en el resto.

Se han distinguido, a lo largo del trazado del túnel, cinco secciones tipo de sostenimiento:

### - Sostenimiento S<sub>1</sub>

Hormigón proyectado de sellado: 5 cm. en bóveda y hastiales

Hormigón proyectado con fibra de acero (estructural): 5 cm. en bóveda y hastiales

Bulones de 2,0 m. de longitud: cuadrícula de 2,0 m.

### - Sostenimiento S<sub>2</sub>

Hormigón proyectado de sellado: 5 cm. en bóveda y hastiales

Hormigón proyectado con fibra de acero (estructural): 10 cm. en bóveda y hastiales

Bulones de 2,0 m. de longitud: cuadrícula de 2,0 m.

### - Sostenimiento S<sub>3</sub>

Hormigón proyectado de sellado: 5 cm. en bóveda y hastiales

Hormigón proyectado con fibra de acero (estructural): 15 cm. en bóveda y hastiales

Bulones de 2,0 m. de longitud: cuadrícula de 1,5 m.

### - Sostenimiento S<sub>4</sub>

Hormigón proyectado de sellado: 5 cm. en bóveda y hastiales

Hormigón proyectado con fibra de acero (estructural): 20 cm. en bóveda, hastiales y contrabóveda

Bulones de 2,0 m. de longitud: cuadrícula de 1,0 m.

Cerchas TH-16,5: espaciamiento de 1 m.

Contrabóveda

- Sostenimiento S<sub>5</sub> (zonas de falla)

Paraguas de micropilotes de 20 m. de longitud (solape de 5 m.) o inyecciones previas

Hormigón proyectado de sellado: 5 cm. en bóveda y hastiales

Hormigón proyectado con fibra de acero (estructural): 20 cm. en bóveda, hastiales y contrabóveda

Bulones de 2,0 m. de longitud: cuadrícula de 1,0 m.

Cerchas TH-16,5: espaciamiento de 1 m.

Contrabóveda

En la Falla de Datos se utilizarán paraguas de micropilotes (longitud de 20 m., con 5 m. de solape), ya que se ha comprobado su escasa permeabilidad, aunque no se descarta la utilización de inyecciones puntualmente. En el resto de las fallas, especialmente en las de espesor superior a 5 m. y relleno fundamentalmente granular, se recomienda realizar inyecciones a alta presión para consolidar el terreno del entorno del túnel y reducir su permeabilidad.

El revestimiento del túnel de trasvase será de hormigón en masa H-300, con un espesor mínimo de 0,30 m.

En los emboquilles se recomienda realizar un paraguas de micropilotes de 10-15 m. de longitud, pudiendo tener que realizarse un segundo paraguas en la boquilla del río Grío (Fm. Borrachón) y en la de la galería de ataque intermedio (Pizarras de Paracuellos).

Se ha considerado un ensanche de la sección, por razones constructivas, cada 500 m. de túnel y en una longitud de 50 m., lo que incrementa el radio de excavación.

Comprobadas sus posibles situaciones y los materiales que quedarían afectados, se procedió a analizar su deformación con los sostenimientos propuestos, resultando necesario aumentar un grado en los del túnel. Es decir, los sostenimientos tipo S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> y S<sub>3</sub> pasarán, en las zonas cubiertas por el ensanche, a los S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub> respectivamente, cambiándose en este último las cerchas TH-16,5 por las TH-21.

Los avances estimados para cada uno de los tipos de sostenimiento son los siguientes:

- Sostenimientos S<sub>1</sub> y S<sub>2</sub>: 3 m.
- Sostenimiento S<sub>3</sub>: 2 m.
- Sostenimientos S<sub>4</sub> y S<sub>5</sub>: 1 m.

Los sostenimientos dispuestos por tramos son los siguientes:

TRAMO	FORMACIÓN	LITOLOGÍAS	MONTERA MÁXIMA (m)	SOSTENIMIENTO TIPO
1	JALÓN	ARENISCAS Y LIMOLITAS	60	S <sub>2</sub>
2	EM BID	ARENISCAS, PIZARRAS Y CUARCITAS	130	S <sub>1</sub>
3	BÁMBOLA	CUARCITAS	365	S <sub>1</sub>
4	PARACUELLOS	PIZARRAS	385	S <sub>4</sub>
5	BÁMBOLA	CUARCITAS	520	S <sub>1</sub>
6	EM BID	ARENISCAS, PIZARRAS Y CUARCITAS	525	S <sub>1</sub>
7	BÁMBOLA	CUARCITAS	365	S <sub>1</sub>
8	PARACUELLOS	PIZARRAS	220	S <sub>3</sub>
9	(Z.T.) EM BID, BÁMBOLA	CUARCITAS	275	S <sub>3</sub>
10	(Z.T.) PARACUELLOS	PIZARRAS	300	S <sub>4</sub>
11	(Z.T.) EM BID	ARENISCAS, PIZARRAS Y CUARCITAS	340	S <sub>3</sub>
12	(Z.T.) BÁMBOLA	CUARCITAS	295	S <sub>3</sub>
13	(Z.T.) JALÓN	ARENISCAS Y LIMOLITAS	310	S <sub>3</sub>
14	FALLA DATOS	ARENAS Y BRECHAS	285	S <sub>5</sub>
15	BUNT.	LIMOLITAS Y ARENISCAS	270	S <sub>2</sub>
16	TECHO ARMORICANA	PIZARRAS FERRUGINOSAS	260	S <sub>1</sub>
17	SANTED	PIZARRAS	310	S <sub>1</sub>
18	DERÉ	CUARCITAS	320	S <sub>1</sub>
19	BORRACHÓN	PIZARRAS	85	S <sub>2</sub> (S <sub>3</sub> )*
20	PARACUELLOS GALERÍA	PIZARRAS	100	S <sub>3</sub> (S <sub>4</sub> )**

\* El sostenimiento indicado entre paréntesis corresponde a la zona de boquilla

\*\* El sostenimiento indicado entre paréntesis corresponde a la zona de boquilla y a la zona de entronque.

De acuerdo al análisis realizado en el Anejo correspondiente, los desplazamientos radiales esperables son, en la mayoría de los casos analizados, inferiores a un centímetro, como puede observarse en el cuadro que se adjunta (deformación total sin sostenimiento). Hay que tener en cuenta que las hipótesis de cálculo realizadas implican que se dispone todo el sostenimiento al mismo tiempo y que éste empieza a proporcionar la presión de estabilización de una forma prácticamente instantánea.

TRAMO	FORMACIÓN	LITOLÓGÍAS	MONTERA MÁXIMA (m)	DEFORMACIÓN DEL TÚNEL (%)	GRADO DE DEFORMACIÓN (SQUEEZING)
1	JALÓN	ARENISCAS Y LIMOLITAS	60	0,002	INSIGNIFICANTE
2	EM BID	ARENISCAS, PIZARRAS Y CUARCITAS	130	0,006	INSIGNIFICANTE
3	BÁMBOLA	CUARCITAS	365	0,02	INSIGNIFICANTE
4	PARACUELLOS	PIZARRAS	385	11,6	EXTREMO
5	BÁMBOLA	CUARCITAS	520	0,05	INSIGNIFICANTE
6	EM BID	ARENISCAS, PIZARRAS Y CUARCITAS	525	0,09	INSIGNIFICANTE
7	BÁMBOLA	CUARCITAS	365	0,02	INSIGNIFICANTE
8	PARACUELLOS	PIZARRAS	220	4,1	ALTO
9	(Z.T.) EM BID, BÁMBOLA	CUARCITAS	275	0,03	INSIGNIFICANTE
10	(Z.T.) PARACUELLOS	PIZARRAS	300	11,1	EXTREMO
11	(Z.T.) EM BID	ARENISCAS, PIZARRAS Y CUARCITAS	340	0,06	INSIGNIFICANTE
12	(Z.T.) BÁMBOLA	CUARCITAS	295	0,02	INSIGNIFICANTE
13	(Z.T.) JALÓN	ARENISCAS Y LIMOLITAS	310	0,06	INSIGNIFICANTE
14	FALLA DATOS	ARENAS Y BRECHAS	285	38,5	EXTREMO
15	BUNT.	LIMOLITAS Y ARENISCAS	270	0,41	INSIGNIFICANTE
16	TECHO ARMORICANA	PIZARRAS FERRUGINOSAS	260	0,06	INSIGNIFICANTE
17	SANTED	PIZARRAS	310	0,7	INSIGNIFICANTE
18	DERÉ	CUARCITAS	320	0,16	INSIGNIFICANTE
19	BORRACHÓN	PIZARRAS	85	0,62-1,78	INSIGNIFICANTE A BAJO
20	PARACUELLOS GALERÍA	PIZARRAS	100	1	BAJO

En el caso de las Pizarras de Paracuellos (se excluye la Falla de Datos, ya tratada), el grado de deformación es muy elevado, pero las máximas convergencias esperables para los sostenimientos propuestos no deberían sobrepasar el 2% del radio del túnel, es decir, unos 4 cm., por lo que será, en nuestro caso, la máxima convergencia esperable.

Las presiones de sostenimiento en cada una de las secciones tipo son las siguientes:

- S1:  $p_i = 0,75 + 0,04 = 0,79$  MPa
- S2:  $p_i = 1,43 + 0,04 = 1,47$  MPa
- S3:  $p_i = 2,07 + 0,75 = 2,82$  MPa
- S4:  $p_i = 2,66 + 0,39 + 0,17 = 3,22$  MPa
- S5:  $p_i =$  igual a S4, pero con presostenimiento de paraguas de micropilotes

Analizados los casos con deformación inicialmente importante, puede observarse lo siguiente:

- Pizarras de Paracuellos del Tramo 4. Con  $p_i$  de 2,3 MPa se limitaría la deformación al 2%, obteniéndose un coeficiente de seguridad de 1,4 con el sostenimiento S4.
- Pizarras de Paracuellos del Tramo 8. Con  $p_i$  de 1,4 MPa se limitaría la deformación al 1%, obteniéndose un coeficiente de seguridad de 2,0 para el sostenimiento S3.
- Pizarras de Paracuellos del Tramo 10. Con  $p_i$  de 1,4 MPa se limitaría la deformación al 2%, obteniéndose un coeficiente de seguridad de 2,3 para el sostenimiento S4.

El funcionamiento hidráulico del túnel será en régimen uniforme lento, excepto en las cercanías de la embocadura y desembocadura, donde se producirán sendas curvas de remanso. Las características de este régimen uniforme son: calado 1,94 m., velocidad 1,579 m/s., grado de llenado 66,9% y número de Froude 0,37.

### Desembocadura

Se ha diseñado como una transición de sección rectangular de  $2,90 \times 2,90$  m. a sección trapecial de 2,90 m. en solera y taludes 1,5H:1V. Su longitud total es de 10 m.

Tras ella se dispone un canal de descarga al río Grío de sección abocinada y trazado curvo. La sección en el inicio tras el cuenco amortiguador es de 2,9 m. en solera y taludes 1,5H:1V. La sección en la salida es de 12,90 m. en solera con los mismos taludes. La sección tipo es una canalización trapecial con taludes y solera de escollera de peso mínimo 500 kg. Entre dicha escollera y la excavación de los taludes se dispone una capa filtro a base de material granular de espesor 0,20 m., siendo el espesor mínimo de la escollera de 0,80 m.

El trazado del eje del canal es curvo, con un radio de 100 m. y un ángulo de  $35,541^\circ$ ; el del dique que forma el cajero izquierdo tiene un radio de 116,225, mientras que el cajero derecho tiene un radio de  $105,709^\circ$ .

Longitudinalmente, el túnel se sitúa en desembocadura a la cota 479,500; al final de la transición en fábrica de hormigón se alcanza, con el 0,06%, la cota 479,494. A continuación se

proyecta el cuenco amortiguador a cota 479,00 de 15 m. de longitud y tras él comienza el canal de descarga con cota 479,494 m., finalizando en el río Grío a cota 479,324 m.

La desembocadura se ha diseñado de manera que el túnel de trasvase funcione en lámina libre, con un 70% de grado de llenado máximo, de manera que no se produzcan entradas en carga pulsatorias que produzcan cavitaciones con los siguientes problemas de revestimientos. Además de comprobarse el funcionamiento cuando el túnel y el río Grío funcionan en condiciones normales, se ha realizado la comprobación cuando por el Grío circula la avenida de proyecto y por el túnel se trasvasa el caudal máximo de diseño.

### Galería de ataque intermedio

La galería de ataque intermedio se diseña para conseguir dos frentes de ataque a añadir al de la desembocadura. Evidentemente una vez construida se mantendrá como acceso a la caseta de medidas (limnógrafo e instrumentación del túnel) que se ubicará en el entronque de ambas galerías.

Tiene su origen en el punto de coordenadas  $x = 620.864,00$  m.,  $y = 4.586.560,855$  m. y su eje define una alineación recta con orientación Norte-Sur. Tiene un desarrollo de 478,318 m., entroncando en el Pk. 4+122,449 del túnel de trasvase con coordenadas UTM  $x = 620.864,00$  m.,  $y = 4.586.082,537$  m.

En alzado la rasante sube desde el origen con una rampa del 0,25%, con una cota de 483,520 m. hasta el entronque con el túnel de trasvase a cota 484,716 m.

La excavación es similar a la del túnel, excepto entre los Pk. 0+100 a 0+150 y Pk. 0+300 a 0+350, donde se realiza un ensanche pasando a una excavación de 6,85 m. en la base y altura máxima 3,50 m. En fase de construcción la galería de ataque intermedio servirá para el desescombro de una parte importante de la excavación; en estos ensanches se producirá el desdoblamiento de vías para la espera de los trenes de desescombro.

El sostenimiento dispuesto en la galería ya se ha indicado en el apartado del túnel de trasvase. El revestimiento es similar al descrito para el túnel de trasvase.

## **PRESA DE MULARROYA**

### Introducción

La Presa de Mularroya se localiza en el río Grío, afluente del río Jalón, que desemboca en la localidad de Ricla, unos 5 km. aguas abajo de la presa.

El paraje donde se sitúa la presa es la Paridera de Mularroya y da nombre a la presa. La presa tiene su estribo izquierdo en el Término Municipal de Chodes y el derecho en el Término Municipal de La Almunia de Dña. Godina., en la Peña María.

El embalse creado afecta principalmente a los Términos Municipales de Morata de Jalón y La Almunia de Dña. Godina, y más ligeramente al de Chodes. También se ve afectado por el aliviadero, muy someramente, el Término Municipal de Ricla.

Con el embalse al máximo nivel normal cota 477,00 m., la superficie inundada es de 463,1 Has., con un volumen de agua de 103,3 Hm<sup>3</sup>. El vaso inundado afecta a una extensa zona rural de secano, a la carretera N-IIa y la carretera autonómica A-2302. También afecta al oleoducto de CAMPSA, diversas líneas de alta tensión y el complejo hostelero "Parque de Mularroya".

El nivel de la Avenida de Proyecto alcanza la cota 478,286 m., con una superficie inundada de 481,5642 Has. y un volumen de embalse de 109,3030 Hm<sup>3</sup>. Por último, el nivel de la avenida extrema se sitúa a la cota 479,345, afectando a 498,3873 Has., con un volumen de embalse de 114,5229 Hm<sup>3</sup>.

Se espera un volumen de acarreo del embalse a lo largo de 50 años de 13 Hm<sup>3</sup>, con unas aportaciones sólidas anuales de 260.000 m<sup>3</sup>/año.

La presa es de categoría A, de acuerdo al nuevo Reglamento sobre Seguridad de Presas.

Las obras proyectadas y que conforman el conjunto total de la Presa de Mularroya, son:

- Cuerpo de presa.
- Accesos.
- Tapiz de impermeabilización del vaso.
- Obra de desvío.
- Aliviadero.
- Desagües de fondo y conducciones de toma.
- Torre de toma.
- Tratamiento del cimientado.
- Auscultación.
- Electricidad e iluminación.
- Edificio de Administración.

El cierre de la cerrada consta de la presa y un tapiz de impermeabilización en el estribo derecho. La altura de presa es 83,50 m. desde el fondo del cauce y 90,5 m. desde cimientados. Tiene su coronación a la cota 483,50 m.

La presa proyectada es de materiales sueltos, del tipo heterogénea. El eje de definición es circular con radio de 663,793 m. La presa en su estribo derecho continúa con un tapiz de impermeabilización que apoya en el estribo.

El desarrollo total de la presa es de 692,922 m., siendo el tapiz de 221,35 m.

### Cuerpo de presa

La sección tipo de la presa se proyecta formada por un núcleo central vertical de material impermeable y espaldones de material granular (material de transición) y escollera caliza en ambos paramentos, con un ancho de coronación de 10 m. El talud aguas arriba 1,6H:1V con dos bermas de 5 m. de anchura a cota 453,50 m. y 419,50 m.; aguas abajo el talud es 1,5H:1V. Sobre este talud se diseña el acceso de vehículos desde aguas abajo de presa, mediante un



camino que sube sesgado por el paramento; por este motivo en las secciones transversales más centradas de la presa existen cuatro bermas de 5 m. cada una, situadas a cota variable.

El núcleo impermeable se forma con el material procedente del horizonte superior del préstamo de Morata (limitando el tamaño máximo de material a 1"). Corona a la cota 483,00 m. y baja hasta la cota 478,50 m., donde tiene una anchura de 9,80 m. A partir de aquí los taludes son simétricos de valor 0,3H:1V, hasta alcanzar la cota de inicio de excavación del núcleo, aguas arriba, rellenando toda la excavación del cimientó. Aguas abajo el núcleo desciende hasta la superficie del cimientó.

El núcleo se protege en su zona de aguas abajo con un filtro formado por material granular. Ambos, núcleo y filtro, son autoestables, este último presenta un espesor de 2,50 m. y talud aguas abajo 0,35H:1V. El filtro llega hasta la cota de cimientó y se extiende con un espesor de 2,0 m. por la explanación donde apoya la transición, sobresaliendo de ella 3,00 m. en horizontal.

Las transiciones envuelven aguas arriba el núcleo y aguas abajo el filtro. Se forman con material granular sin seleccionar procedente del préstamo de Santa Cruz del Grío. Los taludes de las transiciones son el 1H:1V hasta la cota 453,5 m, a partir de la cual se dispone una berma de 10 m de anchura, y continúan con el talud 1,6H:1V aguas arriba y el talud 1,5H:1V aguas abajo. En la transición de aguas arriba se colocan tres mantos drenantes de 0,5 m de espesor cada uno de ellos. Finalmente protegiendo aguas arriba y aguas abajo estos materiales, se disponen unos espaldones de escollera caliza con un diámetro máximo de 1.000 m.

El tapiz se construye con materiales análogos a los empleados en la presa, es decir, con un núcleo impermeable procedente del horizonte superior del Préstamo de Morata (el tamaño máximo se limita a 1"), y con una escollera caliza procedente de la excavación del estribo derecho de la presa y del tapiz y, en caso de que sea necesario, de la cantera de cemento de Portland. El núcleo es inclinado, con una anchura en coronación a la cota 483,00 m. de 3 m. y talud aguas abajo 1H:1V, mientras que el talud aguas arriba es 1H:2V.

Aguas abajo y aguas arriba el núcleo se protege con un filtro granular de las mismas características que el filtro de presa, con dos metros de espesor mínimo. Aguas abajo el filtro apoya sobre la excavación de la ladera que previamente habrá sido tratada superficialmente mediante la proyección de una capa de gunita de 5 cm de espesor. Aguas arriba el filtro tiene un talud 1H:1V.

El filtro aguas arriba se protege por el material granular sin seleccionar que constituye la transición; este material rellena toda la coronación hasta la cota 480,167 m., donde pasa a tener un espesor de 2,5 m. El talud es inclinado con un valor 1,25H:1V.

Finalmente, protegiendo todo el paquete se dispone el espaldón de presa a base de escollera caliza, con peso máximo de 1.000 kg. y con un talud 1,6H:1V.

La coronación de la presa tiene una anchura total de 10 m., distribuidos en una calzada de 4,00 m., dos aceras de 1,00 m., dos arquetas sumideros de 0,40 m., dos jardineras de 0,70 m. y finalmente dos bermas de 0,70 m.

En el diseño de la sección tipo se ha estudiado la estabilidad de los materiales que la componen con los criterios de Sherard, siendo realmente todos estables. También se ha estudiado la autoestabilidad del filtro.

La estabilidad de la presa se ha estudiado en cuatro hipótesis, prescritas en la Instrucción de Grandes Presas y vigentes en el actual Reglamento de Seguridad de Presas. Los coeficientes de seguridad que se han obtenido han sido:

- Embalse lleno, aguas abajo  $F = 1,42 \geq 1,40$
- Desembalse rápido, aguas arriba  $F = 1,35 \geq 1,30$
- Final de la construcción, aguas abajo  $F = 1,39 \geq 1,00$
- Final de la construcción, aguas arriba  $F = 1,52 \geq 1,00$

La estabilidad del tapiz se ha estudiado en dos hipótesis, prescritas en la Instrucción de Grandes Presas y vigentes en el actual Reglamento de Seguridad de Presas. Los coeficientes de seguridad que se han obtenido han sido:

- Desembalse rápido, aguas arriba  $F = 1,32 \geq 1,30$
- Final de la construcción  $F = 1,36 \geq 1,00$

### Obra de desvío

El desvío del río Grío durante la construcción de la presa se ha proyectado con: una ataguía, una contraataguía, un canal de aproximación, un canal lateral que recoge el agua de un barranco en la margen izquierda, una ataguía en ese barranco y finalmente un canal de desvío que atraviesa el cuerpo de presa.

La ataguía principal se concibe con la misma sección tipo que la presa a la altura de la banqueta de cota 419,500 m. La ataguía secundaria en el barranco lateral en la margen izquierda es similar y corona a la cota 430,000. La contraataguía tiene la misma sección que los elementos anteriores, coronando a la cota 405,00 m. Los tres ataguados quedarán embutidos dentro del cuerpo de presa.

De la ataguía principal parte el canal de aproximación, con una longitud de 217,500 m., prácticamente normal a la dirección del río y dirigiéndose al estribo izquierdo. Tiene pendiente nula y una anchura en la base de 20 m.

De la ataguía secundaria parte un canal excavado en el terreno de 185,279 m. y anchura de 5 m., en sentido contrario al anterior.

Ambos confluyen en un circo previo al canal de desvío que atraviesa la presa. La traza del canal de desvío es una alineación recta de 431,854 m., esviada ligeramente respecto a un radio de presa. En los primeros metros una rápida acelera el agua, para descender en cota más de 15 metros, desde la rasante del canal de aproximación hasta una cota tal que permite transcurrir bajo el núcleo de la presa (rápida de la cota 416,00 a 400,893 m). A partir de este punto la pendiente longitudinal es constante del 5‰ hasta desaguar al río Grío mediante un cuenco disipador. La sección del canal por donde circula el agua es rectangular, abovedada bajo el cuerpo de presa. La zona inicial bajo el zócalo de la torre de toma está dividida por un tajamar

para facilitar el proceso de cierre del desvío, y tiene una anchura total útil de 5,50 m. La sección en galería se mantiene hasta que sale de la zona bajo presa, con una sección rectangular de 7,00 de ancho útil. Coincidiendo con el pie de aguas abajo de presa existe una zona de transición dónde la galería pasa a sección en canal abierto de ancho total libre 8,30 m. Esta zona de transición coincide con el desagüe de las tomas, sin embargo se independizan por unos metros en canales independientes. Finalmente, tras la transición e incorporación de los caudales de las tomas, la sección en canal de 8,30 metros, se mantiene hasta el desagüe al río Grío.

El diseño de este desvío ha estado condicionado por la necesidad fundamental de atravesar la presa por debajo de la cota de cimentación del núcleo. Para ello ha sido necesario llevar el canal principal al estribo izquierdo y dirigir el agua embalsada en la ataguía hacia este canal mediante la excavación de un canal auxiliar.

Se ha diseñado para desaguar la avenida de 25 años ( $Q=147,54 \text{ m}^3/\text{s}$ ) con resguardo de casi medio metro en la sección más crítica que corresponde al cuenco. El régimen del desvío es supracrítico con Froude variable entre 1,5 y 4,5 mientras que tras el desagüe al río Grío predomina el régimen lento.

La cota de la ataguía coronará ligeramente por encima del nivel de energía en el canal de aproximación (419,387 m), por lo que se adopta como umbral de coronación la cota 419,500.

La cota de la contrataguía se sitúa ligeramente por encima de la cota energía en la desembocadura al cauce del Grío (403,553), por lo que se adopta como coronación la cota 405,00 m.

El caudal máximo que es capaz de desaguar agotando resguardos es de  $190 \text{ m}^3/\text{s}$ , es decir, superior al caudal correspondiente a la avenida de 50 años de período de retorno.

### Aliviadero

El aliviadero de presa se sitúa en el estribo izquierdo de presa, es un aliviadero en canal lateral y está constituida por el perfil de vertedero, un cuenco de recepción, un canal de descarga, de más de 200 m., telescópico y un cuenco amortiguador.

El vertedero diseñado es de labio fijo, sin compuertas, constituido por un único vano de 70 m de longitud. El perfil vertedero es un perfil Creager con paramento vertical aguas arriba y paramento inclinado hacia aguas abajo, con talud 0,8H:1V. El vertido se realiza a la cota 477,150 m. (N.M.N.).

El cuenco de recepción tiene una longitud de 130,962 m con una pendiente en la solera del 0,1%, variando la cota entre la 471,000 y la 470,869 m. Los cajeros están coronados a la cota 483,500 m. Los primeros 70 m son de sección trapecial, con ancho de base 31 m, el cajero derecho con el labio de vertido y un talud 0,8H:1V en el intradós y talud vertical en el trasdós, el cajero izquierdo con el intradós vertical y el trasdós hormigonado contra el terreno. A continuación van 35 m de transición de la sección trapecial a la sección rectangular de 31 m de ancho en la base, el cajero derecho tiene el intradós con sección variable y el trasdós tiene un talud 1H:3V que sirve de apoyo del cuerpo de presa. Finalmente hay 20,480 m de sección rectangular pasando por debajo del paso superior y finalizando 0,5 m después del final de las

pilas, punto donde se produce el cambio de pendiente que convierte esta sección en la de control, aguas abajo se tiene régimen rápido y aguas arriba régimen lento.

El canal de descarga transporta el agua derivada del embalse hasta un punto del cauce aguas abajo de la presa suficientemente alejado del pie del espaldón de la misma. Funciona en lámina libre y es capaz de evacuar el caudal máximo desaguado por el vertedero para la avenida de proyecto con un resguardo de 1,39 m., comprobándose que apurando el resguardo permite el paso de la avenida extrema. En cuando al diseño, posee una longitud total de 305,104 m. aproximada-mente, con pendientes que oscilan entre el 5,6% en el tramo más aguas arriba y el 37,7% en el tramo hacia aguas abajo, alcanzándose una pendiente máxima del 96,95% puntualmente en su llegada al cuenco amortiguador. Como medida de seguridad se ha anclado al terreno en el tramo final de 200 m del canal de descarga. Para evitar despegue de la lámina de agua en los cambios bruscos de pendiente, éstos se han suavizado mediante acuerdos circulares de radios suficientes, con el compromiso a su vez de no hacer excesivos los tramos con solera curva. De planta recta, la sección transversal varía desde un ancho interior de 31,00 m. hasta un valor de 10,00 m. Dicha sección transversal queda constituida por una solera de hormigón armado de 0,50 m. de espesor, con una junta longitudinal en su eje, juntas transversales cada 20,0 m., y un tacón de anclaje cada 40,0 m. Franqueando la solera se disponen, a ambos lados, muros - cajeros de hormigón armado que completan la sección hidráulica rectangular del canal de descarga. Se dispone una malla de anclajes en la solera del canal de descarga desde unos 200 metros antes del cuenco amortiguador, coincidiendo con la zona de mayor pendiente de éste. Los elementos constituyentes de dicha malla son bulones de Ø25 mm. que penetran 5,0 metros bajo la solera. Los bulones se distribuyen en hileras separadas 3,0 m. de la contigua, y dejando una separación de otros 3,0 metros entre bulones consecutivos de una misma hilera.

El cuenco amortiguador es la obra situada al final de la conducción, cuyo objetivo es hacer que la restitución al río se haga en condiciones adecuadas para que se disipe sin daños la gran energía cinética que adquiere el agua al descender desde el nivel del embalse hasta el del cauce. Con esta premisa se comprende que dadas las grandes velocidades alcanzadas al final del canal de descarga, la restitución directa de caudales al río no puede realizarse sin que ello suponga importantes socavaciones en el mismo. Es por ello que se opta por la disposición de un cuenco amortiguador que permita disipar en parte la gran energía cinética del agua. Se diseña un cuenco tipo III, siguiendo las indicaciones del Bureau of Reclamation, que asegura la formación del resalto hidráulico para la avenida de proyecto. La longitud del cuenco es de 51,00 m. Sobre la solera horizontal a cota 391,00 m., se disponen dados tanto a la entrada como a la salida del cuenco, tal y como propone el B.O.R. La sección transversal del cuenco queda configurada por una sección de hormigón armado en U, de ancho interior 10,00 m. y cajeros coronados a cota 405,00. El espesor tanto de la solera como de los cajeros, es de 2,00 m., necesarios para resistir estructuralmente los empujes de tierras y la presión hidrostática. La obra de restitución de caudales al cauce se continúa y completa con una zona de acondicionamiento del cauce hasta adoptar la excavación necesaria para el cuenco amortiguador al terreno natural. Esta zona de acondicionamiento se extiende en una longitud aproximada de 80 m.

Los niveles definitorios del embalse son:

M.N.M. —	477,0 m.
N.A.P. —	478,286 m. (Nivel Avenida de Proyecto)
N.A.E. —	479,345 m. (Nivel Avenida Extrema)

Como la coronación de la presa se proyecta a la cota 483,50 m., se dispone de un resguardo normal de 5,214 m. y un resguardo mínimo de 4,155 m.

### Desagües de fondo

Los desagües de fondo consisten en dos tuberías de sección rectangular embebidas en el zócalo de torre de toma, que tras los mecanismos de control desaguan libremente al canal de desvío.

La estructura de toma de los desagües de fondo se sitúa en la coronación del zócalo de torre, teniendo su cota de solera a la cota 428,00 m. Se trata de una estructura formada por tres paneles de rejillas. En planta describe un semiexágono regular de 3,60 m. Los paneles laterales de rejillas apoyan en el macizo de hormigón y en una pila con forma hidrodinámica; el panel central, entre las dos pilas. La embocadura de los conductos de desagüe es abocinada y tras ella, en cada uno de los dos conductos que componen el desagüe, se disponen los nichos para el alojamiento de ataguías.

Los dos conductos rectangulares que componen el desagüe son metálicos, de 1.500 × 1200 mm. y espesor de chapa 15 mm. Se han dispuesto dos compuertas Bureau en paralelo con una separación entre ejes de 2,00 m. La situada más aguas arriba tiene un by-pass que permitirá la apertura equilibrada de esta válvula. La segunda válvula tiene aguas abajo el conducto de aireación que sale al exterior por la coronación de la torre.

El sistema de desagüe previsto es capaz de desaguar un caudal máximo de 96,49 m<sup>3</sup>/s. y mínimo de 55,01 m<sup>3</sup>/s., con un tiempo de vaciado total del embalse de 13,8 días, un tiempo de vaciado de la mitad del volumen del embalse de 6,1 días y un tiempo de vaciado del volumen correspondiente a la mitad de la altura del embalse de 9,9 días. Se ha comprobado el funcionamiento hidráulico del canal de desagüe posterior a los conductos, sobre el que apoyará la losa que sustenta las conducciones de toma y el acceso a la cámara de válvulas. Tanto en situación normal como de avenida de proyecto la circulación por este canal se produce en lámina libre.

### Tomas

Las tomas se disponen en una torre donde se alojan cuatro a distintas alturas. Estas cuatro tomas comunican con un pozo central en la torre que a la altura de la galería que atraviesa la torre se subdivide en dos conducciones metálicas de diámetro 1.500 mm. Finalmente se diseña una estructura de salida donde se alojan los mecanismos reguladores consistentes en Bureau circulares.

La torre de toma está constituida por:

- Coronación: es circular con un radio de 6,5 m. y consta de dos niveles. El nivel superior es donde se alojan los mecanismos de accionamiento de las diversas compuertas y ataguías. En el nivel inferior se alojarán las ataguías.
- Fuste: el fuste de la torre tiene una altura de 61,336 m., considerados desde la altura superior del zócalo hasta la cota inferior de la ménsula donde apoya la coronación 479,336 m. El fuste

y la torre, por tanto, es exento consta de dos compartimentos: el interior es el pozo a donde comunican las tomas y el anillo circular exterior accesible.

- Las estructuras de toma propiamente dichas se disponen a cotas 470, 460, 450 y 440 m. Todas ellas son similares y están comunicadas con el pozo de desagüe interior.

Se apoyan en ménsulas de canto variable que sobresalen del fuste. Constan de tres paneles de rejillas y de una ataguía de emergencia. La apertura o cierre de cada una de ellas se realiza mediante compuertas Bureau de  $1.500 \times 1.200$  m.

El acceso a la torre desde coronación de presa se realiza mediante una pasarela metálica. Un segundo acceso se efectúa desde la galería de desvío a través de la cámara de compuertas. Dispone de un ascensor para moverse en su interior y escaleras metálicas tipo gato en caso de emergencia o avería del elevador.

El pozo interior de 2,5 m. de diámetro está forrado con chapa metálica de 10 mm. de espesor. A su llegada al zócalo se bifurca en dos conducciones que constituyen las conducciones de toma que discurren por encima del canal de desagüe dentro de la estructura abovedada, apoyadas en la losa de hormigón que compartimenta la sección. Las dos conducciones finalizan en la estructura de salida, donde se han dispuesto sendas válvulas Bureau circulares.

En la conducción derecha se ha dispuesto una derivación controlada por una válvula mariposa, una derivación del mismo diámetro para contemplar la posibilidad de dar agua a cota superior a la del río. De esta derivación sale una tubería de 300 mm. controlada por una válvula de compuerta para el abastecimiento complementario de La Almunia.

Las tomas se han dimensionado para poder suministrar el caudal máximo demandado cuando el nivel del embalse es mínimo (441,5 m.), contemplando tanto el desagüe del río como el desagüe a una cota superior (432,00 m.), en previsión de asegurar el riego superficial a todas las hectáreas presentes en el Bajo Jalón. Se estudian seis hipótesis de funcionamiento.

- Hipótesis 1. Desaguan las dos conducciones y en la torre el caudal central por la toma más cercana al nivel de embalse en cada momento.
- Hipótesis 2. Idéntica a la anterior, pero sólo funciona el desagüe a nivel superior, cota 432 m.
- Hipótesis 3. Idéntica a la anterior, pero sólo funciona el desagüe a nivel inferior, cota 405,55 m.
- Hipótesis 4. Desaguan las dos conducciones y en la torre de toma el agua entra por todas las tomas a la vez, anulándose sucesivamente cuando el nivel de embalse llega a cada una de ellas.
- Hipótesis 5. Idéntica a la anterior, pero sólo funciona el desagüe a nivel superior.
- Hipótesis 6. Idéntica a la anterior, pero sólo funciona el desagüe a nivel inferior.

A continuación se adjuntan los caudales máximos y mínimos obtenidos en cada una de estas hipótesis.

	MINIMO		MAXIMO	
	Desagüe bajo	Desagüe alto	Desagüe bajo	Desagüe alto
HIPOTESIS 1	23,104	5,580	30,815	19,004
HIPOTESIS 2	0	11,431	0	24,832
HIPOTESIS 3	24,257	0	34,280	0
HIPOTESIS 4	23,104	5,580	33,873	22,761
HIPOTESIS 5	0	11,431	0	25,753
HIPOTESIS 6	27,157	0	35,854	0

### Tratamiento del cimientó

Se ha previsto un tratamiento de impermeabilización, otro de consolidación y la ejecución de una pantalla de drenaje.

La pantalla de impermeabilización se proyecta con taladros según el eje de la presa, alcanzando una profundidad de 50 m. Se dispondrán en dos filas separadas 0,5 m. y dentro de cada fila cada 3 m. El taladro más aguas arriba tendrá una inclinación respecto a la vertical del 30° y los de más aguas abajo tendrán una inclinación de 15°. La inyección será con una lechada a base de cemento, bentonita y agua.

Una vez realizada la excavación del núcleo y de la galería se realizará un tratamiento de consolidación de la misma consistente en una serie de taladros, según la sección transversal de la misma, separados cada 5 m. y con una profundidad de 10 m. En los taludes de la excavación se dispondrán dos taladros: el primero en el encuentro del talud con la explanación, el segundo aproximadamente hacia la mitad del talud y prácticamente normal al mismo. Una vez realizados los taladros se inyectarán con una lechada a base de cemento y agua.

La pantalla de drenaje se realizará desde la galería mediante la ejecución de taladros verticales de 15 m. de profundidad, separados 6 m. Constituirán una alineación según el eje longitudinal de la presa 0,50 m. más abajo en planta que la segunda fila de taladros de la pantalla de impermeabilización.

### Accesos

Se distinguen los accesos a la galería de inspección y los accesos a la presa.

- Accesos a la galería de inspección.
- Accesos a presa. Se han previsto dos accesos.
  - El primero por el paramento aguas abajo de presa mediante la ejecución de una berma sesgada que salva la inclinación del paramento.
  - El segundo es a través de una carretera desde la variante de la N-II, que tras discurrir sobre el tapiz, llega por el estribo derecho de la misma, donde además

se sitúa la casa de la Administración, que consta de edificio para vivienda y edificio para laboratorio. El eje del acceso a presa tiene su inicio a la altura del P.K. 8+240 de la nueva variante de la carretera N-Ila definida en el presente proyecto, conectando con la carretera mencionada mediante una intersección, y conectando con la presa en la zona final del tapiz. El trazado tiene un desarrollo total en planta es de 355,678 metros. En cuanto al alzado, se opta por emplear una única rasante con el 9 % de inclinación.

### Sistema de auscultación de la presa

Se ha proyectado un sistema de auscultación de la presa que se justifica en el Anejo N° 24 "AUSCULTACIÓN DE PRESAS". El sistema de auscultación satisface los objetivos siguientes:

- Permitir el control de la presa para conocer que su comportamiento es satisfactorio y poder tomar medidas a tiempo si se observase alguna anomalía. Este objetivo tiende por tanto a la seguridad de la presa.
- Deducir datos que, sumados a los obtenidos en otras presas, permitan para el futuro un mayor conocimiento del tipo de presa de que se trata y poder proyectar estructuras más acilatadas al determinar con mayor precisión los parámetros incógnitas, logrando la consiguiente economía.

En presas como la de Mularroya los puntos fundamentales sobre los que debe basarse la auscultación son:

- Estado de presiones intersticiales en el interior de la presa, y a través de éstas y de las presiones totales, estado de las presiones efectivas.
- Corrimientos en la presa como consecuencia del empuje hidrostático.
- Filtraciones.

Con este objetivo se proyecta la instalación en la presa de una serie de instrumentos de auscultación que se describen a continuación.

- Medida de niveles de embalse.
- Auscultación del núcleo y su cimentación:

El relleno impermeable de la Presa de Mularroya es lo suficientemente importante para influir tanto en la deformabilidad como en la resistencia de la obra, puesto que tanto una como otra son función de la presiones intersticiales, que a su vez dependen, entre otras variables, de la humedad de compactación del material que constituye el núcleo, de las tensiones capilares, del drenaje existente y por supuesto del tipo de suelo empleado.

Teniendo en cuenta las ideas anteriores se establecen seis secciones de control denominadas en los planos con las letras A, B, C, D, E y F, respectivamente.



En ellas se instalarán instrumentos para la medida de presiones intersticiales y totales. Con este sistema de piezómetros y células de presión total, se podrá conocer la distribución de las presiones intersticiales, totales y efectivas en diversos puntos de los núcleos (interior y exterior) de la presa, asegurándose así el control de su buen funcionamiento, suministrando información sobre indicios de fenómenos de fracturación hidráulica (presión efectiva nula).

Así mismo se instalarán células de asiento en aquellas secciones donde se dispongan células de presión total y piezómetros a fin de completar los datos suministrados y poder valorar el comportamiento de la presa, tanto durante su construcción como durante su vida.

En el sustrato, y bajo el núcleo de la presa, se dispondrán piezómetros antes y después de la pantalla de inyecciones a fin de controlar el nivel de presiones intersticiales existente.

En las secciones transversales de auscultación se dispondrán tubos inclinométricos a fin de controlar los movimientos horizontales que sufre el núcleo de la presa.

– Auscultación de los movimientos (asientos y desplazamientos de la presa):

Independientemente de las secciones de control se colocarán, tanto en coronación como en las bermas, puntos para control topográfico de corrimientos.

– Auscultación hidráulica, con medida de las filtraciones y drenajes recogida en la galería de control:

En la galería perimetral de la presa se instalarán aforadores de filtraciones constituidos por un vertedero triangular en pared delgada. También se prevé la medida y control de presiones y caudales en bocas de taladros de la pantalla de drenaje.

Se han instalado extensómetros de gran base en las secciones transversales de auscultación, en el núcleo y aguas abajo de éste, y a lo largo del perfil longitudinal de la presa y tapiz.

### Tapiz de impermeabilización del vaso

Se diseña para evitar que el agua embalsada toque las zonas altamente permeables que se sitúan próximas a las canteras de Morata.

En primer lugar se realiza una excavación de la zona a tratar, para después colocar una capa de material arcilloso impermeable de 1,5 m espesor sobre la que, a modo de protección, se sitúa una capa de escollera de 1 m de espesor.

La superficie aproximada de la zona a tratar es de 16.200 m<sup>2</sup>. La cota más alta del tapiz de impermeabilización del vaso es la 478,000, 1 metro por encima del nivel máximo normal del embalse que está a la cota 477,000.

## VARIANTES DE CARRETERA

Como consecuencia de la construcción del Embalse de Mularroya se inundarán aproximadamente, 6 km. de la carretera N-IIa, así como 4 km. de la carretera comarcal A-2302, de Olvega a Santa Cruz de Grío (antigua Z-330).

Para reponer el servicio se proyecta una variante, que partiendo del Pk. 3, aproximadamente, de la A-2302, rodee el embalse cruzándolo por su cola y finalice en el Pk. 272 de la N-IIa, previo a la salida de la A-II.

Las dos carreteras afectadas pertenecen a dos entidades distintas: la N-IIa pertenece a la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón, mientras que la A-2302 pertenece a la Diputación General de Aragón.

La variante de carretera está constituida por cuatro ejes, siendo el principal el Eje 1, que da continuidad a la N-IIa; mientras que el Eje 2 conecta la A-2302 con la N-IIa, el Eje 3 es básicamente el enlace de la N-IIa con la A-2302 en dirección a Santa Cruz de Grío, siendo el Eje 4 el que conecta la variante con la N-IIa una vez pasada la presa.

El eje 1 tiene una longitud total de 11.648,682 m.; entre los Pk. 2+624,500 y 2+861,310 se sitúa un viaducto para cruzar el embalse y entre los Pk. 5+600 y 5+942 se sitúa el túnel de Matarroya.

El viaducto es un puente de vigas isostático con vigas prefabricadas pretensadas. El tablero se constituye con una losa de hormigón armado de 25 cm., con una anchura de 10 m.

El túnel de Matarroya tiene 280 m. de longitud, la sección interior es un sector circular de radio 6,00 m. con el que se construyen bóvedas y hastiales; la solera se forma con otro sector circular, en este caso de 14,95 m. El revestimiento está constituido por hormigón encofrado H-250 sin armar, con un espesor de 35 cm. y el sostenimiento es con hormigón proyectado de espesor 25 cm. con mallazo 15 × 15 × 6, cerchas cada 0,8 m. (TH 21 kg/m.) y bulones Ø 25 mm.

El eje 2 tiene una longitud total de 808,553 m.

Se proyectan tres intersecciones, denominadas intersección A, intersección B e intersección C.

- **Intersección A:** Situada en el Término Municipal de Morata de Jalón, en la margen izquierda del EJE-1, en la zona comprendida entre los Pk. 0+100 y Pk. 0+200. Consiste en una intersección en T con sus correspondientes carriles de entrada y salida del eje principal (EJE-1) y el denominado EJE-2 que conecta con la carretera a Morata de Jalón.

En el EJE-1 se han previsto carriles de espera con objeto de facilitar todos los movimientos.

- **Intersección B:** Situada en el Término Municipal de Morata de Jalón, entre el Pk. 2+400 y el Pk. 2+600 del EJE-1. Consta de una intersección en T con sus correspondientes carriles de entrada y salida del Eje principal EJE-1. En dicho eje se ha previsto un carril de espera con

objeto de facilitar todos los movimientos.

- **Intersección C:** En este caso se trata de conectar con la actual N-Ila. Está situado en el Término Municipal de Ricla, en la margen izquierda del EJE-1, a la altura de los Pk. 10+800 y 11+000.

Se contemplan todos los movimientos con los correspondientes carriles de entrada y salida, así como los carriles de espera en el EJE-1.

La sección tipo en los ejes principales está formada por una calzada única de 7 m. repartida en dos carriles de 3,5 m. de anchura, uno por sentido. Los arcenes son de 1 m. e irán afirmados; no se han previsto bermas.

En función de los datos geotécnicos se adopta la explanada E2.

La I.M.D. calculada es de 230 vehículos/día por sentido, con un porcentaje de pesados del 25%, lo cual equivale a un tráfico T3.

En función de la explanada y el tráfico se elige la sección estructural de firme 322 del CATALOGO DE SECCIONES DE FIRMES.

Finalmente, en cumplimiento de las prescripciones de la D.I.A, se ha previsto la disposición de balsas de retención, decantación y desengrasado que actuarán sobre las aguas que, durante la fase de explotación, recoja el drenaje longitudinal de la carretera. Adicionalmente, retendrán los potenciales vertidos tóxicos derivados de accidentes, o de los contaminantes de los propios vehículos que sean arrastrados, por escorrentía, a la calzada, evitando así la contaminación de los cauces.

# **FICHA TÉCNICA**

## **1. SITUACIÓN**

- Provincia: Zaragoza
- Términos Municipales afectados por las obras:  
  
Calatayud  
  
Paracuellos de la Ribera  
Morata de Jalón  
Chodes  
La Almunia de Dña. Godina  
Ricla
- Finalidad:
  - Regulación de aguas del río Jalón para abastecimiento demandas de riego.

## **2. CUENCA HIDROGRÁFICA**

- Cuenca hidrográfica: Ebro
- Superficie de las cuencas vertientes:
  - Jalón (en punto de trasvase) 7.008 km<sup>2</sup>
  - Grío (en cerrada de presa) 282 km<sup>2</sup>
- Aportación media anual:
  - Jalón (en punto de trasvase) 315,57 Hm<sup>3</sup>
  - Grío (en cerrada de presa) 20,41 Hm<sup>3</sup>
- Evaporación media anual (en zona cerrada): 59 mm.
- Caudal máximas avenidas:

	<b>RÍO JALÓN</b>		<b>RÍO GRIO</b>	
<b>PERIODO DE RETORNO</b>	<b>CAUDAL m<sup>3</sup>/s.</b>	<b>VOLUMEN Hm<sup>3</sup></b>	<b>CAUDAL m<sup>3</sup>/s.</b>	<b>VOLUMEN Hm<sup>3</sup></b>
1.000	2.007,26	450,19	320,56	26,451

### **3. AZUD DE DERIVACIÓN**

#### **EMBALSE DEL AZUD DE DERIVACIÓN**

Máximo Nivel Normal	490 m.
Superficie de embalse MNN	10,1 Has.
Volumen de embalse MNN	0,262 Hm <sup>3</sup>
Nivel Avenida de Proyecto	495,175 m.

#### **CARACTERÍSTICAS GENERALES AZUD**

Tipo	Azud vertedero de hormigón convencional
Altura máxima sobre cimientos	23,2 m.
Cota lecho río	482,00 m.
Cota de coronación	496,70 m.
Longitud de coronación	133,550 m.
Anchura en coronación	5,90

#### **Vertedero**

Tipo	Labio fijo
Longitud de vanos	5 × 14 m.
Cota labio de vertido	490 m.

#### **Tomas**

Sección interior	2 × 0,796 m.
Tipo de cierre	
de guarda	Ataguía metálica
de regulación	Compuertas de sector
Caudal máximo	2 × 12,5 m <sup>3</sup> /s.

#### **4. PRESA DE MULARROYA**

##### **EMBALSE DE LA PRESA DE MULARROYA**

- Máximo Nivel Normal	477 m.
- Superficie de embalse MNN	463,1 Has.
- Volumen de embalse MNN	103,3 Hm <sup>3</sup>
- Nivel Avenida de Proyecto (T = 1.000 años)	478,286 m.
- Cota aterramiento (50 años)	441,0 m.
- Volumen muerto (50 años)	13 Hm <sup>3</sup>
- Aportaciones sólidas anuales	260.000 m <sup>3</sup> /año

##### **CARACTERISTICAS GENERALES DE PRESA**

Categoría	Gran presa. Categoría A.
Tipo	Materiales sueltos del tipo heterogénea
Altura máxima sobre cimientos	91,5 m.
Cota de coronación	483,50 m.
Cota de lecho de río	405,00 m.
Longitud de coronación	776 m. (con tapiz 1.817 m)
Anchura de presa en coronación	10 m.

##### **Cuerpo de presa**

Impermeabilización	Núcleo central de material arcilloso.
Material en espaldones	Escollera caliza
Talud aguas arriba	1,6 H: 1,0 V
Talud aguas abajo	1,5 H: 1,0 V.
Bermas aguas arriba	2
Bermas aguas abajo	2
Volumen de excavación en terreno suelto	890.250,24 m <sup>3</sup> (incluyendo tapiz)
Volumen de excavación en roca	911.238,06 m <sup>3</sup> (incluyendo tapiz)
Volumen de material arcilloso	1.562.672,18 m <sup>3</sup> (incluyendo tapiz)
Volumen de filtros	288.246,46 m <sup>3</sup> (incluyendo tapiz)
Volumen de transiciones	2.294.722,44 m <sup>3</sup> (incluyendo tapiz)
Volumen de escollera	1.100.206,04 m <sup>3</sup> (incluyendo tapiz)

##### **Aliviadero**

Situación	Margen izquierdo
Tipo	Lateral Labio fijo
Longitud de vertido	70 m.
Cota de labio de vertido	477,15 m.
Porcentaje laminación de avenidas años)	Avenida de Proyecto 9,12 % (T = 1.000 años)
Caudal máximo aliviado	Avenida de Proy. 191,447 m <sup>3</sup> /s (En aliv.) (En DF 99,384 m <sup>3</sup> /s)

## **Desagües de fondo**

Situación	Margen izquierda
Cota de toma	En cabeza de zócalo de torre 428,00 m.
Estructura de toma	3 Paneles de rejillas 2,843 × 5,00 m. Cierre de avería 2 Ataguías metálicas
Conducciones	2 Rectangulares de 1,20 × 1,50 m.
Cámara de compuertas	
Situación	En zócalo de torre
Sección interior cámara	7,00 m. × 4,00 m.
Compuertas de maniobra	2 Bureau de 1,20 × 1,50 m.
Compuertas de seguridad	2 Bureau de 1,20 × 1,50 m.
Caudal máximo	2 × 48,245 m <sup>3</sup> /s.
Tiempo de vaciado	13,8 días

## **Tomas**

### **Torre de toma**

Situación	Margen izquierda
Disposición	Torre de toma exenta
Sección de torre	Octógono regular
Apotema	3,728 m.
Cimentación	En zócalo
Altura desde zócalo	
Fuste	61,336 m.
Coronación	10,314 m.
Tomas	4
Cotas	440, 450, 460 y 470 m.
Estructura de toma	Ménsula
4 × 3 Rejillas	Laterales 1,608 × 3,235 m. Central 1,628 × 3,235 m.
Cierre	
De seguridad	2 Ataguías 1,600 × 2,020 m.
De guarda	4 Compuertas Bureau 1,500 × 1,200 m.
De regulación	2 Bureau Ø 1,50 m.
<b>Conductos</b>	
Caudal máximo con apertura total	2 × 35,854 m <sup>3</sup> /s.
Caudal mínimo con apertura total	2 × 24,257 m <sup>3</sup> /s.



## 5. TÚNEL

### Túnel de trasvase

- Embocadura

Término	Calatayud
Río	Jalón

- Desembocadura

Término	Morata de Jalón
Río	Grío

### **Trazado en planta**

Longitud total	12.815,514 m.
----------------	---------------

### **Trazado en alzado**

Pendiente	0,0006
-----------	--------

### **Sección tipo**

Sección en herradura	Diámetro 2,90 m.
Revestimiento	0,30 m. hormigón H-200 en masa
Caudal de diseño	8 m <sup>3</sup> /s.
Calado en régimen uniforme	1,940 m.
Velocidad en régimen uniforme	1,579 m/s.
Tipo de cierre	
De seguridad	2 Ataguías metálicas
De control	2 Compuertas de sector

## **6. CARRETERA**

### **Características generales**

- |                        |   |
|------------------------|---|
| • Términos Municipales | Morata de Jalón<br>Ricla<br>La Almunia de Dña. Godina |
| • Longitud total       | 12.980,17   |
| • Viaducto             | entre Pk. 2+624,550 y Pk. 2+861,310                   |
| • Túnel                | entre Pk. 5+660 y Pk. 5+942                           |

### **Secciones tipo**

#### **Ejes principales**

- calzada de 7 m. de ancho con dos carriles de 3,5 m. cada uno
- arcenes de 1 m. de ancho

#### **Ejes secundarios**

- calzada de carril único de 4,5 m. de ancho
- arcenes de 1 m. de ancho

### **Firmes**

- Capa de rodadura 5 cm. de espesor de mezcla bituminosa en caliente, tipo S12.
- Capa intermedia de 10 cm. de espesor de mezcla bituminosa en caliente, tipo G20.
- Capa base de 25 cm. de espesor de zahorra artificial.
- Capa subbase de 25 cm. de espesor de zahorra natural.
- 50 cm. de suelo seleccionado en formación de explanada E2.

### **Viaducto**

Tipo	Puente de vigas isostático
Longitud	236,76 m.
Número de pilas	6
Altura máxima de pilas	21 m.

### **Túnel de Matarroya**

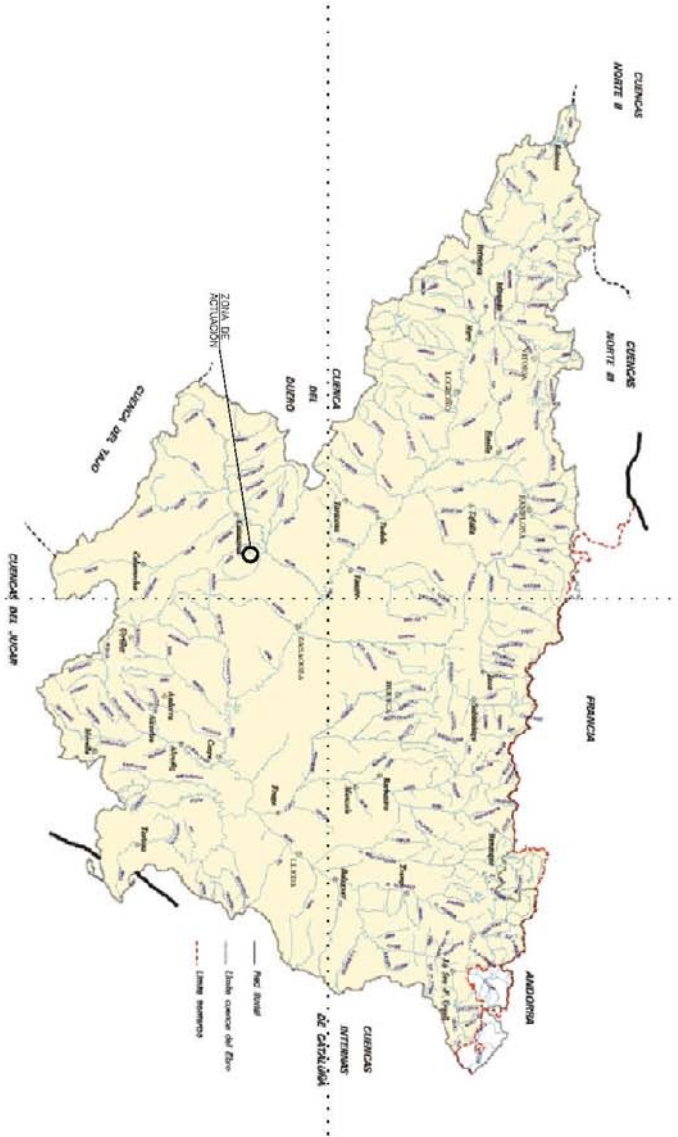
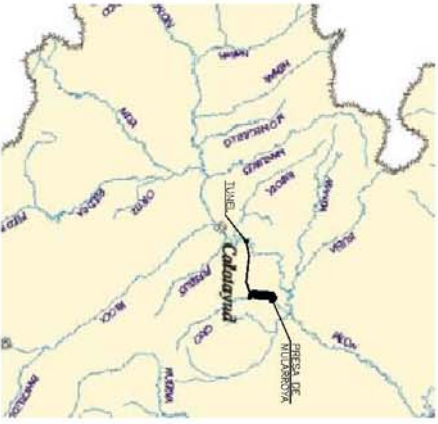
Longitud	282,0 m.
Sección	Semicircular
Radio	6,00 m.

## **7. PRESUPUESTOS**

### **Presupuesto de Ejecución Material:**

Capítulo 1. Azud de derivación .....	4.698.698,83 €
Capítulo 2. Túnel de trasvase .....	30.369.177,70 €
Capítulo 3. Presa de Mularroya .....	62.612.232,10 €
Capítulo 4. Variantes de carreteras .....	13.005.431,51 €
Capítulo 5. Proyecto de Medidas Correctoras .....	2.915.710,70 €
Capítulo 6. Implantación del Plan de Emergencia .....	477.036,40 €
Capítulo 7. Redacción del Proyecto de Construcción .....	871.466,00 €
Capítulo 6. Seguridad y Salud .....	1.038.836,36 €
<b>TOTAL .....</b>	<b>115.988.139,60 €</b>
<b>Presupuesto Base de Licitación .....</b>	<b>165.491.877,58 €</b>
<b>Presupuesto para Conocimiento de la Administración .....</b>	<b>195.618.519,59 €</b>

# PLANOS



ED11170 /TCR

 MINISTERIO DE SALUD MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	SECRETARÍA GENERAL DEL AGUAS DIBUJADO Y LA REVISADO GERENCIA GENERAL DEL AGUAS COMISION TECNICA DEL TERCER O SORTEO I	FECHA DEL INFORME PAREJA DE JULIARROJA AZUO DE DEMONSTRACION Y COMISION DE CONDUCCION DE TRASPASE T/UN DE ALQUINA DE DONA, ORDINA, CORDIS Y ROLA (ZARAGOZA)	CLAVE 001301202012	 acciona SACYR	EL MAPA DE LA ZONA DEL TERCER O SORTEO I EL MAPA DEL TERCER O SORTEO I EL MAPA DEL TERCER O SORTEO I	ESCALA S/E 000000	FECHA ABRIL 2006	DESCRIPCION DEL PLANO GENERALES SITUACION DE LA ACTUACION	HOJA Nº 1 1.1
--	--	---	-----------------------	---	--	-------------------------	---------------------	---	------------------





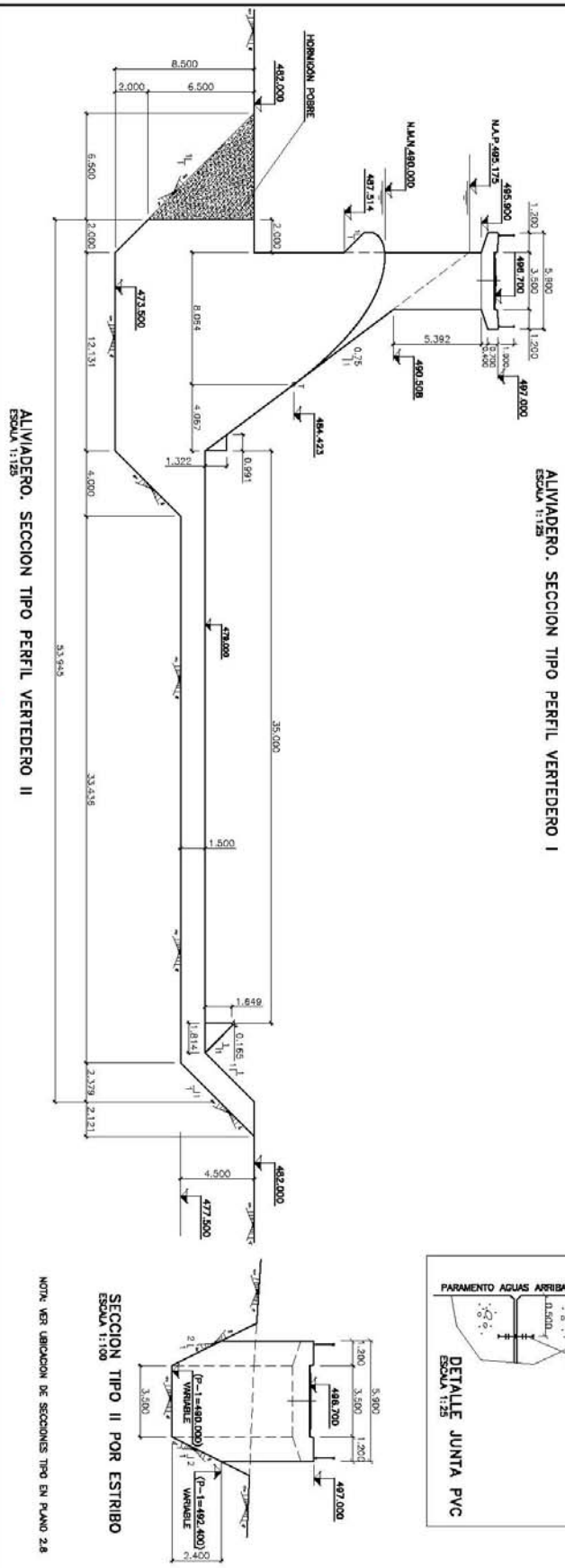
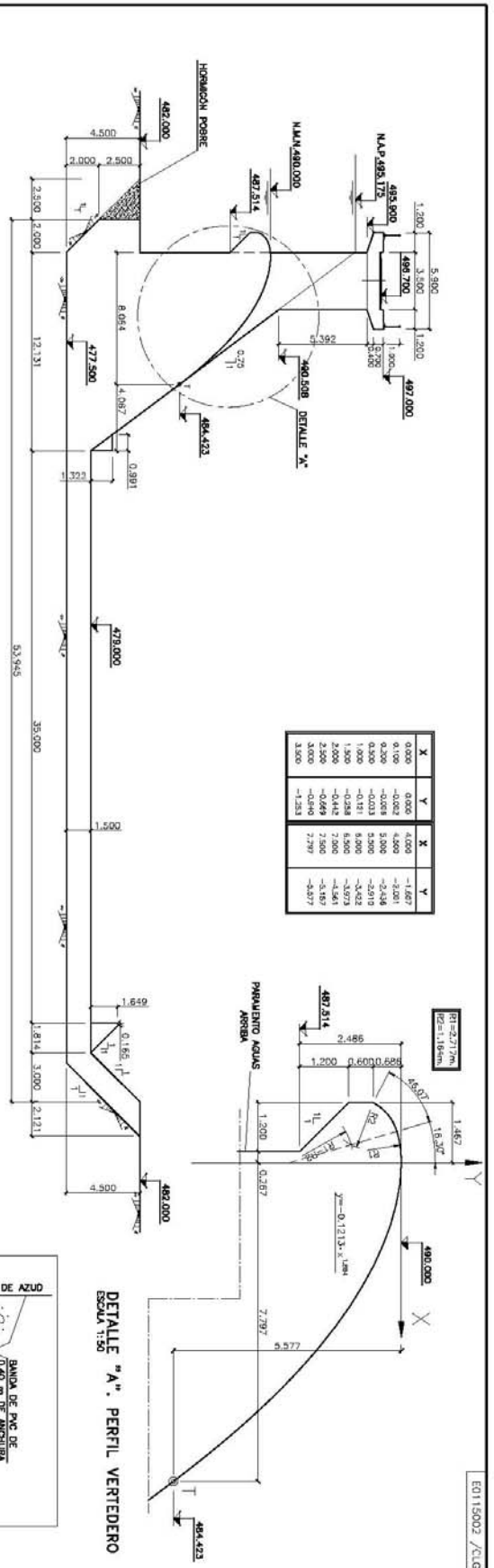
MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
 SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITORIO, REDESURTO Y DESARROLLO URBANO Y RURAL  
 DIRECCION GENERAL DEL AGUA  
 COMANDO EN JEFE 501700711

TITULO DEL PROYECTO: OBRAS DE VULNERABILIDAD, AZUD DE DERIVACION Y REDESURTO Y RURAL  
 AREA DE CONDUCCION DE TRAYECTOS T/AM DE ALUMINA DE DONA GONNA, CHONES Y RICA (ZARAGOZA)

CODIGO: 04.130.120712

E. INGENIERO RESPONSABLE DEL PROYECTO: INGENIERO RESPONSABLE DE LAS OBRAS: ESCALA: 1:500  
 FECHA: ABRIL 2008  
 DESCRIPCION DEL PLAN: PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS.

E01 5029 / CUC  
 Hoja 1 de 1



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE

SECRETARIA GENERAL PARA EL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS HUMANOS

DIRECCION GENERAL DEL AGUA

COMISARERIA DEL AGUA

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL AGUA

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION Y REFORMA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BOGOTA

ESTACION DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BOGOTA

SECCION TIPO PERFIL VERTEDERO II

ESCALA 1:125

FECHA: ABRIL 2008

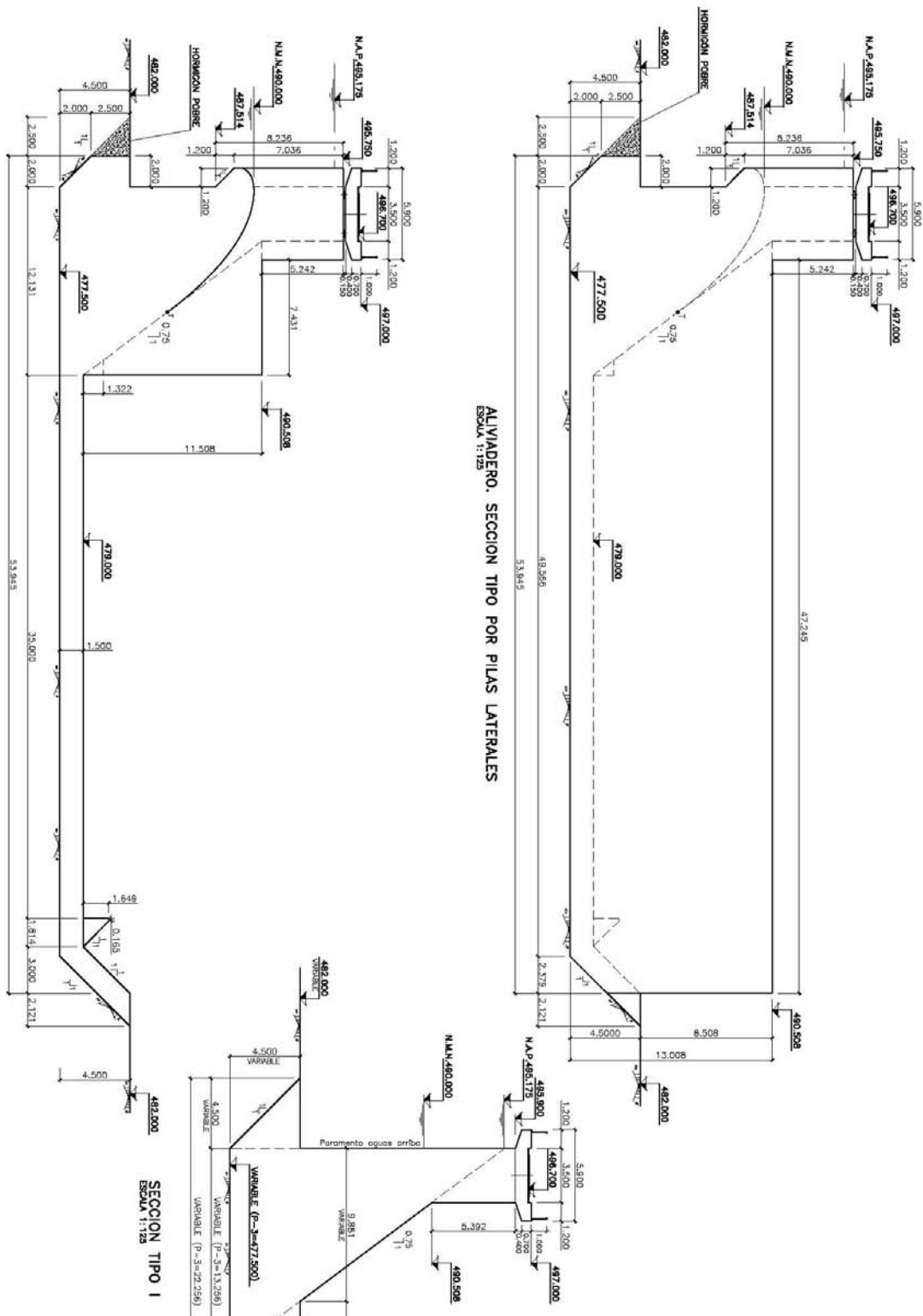
PROYECTISTA: [Logo]

REVISOR: [Logo]

APROBADO: [Logo]

NOTA: VER UBICACION DE SECCIONES TIPO EN PLANO 2.8



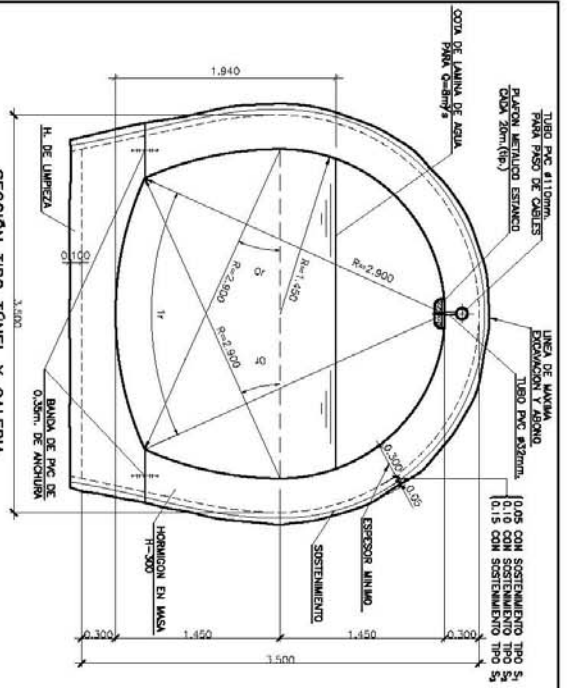


ALVADERO. SECCION TIPO POR PILA CENTRAL  
ESCALA 1:125

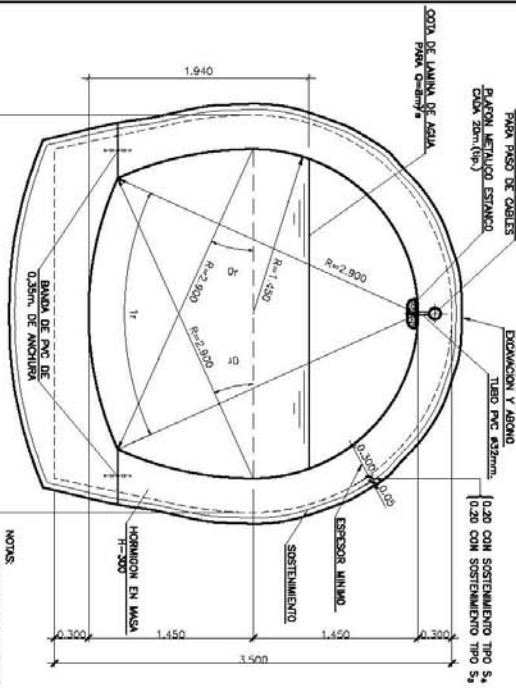
NOTA: VER UBICACION DE SECCIONES TIPO EN PLANO 2.8

<p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE</p>	<p>SECRETARIA GENERAL DE AZÚCAR, ALCOHOL Y COMERCIO EXTERNO</p>	<p>TITULO DEL PROYECTO</p>	<p>ESTADO</p>	<p>FECHA</p>	<p>ESCALA</p>	<p>TECNICO</p>	<p>PAGE 2</p>
	<p>DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y CONTROL DE INVERSIONES</p>	<p>PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA FABRICA DE AZÚCAR Y ALCOHOL DE LA ZONA DE LA GUAYAMA</p>	<p>SECCION TIPO DE SECCIONES TIPO</p>	<p>09.1301.1207112</p>	<p>1:125</p>	<p>ABRIL 2006</p>	<p>2.9</p>



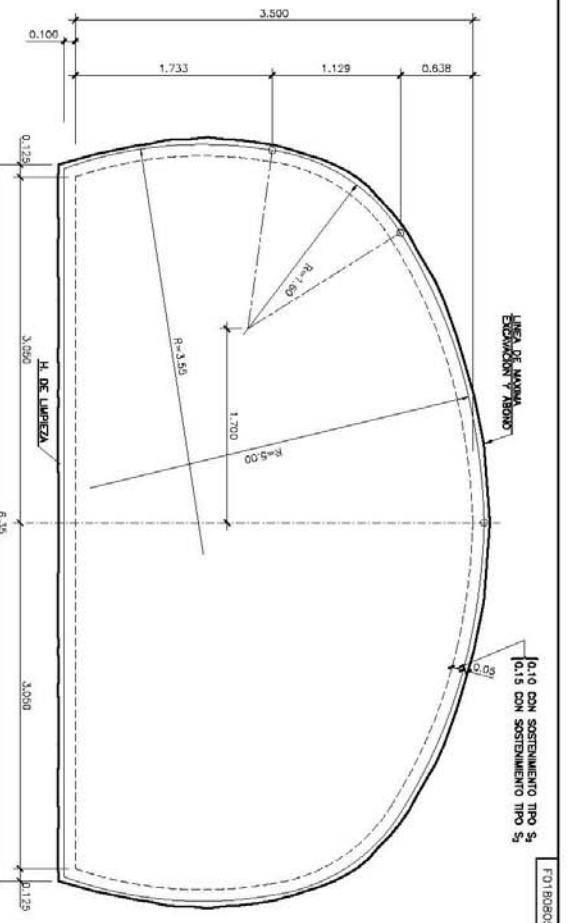


SECCION TIPO TONEL Y GALERIA  
ESCALA 1:20

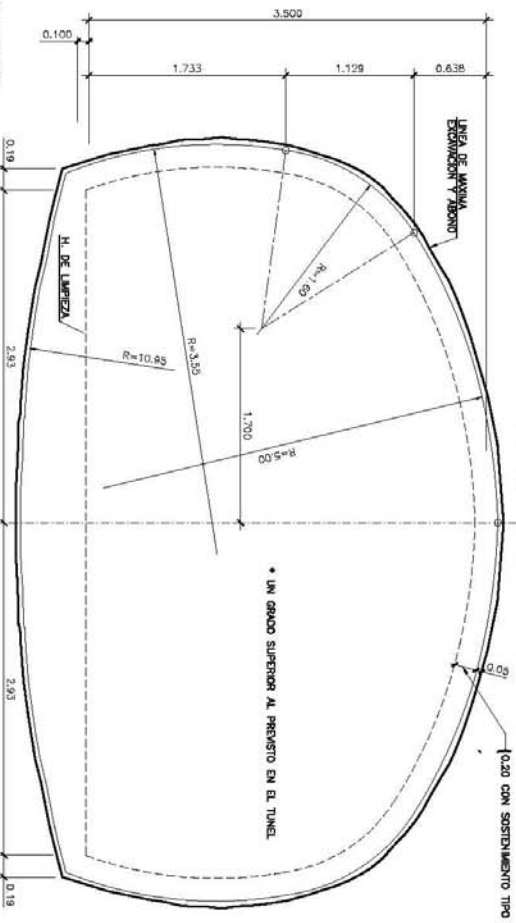


SECCION TIPO TONEL  
ESCALA 1:20

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE  
ESTRATEGIA GENERAL PARA EL PRESERVA DE MANTENIMIENTO, AZUDO DE DERIVACION Y CONDUCCION DE TRAYECTORIA.  
DIRECCION GENERAL DEL AGUA  
11/MAO DE ALMORNA DE TONDA COMUNA, CHILE Y RICAL. (ZARAGOZA)



SECCION TIPO ENSANCHE  
ESCALA 1:20

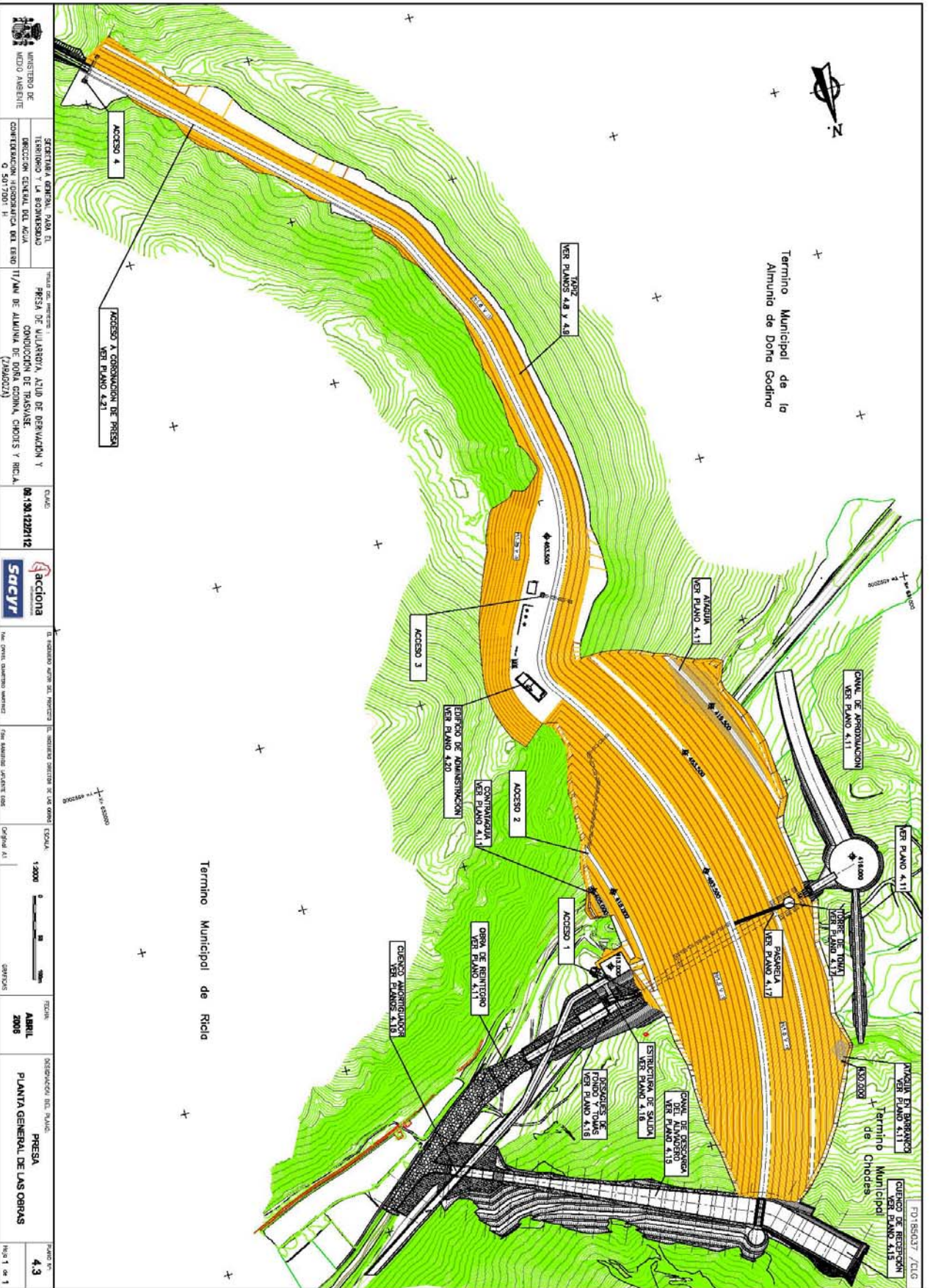


SECCION TIPO ENSANCHE  
ESCALA 1:20

NOTAS:  
- SE DISPONERA UN SOBREPUNTO CADA 500m. DE TONEL.  
- DE LA ZONA DE SOBREPUNTO SE REALIZARA SOBREPUNTO.  
- (\*) EN LOS SOBREPUNTO SE DISPONERA UN SOSTENIMIENTO

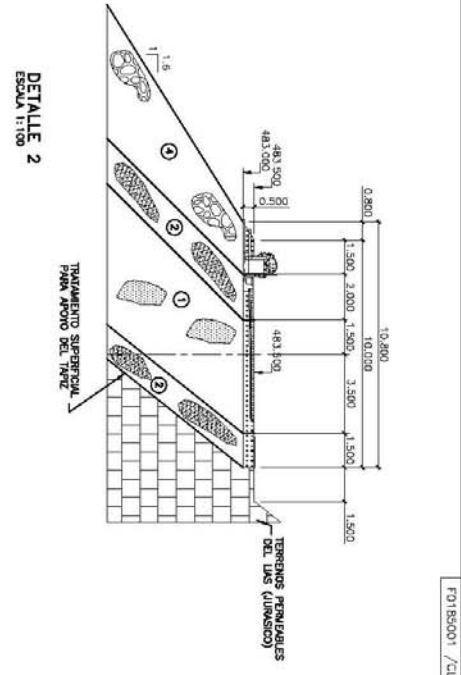
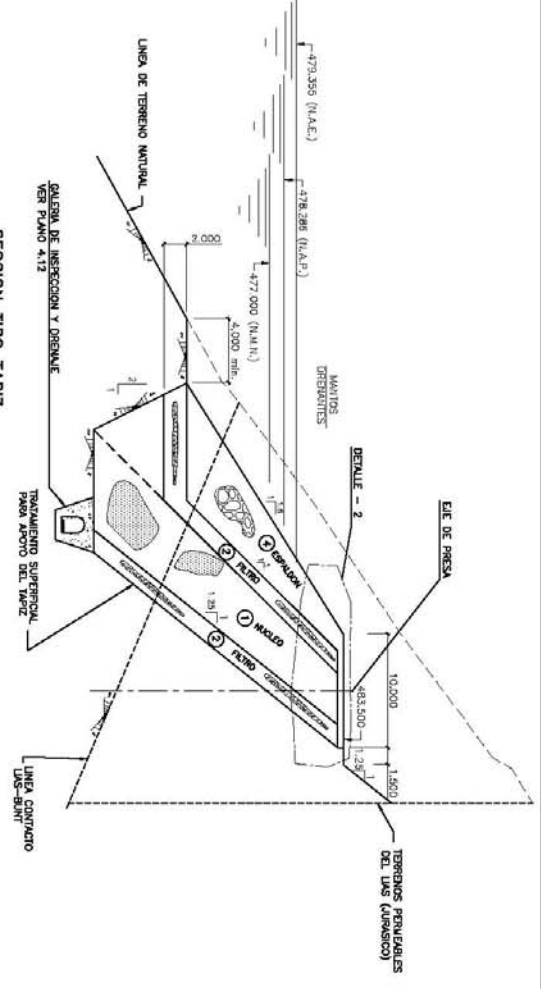
ACCIONIA SACYR  
F0180805 / J1.0

120 5 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120  
M  
TECN. MARIL 2016  
TUNEL DE TRAYECTORIA SECCIONES TIPO  
PÁG. 07 3.3

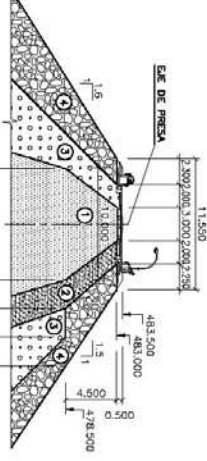
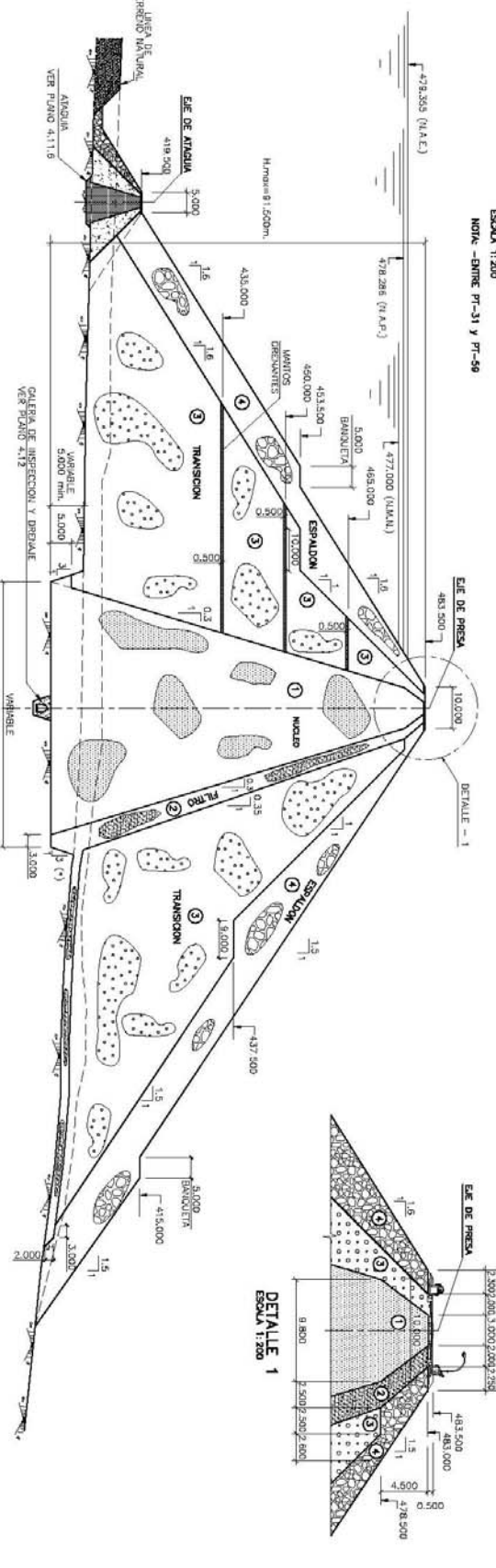


 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITORIO Y LA GOBERNACION	DIRECCION GENERAL DEL AGUA	CONTRATAcion HIDROGRAFICA DEL ENERO Q 3072001-11
	TITULO DEL PROYECTO: PRESA DE ALUMINA, AYUD DE OPERACION Y CONDUCCION DE TRASNVASE. (20080221)	CUALIFICACION: 04.134.1222112	 SACYF
EL PROYECTO SUPLEN EL PROYECTO EL DISEÑO DETALLADO DE LAS OBRAS. ESCALA: 1:3000			
FECHA: ABRIL 2008			
DESCRIPCION DEL PLAN: PRESA PLANTA GENERAL DE LAS OBRAS			
PAJE NO: 4.3			





**SECCION TIPO TAPIZ**  
ESCALA 1:200  
NOTA - ENTRE PT-31 Y PT-59

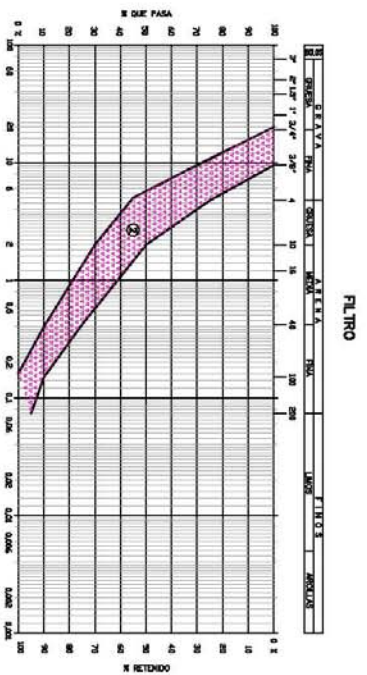
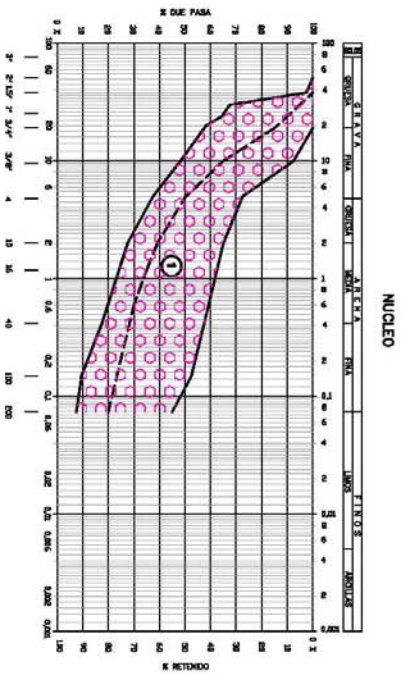


**SECCION TIPO PRESA**  
ESCALA 1:500  
NOTA - ENTRE LOS PT-1 Y PT-31

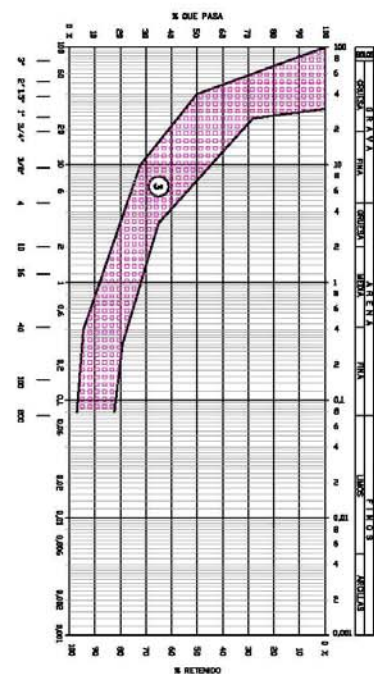
(\*) EL TRAZO H:3% SE SUSTITUYA POR EL TRAZO H:1,25% EN LAS ZONAS DE CONTACTO DE CEMENTALES DE LAS CORAS ASBESTICAS Y LUMINA DEL BUNNOSTRIM.

NOTA: PARA DETALLE DE CORONACION VER PLANO 4.12

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITORIO Y LA BIODIVERSIDAD	TITULO DEL PROYECTO	PRESA DE WILLAGUAYNA, AZUDO DE DERIVACION Y CONDUCCION DE TAPISAS. 11/VAL DE ALMORNA DE TAMA OQUINA (ZARACATA)	CLASE	46.148122412	Sacyr	ESCALA 1:100 1:200 1:500		FECH: ABRIL 2018	REVISIONES DEL PLANO: SECCIONES TIPO	HOJA 1 de 2
	DIRECCION GENERAL DEL AGUA CONTRATAORA INGENIERIA DEL BIEN 8 2017001 H	PRESA DE WILLAGUAYNA, AZUDO DE DERIVACION Y CONDUCCION DE TAPISAS. 11/VAL DE ALMORNA DE TAMA OQUINA, CHOCOS Y RILLA (ZARACATA)		ESCALA 1:500							



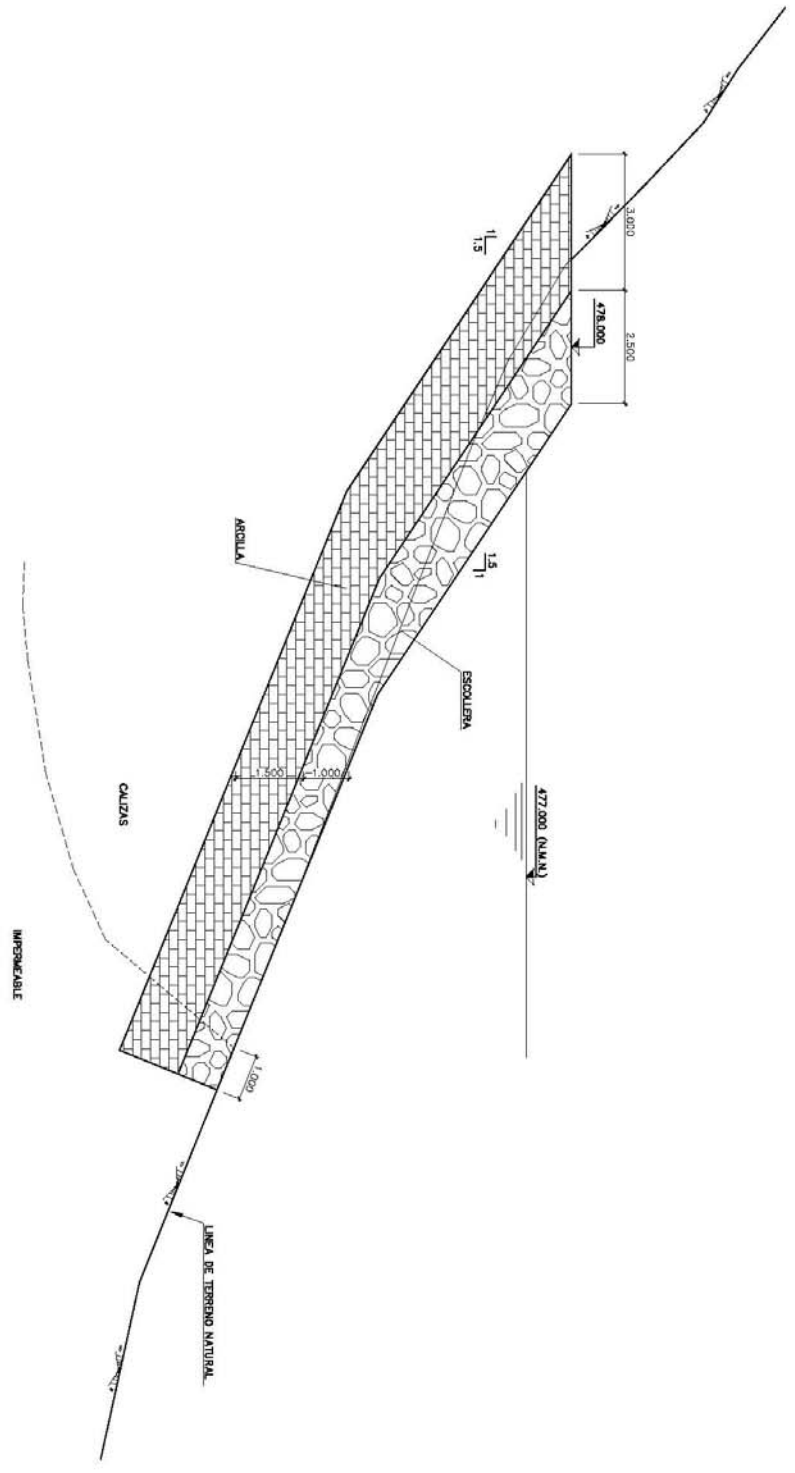
TRANSICION



DEFINICION ZONA	NATURALEZA Y CONDICIONES GEOTECNICAS			PROCEDENCIA	PUSTA EN OBRA	
	TIPO	GRANULOMETRIA	DENSIDAD			
1) NUCLEO	GRAVAS CON BASTANTE FINOS	D <sub>max</sub> =50mm, P <sub>(4.75)</sub> > 35%, P <sub>(0.075)</sub> > 10%	M 1.18 (180)	K > 10 <sup>6</sup> cm/seg	HORIZONTAL SUP. DEL PRESTAMO DE MORATA. MAT. SELE Y LAVADO DEL PRESTAMO DE SANTA CRUZ DEL GRUPO	PLUMEDAD (%): P > 100 (EN) - 12 (EN) ALTURA T.M.G. = 25cm COMP. R. VIB > 15 t NUM DE PASADOS > 4
2) FILTRO	GRAVAS SITUACIONAL DE CANTERA	D <sub>max</sub> = 50 mm 4.75mm < 10% < 1mm	M 1.18 (180)	K > 10 cm/seg	MAT. SELE Y LAVADO DEL PRESTAMO DE SANTA CRUZ DEL GRUPO	DENS REL > 75% ALTURA T.M.G. < 50cm COMP. R. VIB > 15 t NUM DE PASADOS > 2
3) TRANSICION	MATERIAL GRANULOM. EN SITUACIONAL	D <sub>max</sub> = 100 mm P <sub>(2.00)</sub> < 20%	M 1.20 (180)	K > 10 <sup>-3</sup> cm/seg	MATERIAL PROCEDENTE DEL PRESTAMO DE SANTA CRUZ DEL GRUPO	ALTURA T.M.G. < 50cm COMP. R. VIB > 15 t NUM DE PASADOS > 4
4) ESPALDONES DE CALZADA	ESCALERA DE CALZADA	D <sub>max</sub> = 180 mm	DENSIDAD DE LA MEZCLA M=1.18	K > 10 <sup>-3</sup> cm/seg	CANTERAS DE CALZADAS	ALTURA T.M.G. < 120cm COMP. R. VIB > 15 t NUM DE PASADOS > 4
5) MANTOS DRENANTES	GRUYA GRESA Y BLOCOS	D <sub>min</sub> > 50 mm	M 1.20 (180)	K > 100 cm/seg	MATERIAL PROCEDENTE DEL PRESTAMO DE MORATA	ALTURA T.M.G. < 50cm COMP. R. VIB > 15 t NUM DE PASADOS > 4

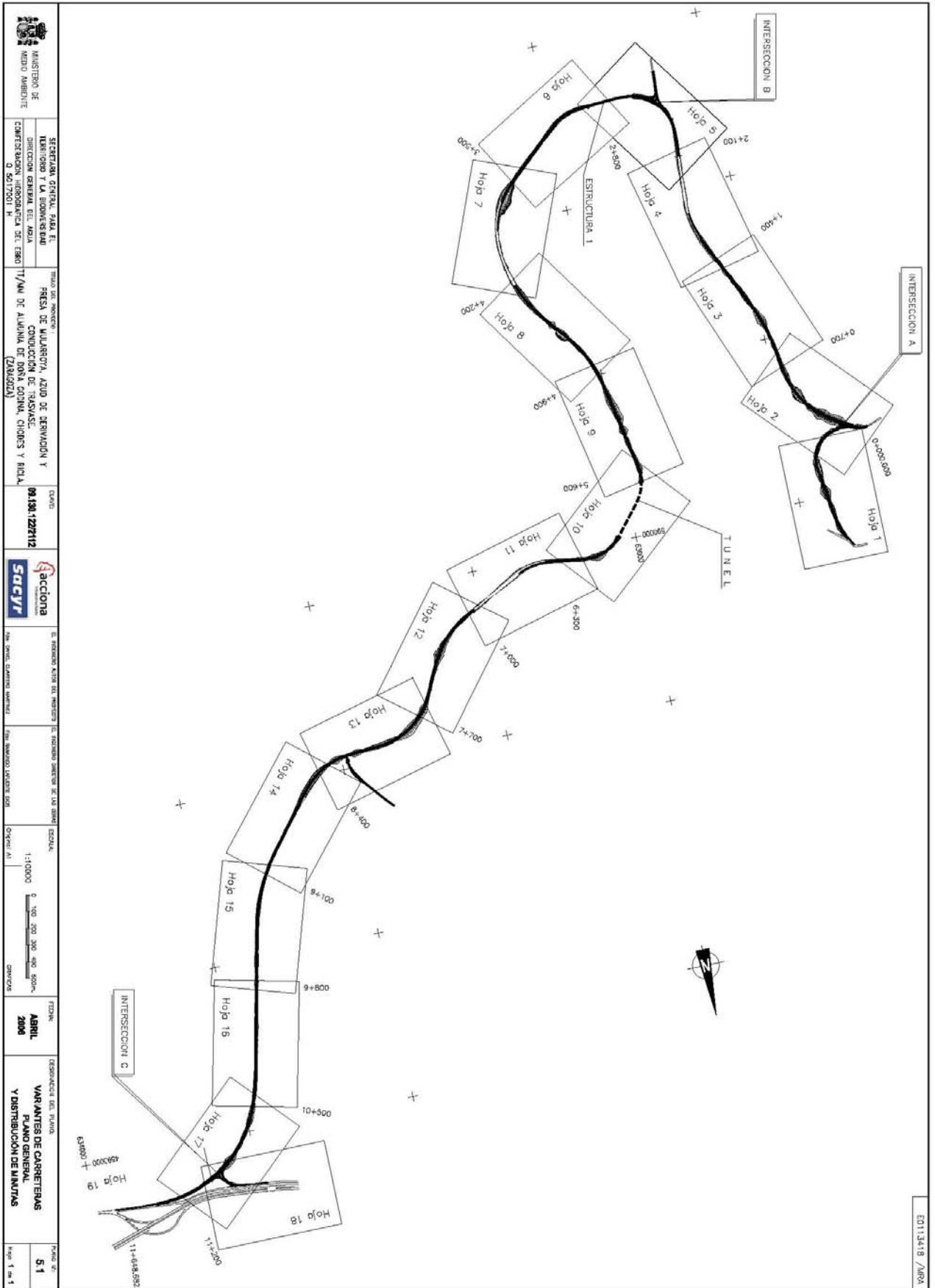
DEFINICION DE MATERIALES

<p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE</p>	<p>SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITORIO Y LA BIOMERITADO</p> <p>DIRECCION GENERAL DEL AGUA</p> <p>CONTRATAACION INGENIERIA DEL SERVO</p> <p>D. SOTZORI H.</p>	<p>TITULO DEL PROYECTO:</p> <p>PRESA DE WILAJAYTA, AZUDO DE DERIVACION Y CONDUCCION DE TASYAS.</p> <p>CONDUCCION DE TONYA ORIGINAL, CHODOS Y RICLA (ZARANDIA)</p>	<p>CLAVE:</p> <p>06.181.122.112</p>	<p>Sacyr</p>	<p>II. SECCION ALUMN DEL PROYECTO</p> <p>III. SECCION DIRECTOR DE LAS OBRAS</p> <p>IV. SECCION DIRECTOR DE LAS OBRAS</p>	<p>COPIA N°</p>	<p>FECHA:</p> <p>ABRIL 2018</p>	<p>REVISIONES DEL PLANO:</p> <p>SECCIONES TIPO</p>	<p>BLANCO N°</p> <p>4.9</p> <p>HOJA 2 de 2</p>
					<p>FECHA:</p> <p>ABRIL 2018</p>	<p>REVISIONES DEL PLANO:</p> <p>SECCIONES TIPO</p>	<p>BLANCO N°</p> <p>4.9</p> <p>HOJA 2 de 2</p>		



SECCION TIPO  
ESCALA 1:50

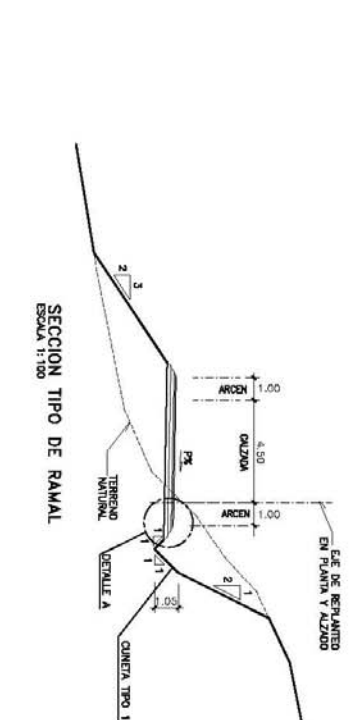
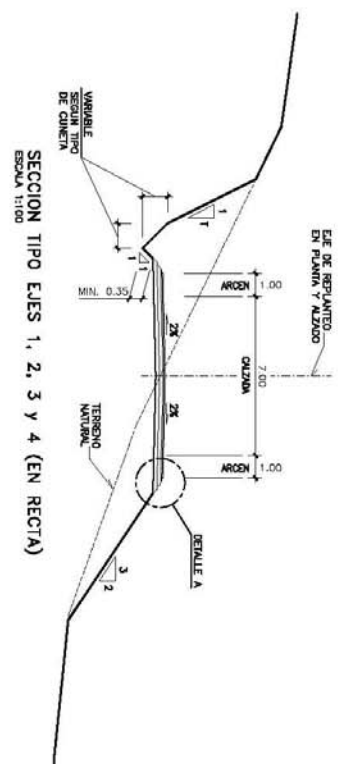
 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	SECRETARIA GENERAL PARA EL TERRITORIO Y EL DESARROLLO URBANO Y DEL MEDIO AMBIENTE	TITULO DEL PROYECTO:	PRESA DE VILLARROYA, AZUDO DE DESVACION Y CONDUCCION DE TRAYASAS. (2354524)	CANTON:	09.136.1202712	 acciona	E. INGENIERO ARQUITECTO DEL PROYECTO	E. INGENIERO ARQUITECTO DE LA OBRA	ESCALA:	1:50	FECHA:	ABRIL 2008	DESCRIPCION DEL PLAN:	PRESA TAPIZ DE IMPERMEABILIZACION DEL VASO SECCION TIPO	PÁGINA:	4 22 2
	COMITÉ EJECUTIVO TÉCNICO DEL EPRO	TIPO DE ALUMNA DE:	DOÑA GONNÁ, CRISTINA Y RÍCALA (2354524)	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:	No. DISEÑO:



 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE	GENERAL: ESTADAL, RUTA E-1	TÍTULO DEL ANEXO:	CADR:	 acciona	E. PROYECTO: RUTA E-1, INTERSECCION A, INTERSECCION B, INTERSECCION C, DE LAS OBRAS	ESCALA:	FECHA:	DESCRIPCION DEL PLANO:	PÁGINA:
	DIRECCION GENERAL Y/O SUBDIRECCION GENERAL DE OBRAS								
COMITE TECNICO INTERDISCIPLINARIO DEL EMBUDO	D. 5017001. H	TIPO DE ANEXO:	PLAN DE CONDUCCION DE TRAVESIAS	 SACYR	Tipo: MANUTENIMIENTOS	 0 100 200 300 400 500m	2008	PLANOS DE CARRETERAS Y DISTRIBUCION DE MANUTENIMIENTOS	Hoja 1 de 1

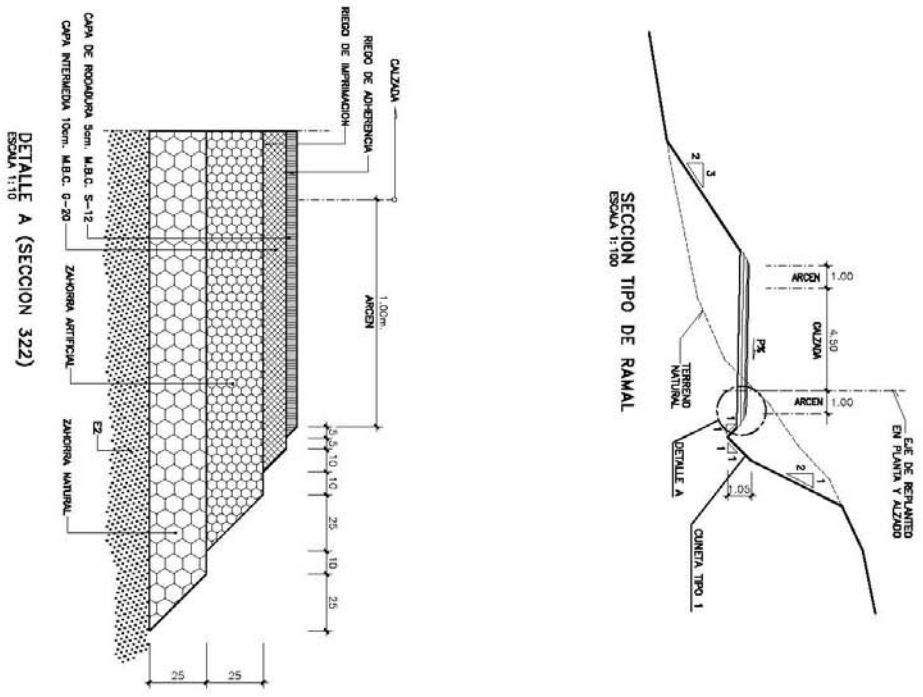
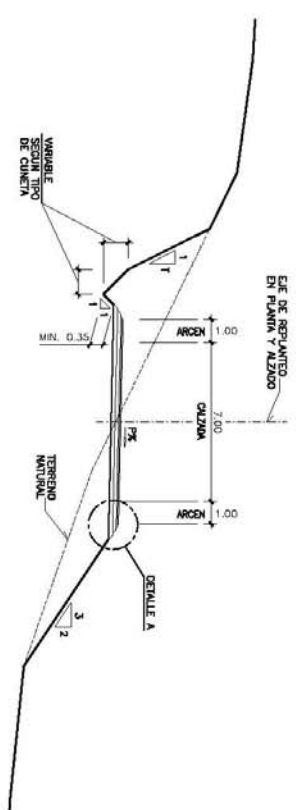
ED 1.34.18 / MRA





P.K.	T
0+000 - 3+590	2
3+590 - 3+720	1
3+720 - 4+570	2
4+570 - 4+890	1
4+890 - 11+488.682	2
0+000 - 0+425	2
0+425 - 0+570	1
0+570 - 0+808.553	2

SECCION TIPO EJES 1, 2, 3 Y 4 (EN CURVA)  
ESCALA 1:100



DETALLE A (SECCION 322)  
ESCALA 1:10

<p>MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE</p>	<p>ESTACION: SECCION EJES 1, 2, 3 Y 4</p>	<p>TITULO DEL PROYECTO:</p>	<p>FECHA:</p>
	<p>DIRECCION GENERAL DEL AGUA</p>	<p>PRESA DE VILLARROYA, AZUO DE SERVICION Y CONSTRUCCION DE LA OBRERA</p>	<p>04/10/1207/12</p>
<p>COMERCIALIZACION: S.A. SOLIZOVI H.</p>	<p>TIPO DE OBRERA:</p>	<p>PRESA DE VILLARROYA, AZUO DE SERVICION Y CONSTRUCCION DE LA OBRERA (ZANORRA)</p>	<p>ESCALA:</p>
			<p>1:100</p>
			<p>FECHA:</p>
			<p>ABRIL 2008</p>
			<p>DISEÑADOR DEL PLANO:</p>
			<p>VARIANTE DE CARRETERAS</p>
			<p>SECCIONES TIPO</p>
			<p>FOHO 1 de 1</p>

#### 4. EFICACIA DE LA PROPUESTA TÉCNICA PARA LA CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS<sup>1</sup>

*Se expondrán aquí las razones que han llevado, de todas las alternativas posibles, a proponer la actuación descrita en 3 para la consecución de los objetivos descritos en 1 y 2..*






*Esta justificación debe ser coherente con los contenidos de los capítulos de viabilidad técnica, ambiental, económica y social que se exponen a continuación y, en ese sentido, puede considerarse como una síntesis de los mismos. En la medida de lo posible, se cuantificará el grado de cumplimiento de los objetivos que se prevé alcanzar con la alternativa seleccionada para lo que se propondrán los indicadores que se consideren más oportunos.*

1. Alternativas posibles para un análisis comparado de coste eficacia (Posibles actuaciones que llevarían a una consecución de objetivos similares en particular en el campo de la gestión de recursos hídricos).




En el Estudio de Impacto Ambiental y Propuesta de Medidas Correctoras del Proyecto de Presa de Mularroya, Azud de Derivación y Conducción de Trasvase se hizo un análisis de las diferentes posibilidades de regulación establecidas en los estudios anteriores e introduciendo, además de los criterios técnicos oportunos, algunos factores medioambientales en el proceso de selección (entorno natural: geología, comunidades vegetales y paisaje, medio socioeconómico: población y yacimientos arqueológicos y paleontológicos).

Del conjunto de posibles actuaciones planteadas quedaron en análisis 8 embalses técnicamente viables, entre los cuales se encontraba el de Mularroya. El análisis ambiental realizado, con las limitaciones impuestas por la escala de trabajo, reflejó que los efectos ambientales de las opciones planteadas eran de magnitud similar, no habiéndose detectado impactos de carácter crítico en ninguno de ellos:

##### Margen izquierda


-  Embalse de Valladar
-  Embalse de Embid, sobre el río Henar
-  Embalse de Moros, sobre el río Manubles
-  Embalse de Ribota, sobre la rambla de Ribota
-  Embalse de Trasobares, sobre el río Isuela

##### Margen derecha

-  Recrecimiento de la Presa de La Tranquera
-  Embalse de Lechago, sobre el río Pancrudo
-  Embalse de Mularroya, sobre el río Grío

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

Atendiendo a los objetivos buscados con la ejecución de una obra de estas características, cuyo fin primordial es la regulación de los recursos hídricos de la cuenca para su aprovechamiento posterior, se observó que la eficacia de las distintas soluciones planteadas presentaba diferencias sensibles:

-  El embalse de Mularroya es la solución que regula la mayor superficie de cuenca, con 7.700 km<sup>2</sup> frente a los 14,3 km<sup>2</sup> del embalse de Ribota (mínimo) o los 1.800 km<sup>2</sup> que consigue regular el embalse de Lechago (máximo).

<sup>1</sup> Originales o adaptados , en su caso, según lo descrito en 2.



- ✚ En relación con capacidad de embalse de las distintas soluciones planteadas, nuevamente destaca el embalse de Mularroya con 160 Hm<sup>3</sup> de capacidad frente a capacidades sensiblemente inferiores del resto (entre 2,13 y 20,5 Hm<sup>3</sup>).
- ✚ Un tercer y último aspecto a considerar serán los objetivos conseguidos con las distintas actuaciones. Con cada una de ellas se consigue regular una superficie de cuenca y controlar los recursos hídricos encaminados, bien a solucionar problemas de avenidas, bien a consolidar y/o ampliar zonas de regadío en diferentes zonas de la cuenca, entre otros. Sin embargo, ninguna de las soluciones estudiadas, con la excepción de Mularroya, mejora las condiciones en el Bajo Jalón. Igualmente y aunque se partiera de la hipótesis de que la regulación en las distintas subcuencas del Jalón, aguas arriba de Mularroya, nos llevaría a un mejor aprovechamiento de los recursos del que se beneficiaría el Bajo Jalón, se observa que construyendo el resto de los embalses analizados, la superficie regulada del sistema no superaría la de Mularroya (4.336 km<sup>2</sup> frente a 7.700 km<sup>2</sup>) ni tampoco se alcanzaría su capacidad de embalse (118,8 Hm<sup>3</sup> frente a 160 Hm<sup>3</sup>).

Se pone de manifiesto, de esta forma, que no existen verdaderas alternativas (entendidas bajo el enfoque del Real Decreto Legislativo 1302/1986 de Evaluación de Impacto Ambiental) al embalse de Mularroya ya que no existen otras cerradas en la cuenca (sin considerar posibles cerradas en las Hoces del Jalón que ambientalmente serían inaceptables), viables técnicamente y capaces de regular la cuenca de la misma forma, especialmente en su tramo medio bajo, ni capaces de almacenar el mismo volumen de recursos hídricos para satisfacer las demandas necesarias en el Bajo Jalón.

No cabe por tanto más que el planteamiento de la construcción o no de la Presa de Mularroya como alternativas de actuación por lo que se ha procedido a evaluar exclusivamente los efectos ambientales del citado proyecto y a definir las medidas de prevención, corrección y compensación de impactos con objeto de someter a la consideración de la administración competente la oportunidad de su construcción.

En este sentido se apuntan a continuación algunas consideraciones al respecto:

- La “no construcción” del Embalse de Mularroya supone seguir en la situación actual, es decir con un río Jalón regulado únicamente por los embalses de La Tranquera, Maidevera y Monteagudo de las Vicarías. En esta situación, el nivel de regulación es bajo, del 40 %, siendo las garantías desiguales. Así, mientras las garantías volumétricas son altas, las garantías temporales son muy deficientes, especialmente en la Rambla de Ribota, río Grío, y Bajo Jalón (aguas abajo de la desembocadura del Grío). Esto puede llegar a comprometer la viabilidad de los cultivos, en años particularmente secos, y disminuye en cualquier caso la productividad de los mismos, frenando la economía de toda la zona.
- La construcción del Embalse de Mularroya significará la aparición de una serie de impactos ambientales negativos sobre los recursos naturales que se han tratado de disminuir al máximo mediante la definición de las correspondientes medidas de corrección. En contraposición, cabe señalar los efectos positivos que se derivarían de la actuación, siendo el principal la laminación de avenidas, una cierta regulación del río Jalón y la consolidación de los regadíos existentes tanto en el Bajo Jalón como en el Grío. Asimismo se mejorarán los caudales del Grío, aguas abajo de la presa, y se incrementarán las garantías de abastecimiento. Teniendo en cuenta que la mayor parte de los habitantes del Bajo Jalón se encuentran vinculados al medio agrícola, bien por ser esta su actividad principal o secundaria, o por encontrarse ocupados en actividades asociadas al sector primario, la consolidación de estos regadíos conllevaría un incremento sustancial del bienestar económico de la población en un entorno que supera con mucho los límites afectados físicamente por la actuación. Por último puede contribuir de forma decisiva a la recarga del acuífero del Campo de Cariñena.

## 5. VIABILIDAD TÉCNICA

*Deberá describir, a continuación, de forma concisa, los factores técnicos que han llevado a la elección de una tipología concreta para la actuación, incluyéndose concretamente información relativa a su idoneidad al tenerse en cuenta su fiabilidad en la consecución de los objetivos (por ejemplo, si supone una novedad o ya ha sido experimentada), su seguridad (por ejemplo, ante sucesos hidrológicos extremos) y su flexibilidad ante modificaciones de los datos de partida (por ejemplo, debidos al cambio climático).*

*Si se dispone del documento de supervisión técnica del proyecto se podrá realizar una síntesis del mismo.*

La solución técnica más viable para la actuación de Mularroya se ha obtenido tras varios estudios de optimización.

El primero ha sido la optimización técnico-económica y ambiental de la conducción de trasvase, entre dos posibilidades: el túnel de trasvase y una impulsión.

El estudio técnico-económico-ambiental puso en evidencia que la solución túnel de trasvase era más idónea por:

- Desde el punto de vista ambiental se trata de una obra que no aflora en superficie y que va lo suficientemente profunda (montera media  $\approx 150$  m) que apenas provoca impactos.
- Desde el punto de vista técnico-económico. Evaluados los costes de construcción, explotación y mantenimiento del túnel de trasvase frente a los costes de construcción, gastos energéticos de explotación y gastos de mantenimiento del bombeo, es mucho más favorable el túnel de trasvase.
- El diámetro interior óptimo del túnel es de 2,90 m. Evaluados costes de construcción frente a caudales transvasados la curva tiene un máximo en el entorno de los 2,90-3,00, lógico, teniendo en cuenta que el trasvase exclusivo al vaso de Mularroya desde el río Jalón es de caudales medios, las avenidas no se aprovechan, puesto que se tendrían que construir un túnel de tamaño desproporcionado y antieconómico.

La solución técnica para la presa de Mularroya se ha obtenido de un proceso de optimización entre tres cerradas y en cada una de ellas dos tipologías:

1. Presa de materiales sueltos heterogénea con núcleo arcilloso, filtros de arena y espaldones resistentes de escollera caliza.
2. Presa de hormigón compactado.

En cuanto a la cerrada óptima; la cimentación más adecuada se realiza sobre el eje situado mas aguas arriba, dado que bajo este se encuentra un único terreno que implica un buen comportamiento frente a deformaciones, unido al hecho de que los materiales que aparecen son impermeables y de resistencia adecuada para cimentar una presa.

En cuanto a la sección tipo de presas, la solución óptima es una presa de materiales sueltos zonificada como se ha descrito más arriba. Los materiales se encuentran en la zona, su extracción apenas va a provocar impactos (puesto que la mayor parte van a extraerse del vaso inundado) y hacen que la construcción sea más económica.

Es la solución óptima desde el punto de vista de la seguridad, puesto que dados los parámetros geomecánicos del cimiento la presa de materiales sueltos es la que menos deformaciones provoca en el cimiento y la que mejor se adaptará a los asientos.

Frente a cambios significativos en las hipótesis de partida la solución global túnel de trasvase-presa de Mularroya es la más flexible, dado que el túnel de trasvase está dimensionado para caudales con más de un 85% de probabilidad de presencia en las condiciones actuales. Hay un amplio margen para que por cualquier motivo, sea éste cual sea, la infraestructura no pierda funcionalidad.

## 6. VIABILIDAD AMBIENTAL

¿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 pro reducción de apuntes hídricos, barreras, ruidos, 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

La obra de toma en el río Jalón se sitúa en un punto del cauce incluido en la ZEPA ES0000299 Desfiladero del río Jalón y del LIC ES24330100 Hoces del Jalón. La afección tanto directa como indirecta se considera de poca entidad. Las características ambientales en el punto de toma, donde se contempla la construcción de un pequeño azud, no presentan especial valor. De acuerdo con los estudios realizados, a pesar del potencial de este tramo de río, los análisis realizados sobre la calidad química de las aguas y el estado de conservación de los sistemas biológicos demuestran deficiencias graves. Además se contempla el mantenimiento de un caudal ecológico que permitirá mejorar las condiciones de las poblaciones piscícolas. En cuanto a la ornitofauna, el referente fundamental es el buitre leonado, presente de forma evidente en la zona, donde mantiene colonias de cría. La afección que las obras del azud de toma y tunel de derivación puedan suponer sobre esta especie en particular, y sobre la ornitofauna de la zona en general, es muy limitada por el carácter puntual de la actuación y las restricciones impuestas en las fechas para la realización de las obras.

2. Describir los efectos sobre el caudal ecológico del río y las medidas consideradas para su mantenimiento así como la estimación realizada para el volumen de caudal ecológico en el conjunto del área de afección.

El proyecto contempla el mantenimiento de un caudal ecológico tanto en el río Jalón, cifrado en 1,89 m<sup>3</sup>/sg, como en el río Grío, cifrado en 0,032 m<sup>3</sup>/sg.

En el caso del río Jalón, este caudal es el establecido en el Plan Hidrológico del Ebro, habiendo demostrado los estudios realizados que con dicho caudal se garantiza el mantenimiento de los ecosistemas existentes. En el caso del río Grío, el caudal ecológico permite garantizar una circulación de agua que en la actualidad no está garantizada, al ser un cauce con un régimen estacional.

### 3. Alternativas analizadas

El proceso de generación de alternativas de regulación y su selección en una primera instancia se remontan a 1975, año en el que se redactó el "Plan de Aprovechamiento Integral y Regularización de Avenidas del Río Jalón y Afluentes" (P.A.I.R.A.). Este Plan, concebido para analizar los recursos hidráulicos de la cuenca en su conjunto y sus posibilidades de aprovechamiento, reflejó la existencia de unos recursos utilizables cifrados en torno a los 350 Hm<sup>3</sup> y formuló una serie de propuestas para su regulación (19 propuestas de actuación).

Con posterioridad se desarrollaron estudios complementarios, como las "Normas de Explotación del Río Jalón" (1982), donde se confirmó la necesidad de recurrir al embalse de Mularroya para regular las aguas del río Jalón en su tramo bajo. En esta fecha, de igual manera, los estudios ambientales tampoco eran preceptivos por lo que no se incluyó un análisis de este tipo en los trabajos planteados.

Ya en 1991, se realizó el "Estudio de Viabilidad del Embalse de Mularroya en el Río Grío, en los Términos Municipales de La Almunia y Otros (Zaragoza)" partiendo de las conclusiones de los estudios previos

mencionados. Su objetivo era comprobar la viabilidad del embalse, encaminándose a verificar y a actualizar la ordenación de los recursos hídricos del río y a definir, al nivel de anteproyecto, las obras del embalse de Mularroya. Se volvieron a analizar diferentes opciones y se concluyó que el embalse de Mularroya era el único capaz de garantizar la fuerte demanda existente en el Bajo Jalón, aguas abajo del Grío, y de regular con eficacia la cuenca del Jalón. Se analizaron también diversos emplazamientos para la presa de Mularroya concluyéndose sobre la ubicación más favorable. En dicho estudio se definieron, además, las principales características del embalse y de las actuaciones complementarias, como el azud de toma y el túnel de trasvase.

En este contexto, para analizar las repercusiones ambientales del proyecto y dar cumplimiento a la legislación correspondiente de evaluación ambiental aprobada a partir de 1986, se incorporó el preceptivo Estudio de Impacto Ambiental al Proyecto de Construcción de la Presa de Mularroya. En el momento de su redacción, sin embargo, ya se habían adoptado muchas de las decisiones que definían el Proyecto, tal y como se ha expuesto con anterioridad. Más concretamente, ya se había llegado a la conclusión que la construcción de la presa de Mularroya era la única posibilidad viable y la más eficaz para regular el cauce bajo del Jalón así como para proporcionar los recursos hídricos necesarios para la consolidación y ampliación de los regadíos del Bajo Jalón. También se habían estudiado y delimitado ya algunos de los principales conceptos de su diseño.

A pesar de ello, en el Estudio de Impacto Ambiental y Propuesta de Medidas Correctoras del Proyecto de Presa de Mularroya, Azud de Derivación y Conducción de Trasvase, se revisó el proceso de selección realizado en los estudios anteriores, haciéndose un análisis de las diferentes posibilidades de regulación establecidas en los referidos estudios e introduciendo, además de los criterios técnicos oportunos, algunos factores medioambientales en el proceso de selección (entorno natural: geología, comunidades vegetales y paisaje, medio socioeconómico: población y yacimientos arqueológicos y paleontológicos).

Se retomó así, en parte, el análisis de alternativas de regulación planteado en 1975 con el P.A.I.R.A. Del conjunto de posibles actuaciones planteadas quedaron en análisis 8 embalses técnicamente viables, entre los cuales se encontraba el de Mularroya. El análisis ambiental realizado, con las limitaciones impuestas por la escala de trabajo, reflejó que los efectos ambientales de las opciones planteadas eran de magnitud similar, no habiéndose detectado impactos de carácter crítico en ninguno de ellos. Sin embargo, ninguna de las soluciones analizadas constituye una alternativa real al embalse de Mularroya, puesto que no son capaces de regular la cuenca de la misma forma ni almacenar los recursos hídricos necesarios para satisfacer las demandas del Bajo Jalón.

No cabe por tanto más que el planteamiento de la construcción o no de la Presa de Mularroya como alternativas de actuación por lo que se procedió a evaluar exclusivamente los efectos ambientales del citado proyecto y a definir las medidas de prevención, corrección y compensación de impactos con objeto de someter a la consideración de la administración competente la oportunidad de su construcción.

#### 4. Impactos ambientales previstos y medidas de corrección proponibles

A continuación se recogen los principales efectos descritos y valorados en el EIA, para posteriormente pasar a describir las medidas propuestas para su corrección.

Uno de los efectos analizados es el producido, sobre la geología y geomorfología, como consecuencia de los elevados volúmenes de tierras que se manejan en la actuación, tanto por los materiales necesarios para la construcción como por los materiales procedentes de la excavación.

Desde el punto de vista de la hidrología, determinante en este tipo de actuaciones, en este caso se da la circunstancia de que la afección se produce sobre dos cauces diferentes. En este sentido destaca la detracción de caudales del Jalón y la introducción en el río Grío de caudales procedentes del Jalón, cuyas aguas presentan una calidad netamente inferior a la del Grío. Dado que los efectos producidos sobre uno u otro cauce difieren bastante, se ha valorado de forma diferenciada el impacto producido sobre cada uno de ellos. Así, en el

río Jalón la valoración viene marcada por la importancia de la detracción de caudales en el total de los caudales circulantes. En este sentido, la afección varía por tramos, habiéndose estudiado para cada uno de ellos los valores de caudales circulantes “con” y “sin” la presa de Mularroya. En cualquier caso, el proyecto parte de la base del necesario mantenimiento de un caudal “mínimo”, o caudal de compensación, por debajo del cual no se produciría trasvase.

Por lo que respecta a los efectos producidos sobre el Grío, la transformación sufrida afecta tanto al régimen como a la calidad de las aguas, que dará lugar a la creación de un embalse de carácter eutrófico, si bien este aspecto no condiciona el uso para el que está destinado el embalse (según recomendaciones de la O.C.D.E.).

Los efectos sobre la hidrogeología se limitan a una posible afección, durante la fase de obras, a las captaciones de la zona de El Frasnó, que podrían ver disminuir su nivel freático como consecuencia de las obras de construcción del túnel de trasvase. En relación a la zona del embalse, el Estudio de filtraciones realizado refleja que, en el caso de producirse pérdidas en el vaso, estas serían de muy escasa entidad.

En cuanto a la vegetación, la actuación provoca la pérdida irreversible de la vegetación existente en una superficie de unas 470 ha, ocupadas por el vaso del embalse, a las que hay que añadir las correspondientes a la reposición de las carreteras afectadas, a las zonas de préstamos, etc. No obstante, la valoración final ha venido condicionada por la existencia en las inmediaciones de la cerrada de los llamados “relictos geomorfológicos”, de elevado interés científico y didáctico y otras comunidades protegidas como el *Thymus loscosi* y la *Centaurea pinnata*.

El impacto sobre la fauna se ha valorado también de forma diferenciada para el entorno del azud de toma y para la zona del embalse de Mularroya. En el caso del primero, se ha tenido en consideración fundamentalmente el efecto producido sobre las poblaciones piscícolas del Jalón y sobre la comunidad ornítica de la ZEPA “Desfiladero del río Jalón”. En cuanto a la fauna piscícola, los principales efectos son los derivados de la detracción de caudales y de la presencia del azud de toma, y consiguiente “efecto barrera”. En el caso de la detracción de caudales, las cantidades trasvasadas en la época más perjudicial para el conjunto de las especies inventariadas, de Marzo a Agosto, no son muy importantes en relación con los caudales circulantes. Por lo que respecta a las aves, se han considerado fundamentalmente las molestias que pudieran tener lugar como consecuencia de la realización de las obras. En cuanto a la fauna en el área del futuro embalse, se han previsto efectos positivos y negativos, los primeros se derivan de la creación de nuevos habitats que pueden favorecer el desarrollo de especies acuáticas, mientras que los segundos derivan de la destrucción de ecosistemas provocada por el embalse, si bien la valoración de estos ecosistemas está condicionada por el grado de antropización del entorno.

En cuanto al impacto producido sobre el paisaje, se ha valorado teniendo en cuenta la magnitud del impacto producido de forma diferenciada por las distintas actuaciones de la obra: embalse, reposición de carreteras, necesidad de préstamos y vertederos, etc.

En cuanto a los efectos sobre el Medio Socioeconómico, se dan una serie de ventajas e inconvenientes que se han valorado en el Estudio de forma diferenciada y que cabe sintetizar de la siguiente manera.

El principal efecto positivo derivado de la actuación constituye el objetivo final de la misma, es decir, la consolidación de la zona regable del bajo Jalón, que beneficia a numerosos términos municipales en los que el sector agrario ocupa, de forma principal o secundaria, a gran parte de la población. Asimismo se ha considerado para la valoración de los efectos la posible ampliación de la zona regable en 5.000 ha., objetivo definido en el P.H.E. y que únicamente es factible en caso de construirse la Presa de Mularroya.

Además de este impacto positivo de gran magnitud, se han definido otros efectos como un incremento temporal en: la demanda de mano de obra, con la consiguiente creación de empleo, materiales y servicios.

En el grupo de los efectos negativos se encuentra la necesidad de expropiación de servicios, superficies de uso agrícola, y viviendas de segunda residencia.

En cuanto al Patrimonio Cultural, las actuaciones proyectadas provocarían la pérdida de un total de 6 yacimientos arqueológicos de distintas cronologías, además de una afección de carácter indirecto a otros 3. Entre los yacimientos paleontológicos únicamente se vería afectado un yacimiento del Cámbrico medio situado por debajo de la cota del embalse.

A partir de las valoraciones anteriores se ha obtenido un valor global del impacto producido por la actuación, para lo cual se ha recurrido a la realización de un análisis multicriterio. El resultado obtenido a partir del mismo refleja que el impacto global producido por la actuación se corresponde con el COMPATIBLE- MODERADO.

Con objeto de minimizar los impactos detectados, en el capítulo de medidas correctoras se han definido, de forma diferenciada para cada aspecto del medio, las posibles medidas a adoptar. Entre estas cabe destacar las siguientes:

Con objeto de proteger las características geomorfológicas, los suelos, la vegetación, y de forma indirecta la fauna, se ha propuesto la ubicación en el interior del vaso del embalse de todas las actuaciones propias de las obras como instalaciones de obra, acúmulo de materiales, préstamos, etc. En el caso de préstamos, así como para los vertederos, será necesario exigir al Contratista de las obras la realización de un Plan de Restauración en el que se indique la ubicación, tratamiento, y labores de restauración a aplicar en las zonas de préstamo y vertedero. El EIA recoge una propuesta de actuación basada en el máximo aprovechamiento de los materiales excedentes de las excavaciones para la construcción de los distintos elementos de la obra (taludes de terraplén, obras de defensa de desembocadura, etc.), así como la utilización de préstamos ya en explotación, o de canteras abandonadas como vertederos. Asimismo y con carácter general se propone una serie de actuaciones encaminadas a proteger el entorno de las obras, para lo cual se procederá a delimitar las zonas de tránsito de maquinaria, caminos de acceso, etc.

Como medidas correctoras de carácter específico cabe señalar las siguientes:

En cuanto a las medidas a adoptar en el río Jalón, la fundamental es el mantenimiento de un caudal de compensación que se ha cifrado en 1,89 m<sup>3</sup>/sg, cifra propuesta en el Plan Hidrológico y validada en el EIA.

En cuanto a medidas de protección de la vegetación, se propone la realización de prospecciones para determinar la presencia y distribución de las especies protegidas, así como el trasplante de especies y el seguimiento de la posterior evolución de las comunidades vegetales de interés.

Otra medida, encaminada a la protección del paisaje y a la compensación de la pérdida de vegetación provocada, constituye el establecimiento de plantaciones en las zonas alteradas, como taludes de las carreteras a reponer, cerrada, riberas ríos Jalón y Grío, etc.

Como medidas propuestas para la corrección de impactos sobre la fauna se encuentran: la programación espacial y temporal de las obras, evitando la realización de voladuras en la entrada del túnel en la época de cría y nidificación de Buitre leonado y Águila perdicera, y evitando la construcción del azud en la época de freza de los ciprínidos. Otra medida concreta, recogida en el Proyecto del Azud de toma, es la construcción de una escala de peces que permita el tránsito de las especies presentes, en este caso de ciprínidos.

Por último, y por lo que respecta a medidas correctoras del impacto sobre el medio socioeconómico, las medidas propuestas se centran en: adecuada valoración de los bienes expropiados, fomento de la instalación de alternativas de ocio al amparo del embalse, canalización de las demandas creadas durante la fase de obras hacia los términos municipales del entorno, etc.

Desde el punto de vista del Patrimonio Cultural, se propone la documentación, prospección, y/o excavación de los distintos yacimientos o bienes de interés etnológico afectados. Como medida correctora más singular se propone el traslado del acueducto del Barranco del Infierno hasta una cota en la que permanezca al margen de la inundación. Asimismo se propone la presencia en obra durante la fase de construcción de técnicos especialistas, arqueólogo y paleontólogo, este último especialmente durante la extracción de los materiales del Precámbrico del túnel de trasvase.

Una vez definidas las medidas correctoras a aplicar, se ha incluido la definición del Impacto residual, entendiendo como tal el que resulta tras la aplicación de las medidas propuestas. En este sentido se ha realizado una valoración del impacto resultante sobre cada aspecto del medio después de la aplicación de las medidas correctoras, para posteriormente calcular el impacto global correspondiente, siguiendo la misma metodología utilizada anteriormente (Análisis multicriterio). Como consecuencia de la aplicación de esta se obtiene que el Impacto Final tras la aplicación de las medidas correctoras es COMPATIBLE.

#### 5. Medidas compensatorias tenidas en cuenta

Los efectos previstos se pueden corregir con la aplicación de las medidas protectoras y correctoras propuestas. La magnitud de la afección a los espacios de Red Natura 2000 no requiere la aplicación de medidas compensatorias.

#### 6. Efectos esperables sobre los impactos de las medidas compensatorias.

La actuación no contempla medidas compensatorias

#### 7. Costes de las medidas compensatorias.

No se proponen medidas compensatorias

#### 8. Si el proyecto ha sido sometido a un proceso reglado de evaluación ambiental se determinarán los trámites seguidos, fecha de los mismos y dictámenes.

El proyecto ha sido sometido al procedimiento reglado de Evaluación de Impacto Ambiental, siendo el proceso seguido el siguiente.

El proceso se inició con la remisión, en fecha 15 de septiembre de 1994, de la Memoria Resumen por parte de la Dirección General de Obras Hidráulicas a la Dirección General de Política Ambiental, para el inicio del periodo de consultas previas.

El 3 de julio de 1995, la Dirección General de Política Ambiental dio traslado a la Dirección General de Obras Hidráulicas de las respuestas recibidas.

El Estudio de Impacto Ambiental se redactó entre los años 1995 y 1996.

El 23 de mayo de 2001, se inicia el proceso de Información Pública, al que se someten de forma conjunta el proyecto y el Estudio de Impacto Ambiental.

Analizado el EIA, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental detectó carencias en el mismo. Por tal motivo el 14 de enero de 2003 se efectuaron consultas complementarias para actualizar la información, ya que las consultas previas se habían realizado en el año 1995.

Una vez recogidas las opiniones de los consultados, se requiere al promotor una documentación complementaria analizando determinados aspectos no recogidos en el EIA original.



El estudio complementario se recibe en la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental en fecha 30 de septiembre de 2003.

La Declaración de Impacto Ambiental se formula mediante Resolución de 25 de noviembre de 2003, publicada en el BOE de fecha 11 de diciembre de 2003.

9. 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, se incluirá su justificación, haciéndose referencia a los análisis de características y de presiones e impactos realizados para la demarcación durante el año 2005.*

*En el caso de haberse señalado la segunda de las opciones anteriores, se cumplimentarán los dos apartados siguientes (A y B), aportándose la información que se solicita.*

A. Las principales causas de afección a las masas de agua son:

- 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*): \_\_\_\_\_

B. Se verifican las siguientes condiciones (I y II) y la actuación se justifica por las siguientes razones (III, IV) que hacen que sea compatible con lo previsto en el Artículo 4 de la Directiva Marco del agua:

I. Se adoptarán todas las medidas factibles para paliar los efectos adversos en el estado de las masas de agua afectadas

Descripción<sup>2</sup>:

La actuación contempla la construcción de un embalse, por lo que supone una modificación evidente en las características físicas del cauce y en el régimen de las aguas que pasa de lótico a lentic. La caracterización de la masa de agua en el río Grío se verá modificada, pasando a ser una "Masa de agua superficial modificada". Los objetivos de calidad son diferentes para este tipo de masas.

Los efectos que pueden tener lugar y las medidas propuestas ya se han recogido en el apartado 4.

II La actuación está incluida o se justificará su inclusión en el Plan de Cuenca.

- a. La actuación está incluida
- b. Ya justificada en su momento
- c. En fase de justificación
- d. Todavía no justificada

<sup>2</sup> Breve resumen que incluirá las medidas compensatorias ya reflejadas en 6.5. que afecten al estado de las masas de agua

III. 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

IV 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

## 7. ANÁLISIS FINANCIERO Y DE RECUPERACIÓN DE COSTES

*El análisis financiero tiene como objetivo determinar la viabilidad financiera de la actuación, considerando el flujo de todos los ingresos y costes (incluidos los ambientales recogidos en las medidas de corrección y compensación establecidas) 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, de acuerdo con lo dispuesto en la Directiva Marco del Agua (Artículo 9).*

*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, y explotación y mantenimiento en el año en que alcanza su pleno funcionamiento. Cálculo del precio (en €/m<sup>3</sup>) que hace que el "VAN del flujo de los ingresos menos el flujo de gastos se iguale a 0" en el periodo de vida útil del proyecto

### **VAN**

*El método de cálculo/evaluación del análisis financiero normalmente estará basado en el cálculo del **VAN (Valor Actual Neto)** de la inversión.*

*El **VAN** es la diferencia entre el valor actual de todos los flujos positivos y el valor actual de todos los flujos negativos, descontados a una tasa de descuento determinada (del 4%), y situando el año base del cálculo aquel año en que finaliza la construcción de la obra y comienza su fase de explotación.*

*La expresión matemática del VAN es:*

$$\text{VAN} = \sum_{i=0}^t \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^t}$$

*Donde:*

*B<sub>i</sub> = beneficios*

*C<sub>i</sub> = costes*

*r = tasa de descuento = 0'04*

*t = tiempo*

*Nota: Para el cálculo del VAN se puede utilizar la tabla siguiente. Para introducir un dato, comenzar haciendo doble "clic" en la casilla correspondiente.*

**Introduzca Información Únicamente en las Celdas Azules**

Costes Inversión	Vida Util	Total
Terrenos	50	16.172.266,41
Construcción	50	165.491.877,58
Equipamiento		
Asistencias Técnicas	50	15.650.588,69
Tributos		
Otros	50	7.408.701,47
IVA		
Valor Actualizado de las Inversiones		204.723.434,15

Costes de Explotación y Mantenimiento	Total
Personal	
Mantenimiento	231.976,28
Energéticos	
Administrativos/Gestión	
Financieros	
Otros	
Valor Actualizado de los Costes Operativos	231.976,28

Año de entrada en funcionamiento	2015
m3/día facturados	165.400
Nº días de funcionamiento/año	365
Capacidad producción:	60.371.000
Coste Inversión	204.723.434,15
Coste Explotación y Mantenimiento	231.976,280

Porcentaje de la inversión en obra civil en(%)	100
Porcentaje de la inversión en maquinaria (%)	
Periodo de Amortización de la Obra Civil	50
Período de Amortización de la Maquinaria	10
Tasa de descuento seleccionada	4
COSTE ANUAL EQUIVALENTE OBRA CIVIL €/año	9.529.917
COSTE ANUAL EQUIVALENTE MAQUINARIA €/año	0
COSTE DE REPOSICIÓN ANUAL EQUIVALENTE €/año	9.529.917
Costes de inversión €/m3	0,1579
Coste de operación y mantenimiento €/m3	0,0038
Precio que iguala el VAN a 0	0,1617

## 2. Plan de financiación previsto

Miles de Euros					
FINANCIACION DE LA INVERSIÓN	1	2	3	...	Total
Aportaciones Privadas (Usuarios)				...	Σ
Presupuestos del Estado	204.723,4				204.723,4...
Fondos Propios (Sociedades Estatales)					Σ
Prestamos					Σ
Fondos de la UE					Σ
Aportaciones de otras administraciones					Σ
Otras fuentes				...	Σ
Total	204.723,4.				204.723,4...

## 3. Si la actuación genera ingresos (si no los genera ir directamente a 4)

### Análisis de recuperación de costes

Miles de Euros						
Ingresos previstos por canon y tarifas (según legislación aplicable)	1	2	3	...	50	Total
Uso Agrario	3.168	3.168	3.168		3.168	158.400
Uso Urbano	83	83	83		83	4.150
Uso Industrial	54	54	54		54	2.700
Uso Hidroeléctrico	138	138	138		138	6.900
Otros usos	7	7	7		7	350
Total INGRESOS	3.950	3.950	3.950	...	3.950	172.500

Miles de Euros					
	Ingresos Totales previstos por canon y tarifas	Amortizaciones (según legislación aplicable)	Costes de conservación y explotación (directos e indirectos)	Descuentos por laminación de avenidas	% de Recuperación de costes Ingresos/costes explotación amortizaciones
TOTAL	172.500	167.054	11.599	41.476	96,5 %

A continuación describa el sistema tarifario o de cánones vigentes de los beneficiarios de los servicios, en el área donde se ejecuta el proyecto. Se debe indicar si se dedican a cubrir los costes del suministro de dichos servicios, así como acuerdos a los que se haya llegado en su caso.

- Abastecimiento. Se aplicará la tarifa de abastecimiento y saneamiento vigente en el momento.
- Agrario. Se consolidan unas 21.240 ha y se transforman en regadío 5.000 ha más. El riego de estas 26.240 ha puede suponer una cantidad orientativa anual de: 26.240 ha x 120,73 €/ha /año = 3.168.000.-€/año.
- Se ha estudiado un aprovechamiento hidroeléctrico en pie de presa que puede producir unos ingresos anuales que rondan los 138.000.-€. El explotador se supone que va a ser el Estado
- La consolidación y aumento de la producción agraria de alta calidad y rendimiento, genera el aumento de industrias derivadas, fundamentalmente conserveras, que provocarán un incremento de la renta notable en toda la zona.
- El descuento por laminación de avenidas es de un 20 %.

4. Si no se recuperan los costes totales, incluidos los ambientales de la actuación con los ingresos derivados de tarifas **justifique a continuación** la necesidad de subvenciones públicas y su importe asociados a los objetivos siguientes:

1. Importe de la subvención en valor actual neto (Se entiende que el VAN total negativo es el reflejo de la subvención actual neta necesaria):  
\_\_\_3.592.236\_\_\_ millones de euros (Se supone un tipo de interés medio del 4% en el periodo de 50 años)

2. Importe anual del capital no amortizado con tarifas (subvencionado):  
\_\_\_150.336,5\_\_\_ millones de euros

3. Importe anual de los gastos de explotación no cubiertos con tarifas (subvencionados):  
\_\_\_10.451,2\_\_\_ millones de euros

4. Importe de los costes ambientales (medidas de corrección y compensación) no cubiertos con tarifas (subvencionados):  
\_\_\_Los costes ambientales están implícitos en el coste total de la infraestructura\_\_\_ millones de euros

5. ¿La no recuperación de costes afecta a los objetivos ambientales de la DMA al incrementar el consumo de agua?

- a. Si, mucho
- b. Si, algo
- c. Prácticamente no
- d. Es indiferente
- e. Reduce el consumo

Justificar:

No pues dentro de los costes están implícitos los que implica el respetar la DMA.

6. Razones que justifican la subvención

A. La cohesión territorial. La actuación beneficia la generación de una cifra importante de empleo y renta en un área deprimida, ayudando a su convergencia hacia la renta media europea:

- a. De una forma eficiente en relación a la subvención total necesaria
- b. De una forma aceptable en relación a la subvención total necesaria
- c. La subvención es elevada en relación a la mejora de cohesión esperada
- d. La subvención es muy elevada en relación a la mejora de cohesión esperada

Justificar la contestación:

Los pueblos de aguas abajo podrán revitalizarse gracias a la disponibilidad de caudales y de la mejora del entorno

## B. Mejora de la calidad ambiental del entorno

- a. La actuación favorece una mejora de los hábitats y ecosistemas naturales de su área de influencia x
- b. La actuación favorece significativamente la mejora del estado ecológico de las masas de agua x
- c. La actuación favorece el mantenimiento del dominio público terrestre hidráulico o del dominio público marítimo terrestre x
- d. En cualquiera de los casos anteriores ¿se considera equilibrado el beneficio ambiental producido respecto al importe de la subvención total?
  - a. Si x
  - b. Parcialmente si
  - c. Parcialmente no
  - d. No

Justificar las respuestas:

La actuación mejorará la calidad ambiental de la zona aguas abajo del azud de derivación y en el curso del río Grío, aguas abajo de la presa, al mantener unos caudales de mantenimiento que en época de estiaje no se están produciendo ahora.

## C. Mejora de la competitividad de la actividad agrícola

- a. La actuación mejora la competitividad de la actividad agrícola existente que es claramente sostenible y eficiente a largo plazo en el marco de la política agrícola europea X
- b. La actuación mejora la competitividad pero la actividad agrícola puede tener problemas de sostenibilidad hacia el futuro
- c. La actuación mejora la competitividad pero la actividad agrícola no es sostenible a largo plazo en el marco anterior
- d. La actuación no incide en la mejora de la competitividad agraria
- e. En cualquiera de los casos anteriores, ¿se considera equilibrado el beneficio producido sobre el sector agrario respecto al importe de la subvención total?
  - a. Si X
  - b. Parcialmente si
  - c. Parcialmente no
  - d. No

Justificar las respuestas:

Los cultivos de la vega media y baja del río Jalón son leñosos (manzana, pera, melocotón, cereza, etc.) de una alta rentabilidad. La construcción de la infraestructura por un lado asegura la práctica totalidad de las cosechas y asegura el aumento de la zona regable con cultivos con un bajo consumo de agua. El aumento porcentual de la rentabilidad en estos cultivos se cifra en cinco puntos.

La rentabilidad media aproximada de los distintos cultivos en la zona es:

1. Manzana; rentabilidad 18,42 %
2. Pera; rentabilidad 15,19 %
3. Melocotón; rentabilidad 17,01 %
4. Cereza; rentabilidad 13,63%

D. Mejora de la seguridad de la población, por disminución del riesgo de inundaciones o de rotura de presas, etc.

- a. Número aproximado de personas beneficiadas: \_\_\_\_\_ 30.000 \_\_\_\_\_
- b. Valor aproximado del patrimonio afectable beneficiado: \_ 1.500 millones de euros \_\_\_\_\_
- c. Nivel de probabilidad utilizado: avenida de periodo de retorno de \_\_ 1.000 \_\_ años
- d. ¿Se considera equilibrado el beneficio producido respecto al importe de la subvención total?

- a. Si
- b. Parcialmente si
- c. Parcialmente no
- d. No

Justificar las respuestas:

E. Otros posibles motivos que, en su caso, justifiquen la subvención (*Detallar y explicar*)

- a) Aumentar la regulación del río Jalón, consiguiendo de esta forma aumentar las garantías de suministro de agua para abastecimiento, riego y otros usos en el eje del Jalón en su tramo medio y bajo.
- b) Conseguir recursos para aumentar la superficie de riego en la zona media y baja del Jalón de acuerdo al Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro.
- c) Contribuir a la recarga del acuífero de Alfamén, denominado actualmente Unidad Hidrogeológica Campo de Cariñena.
- d) Laminar avenidas en el río Grío, aguas abajo de la partida de Mularroya
- e) Asegurar un caudal de mantenimiento del río de acuerdo a su régimen estacional.

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

El explotador de la infraestructura va a ser la Confederación Hidrográfica del Ebro. Los costes de explotación y mantenimiento se cubrirán con el cobro del canon de regulación.



## 8. ANÁLISIS SOCIO ECONÓMICO

*El análisis socio económico de una actuación determina los efectos sociales y económicos esperados del proyecto que en último término lo justifican. Sintéticelo a continuación y, en la medida de lo posible, realícelo a partir de la información y estudios elaborados para la preparación de los informes del Artículo 5 de la Directiva Marco del Agua basándolo en:*

### 1. Necesidades de nuevas aportaciones hídricas para abastecer a la población

#### a. Población del área de influencia en:

1991: 47.797 habitantes

1996: 48.576 habitantes

2001: 49.324 habitantes

Padrón de 31 de diciembre de 2004: 53.071 habitantes

#### b. Población prevista para el año 2015: 65.000 habitantes

#### c. Dotación media actual de la población abastecida: \_\_\_\_\_ 240\_ l/hab y día en alta

#### d. Dotación prevista tras la actuación con la población esperada en el 2015: \_\_\_\_\_ 280\_ l/hab y día en alta

Observaciones:

La zona sufre un incremento de población espectacular en épocas de recolección.

La dotación de abastecimiento tiene tendencia a incrementarse, debido a que los hábitos de higiene están evolucionando hacia positivo constantemente en los núcleos rurales, esto implica un mayor consumo de agua por habitante y día a futuro.

Las tarifas que se están pagando actualmente en varios ayuntamientos de la zona son:

Hasta 30 m <sup>3</sup>	al semestre	6,85 €
De 31 a 50 m <sup>3</sup>	al semestre	0,38 €/m <sup>3</sup>
Más de 50 m <sup>3</sup>	al semestre	0,50 €/m <sup>3</sup>

### 2. Incidencia sobre la agricultura:

#### a. Superficie de regadío o a poner en regadío afectada: 26.240 ha.

#### b. Dotaciones medias y su adecuación al proyecto.

1. Dotación actual: \_\_\_\_\_ 9.319 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/ha.

2. Dotación tras la actuación: \_\_\_\_\_ 9.319 \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/ha.

Observaciones:

Con la regulación actual del Jalón y con la dotación actual las garantías no superan el 30 %. La dotación se mantendrá y el aumento de la eficiencia de riego hará que el agua neta en el cultivo aumente sensiblemente sin necesidad de aumento de dotación, de esta forma se superará el estrés hídrico de las plantas.

El consumo medio actual por términos municipales afectados por la nueva infraestructura es el mostrado en el cuadro adjunto:

TERMINOS MUNICIPALES	SITUACION ACTUAL	
	RIEGO SUPERFICIAL (ha)	AGUA DISTRIBUIDA Y FACTURADA (miles m <sup>3</sup> )
Alagón	1.659	4.638
Alcalá	424	1.185
Alfamén	431	1.205
Almonacid	683	1.909
Almunia	2.690	7.520
Bárboles	991	2.771
Bardallui	421	1.177
Cabañas de Ebro	540	1.510
Calatorao	530	1.482
Epila	1.130	3.159
Figuieruelas	1.021	2.854
Grisén	399	1.115
La Joyosa	499	1.395
Lucena	354	990
Luceni	61	171
Lumpiaque	180	503
Pedrola	1.527	4.269
Pinseque	828	2.315
Plasencia	462	1.292
Pleitas	133	372
Ricla	1.012	2.829
Rueda	471	1.317
Salillas	199	556
Sobradiel	590	1.649
Torres	1.113	3.112
Urrea	445	1.244
Utebo	770	2.153
Zaragoza	1.677	4.688
<b>Totales</b>	<b>21.240</b>	<b>59.381</b>

Actualmente el canon medio por hectárea de regadío en la zona es de 24,703 €/ha y año.

### 3. Efectos directos sobre la producción, empleo, productividad y renta

1. Incremento total previsible sobre la producción estimada en el área de influencia del proyecto

A. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo
- g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?
1. primario
2. construcción
3. industria
4. servicios

Justificar las respuestas:

B. DURANTE LA EXPLOTACIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo
- g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?
1. primario
2. construcción
3. industria
4. servicios

La construcción de la presa va a necesitar mano de obra que en gran parte van a ser trabajadores de la zona. De la misma manera, los servicios existentes (restaurante, hostales, bancos, etc.) registrarán un aumento notable de actividad.

Durante la explotación de la infraestructura será el sector primario el que se verá directamente y positivamente influenciado, puesto que se aumentan las garantías de riego sobre la superficie actual y sobre las nuevas hectáreas que pueden ser transformadas.

4. Incremento previsible en el empleo total actual en el área de influencia del proyecto.

A. DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo
- g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?
1. primario
2. construcción
3. industria
4. servicios

Justificar las respuestas:

B. DURANTE LA EXPLOTACIÓN

- a. Muy elevado
- b. elevado
- c. medio
- d. bajo
- e. nulo
- f. negativo
- g. ¿en qué sector o sectores se produce la mejora?
1. primario
2. construcción
3. industria
4. servicios

La construcción de la presa va a necesitar mano de obra que en gran parte van a ser trabajadores de la zona. De la misma manera, los servicios existentes (restaurante, hostales, bancos, etc.) registrarán un aumento notable de actividad.

Durante la explotación de la infraestructura será el sector primario el que se verá directamente y positivamente influenciado, puesto que se aumentan las garantías de riego sobre la superficie actual y sobre las nuevas hectáreas que pueden ser transformadas. La repercusión que tendrá el aumento de actividad económica en fase de explotación de la presa, no tendrá un reflejo proporcional en la creación de empleo, que será relativamente menor.

5. La actuación, al entrar en explotación, ¿mejorará la productividad de la economía en su área de influencia?

- a. si, mucho
- b. si, algo
- c. si, poco
- d. será indiferente
- e. la reducirá
- f. ¿a qué sector o sectores afectará de forma significativa?
  - 1. agricultura
  - 2. construcción
  - 3. industria
  - 4. servicios

Justificar la respuesta

Es evidente que al aumentarse la zona regable y asegurar la producción del total de la misma, la economía de la zona se verá influenciada positivamente.

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

La creación de un lago en la zona dará un claro impulso turístico a toda la zona.

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

- 1. Si, muy importantes y negativas
- 2. Si, importantes y negativas
- 3. Si, pequeñas y negativas
- 4. No
- 5. Si, pero positivas

Justificar la respuesta

## 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: **VIABLE**

1. Viabile

2. Viable con las siguientes condiciones:

a) En fase de proyecto

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

b) En fase de ejecución

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

3. No viable

Fdo.:

Nombre: Raimuno Lafuente Dios

Cargo: Jefe del Área de Proyectos y Obra I

Institución: Confederación Hidrográfica del Ebro



**Informe de viabilidad correspondiente a:**

Título de la Actuación: **PRESA DE MULARROYA, AZUD DE DERIVACIÓN Y CONDUCCIÓN DE TRASVASE**

Informe emitido por: **Confederación Hidrográfica del Ebro**

En fecha: **Septiembre 2007**

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 General para el Territorio y la Biodiversidad, autorizándose su difusión pública sin condicionantes previos.

Se aprueba por esta Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad, autorizándose su difusión pública, con los siguientes condicionantes:

- De acuerdo con lo establecido en el artículo 4.7 de la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE), el futuro Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Ebro incluirá información sobre esta actuación que justifique la conveniencia de su realización. Concretamente se justificará el que los beneficios económicos y sociales derivados del aumento de regulación en el río Jalón no pueden conseguirse con una alternativa con menores impactos ambientales.

No se aprueba por esta Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad. El órgano que emitió el informe deberá proceder a replantear la actuación y emitir un nuevo informe de viabilidad

Madrid, a 25 de septiembre de 2007

El Secretario General para el Territorio y la Biodiversidad

Fdo. Antonio Serrano Rodríguez