

CAPÍTULO I

MEMORIA

CAPÍTULO I

MEMORIA

0. NATURALEZA DEL DOCUMENTO

Con fecha 16 de diciembre de 2002 se adjudicó el concurso para la realización de la "ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA REDACCIÓN DE LOS PLANES DE EMERGENCIA ANTE EL RIESGO DE LA AVERÍA GRAVE O ROTURA, Y DE LAS NORMAS DE EXPLOTACIÓN DE LAS PRESAS Y LOS EMBALSES DE TITULARIDAD ESTATAL EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA DEL SEGURA. GRUPO II, TT.MM. (MURCIA)" a la empresa AGUA Y ESTRUCTURAS S.A. (AYESA) rubricándose el contrato con fecha 20 de diciembre de 2002.

Dentro de los objetivos de esta Asistencia Técnica se encuentra la realización de una serie de estudios monográficos y la redacción de los Documentos XYZT, Normas de Explotación, Planes de Emergencia, Informe de Primera Revisión e Informe de Análisis General de la Seguridad de las presas pertenecientes al grupo II (Alfonso XIII, Argos, Rambla del Moro, Rambla del Judío, La Risca, Moratalla, Morrón y Rambla de El Cárcabo).

El documento presente titulado *Documento XYZT de la presa de Alfonso XIII*, forma parte de los resultados de la Asistencia Técnica antes mencionada.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.

1.1. Generalidades.

Los fenómenos como las lluvias torrenciales o las inundaciones no son extraños en la cuenca del Segura. Los daños producidos por el agua han supuesto históricamente una preocupación para los habitantes de la zona desde el punto de vista de las pérdidas económicas y humanas.

La larga serie de avenidas acaecida sobre la década de 1870, y principalmente la sufrida el día 15 de octubre de 1879, catalogada de altamente catastrófica, provocó la celebración en Murcia, en marzo de 1885, del *Congreso contra las Inundaciones de la Región de Levante*, de cuyas conclusiones se desarrolló un amplio plan de defensa contra las inundaciones titulado *Proyecto de obras de defensa contra las inundaciones en el valle del Segura*, firmado en el año 1886. El pantano en el río Quípar estaba incluido como obra a estudiar dentro de este plan.

Posteriormente, con la entrada en vigor del Plan General de Defensa contra Avenidas de la Cuenca del Segura de 1977, el embalse de Alfonso XIII ha pasado a integrarse en el esquema general de dicho plan.

El río Quípar pertenece a los afluentes de la margen derecha del tramo medio del Segura (como Moratalla, Argos y Mula) que se caracterizan por transportar caudales permanentes pero de escasa entidad, que en la mayoría de los casos son consumidos localmente, sin aportar retornos significativos al Segura.

La presa de Alfonso XIII, está emplazada en una cerrada del río Quípar, en el Término Municipal de Calasparra (Murcia). Se trata de una presa de mampostería ciclópea de gravedad y planta curva.

El presente Documento XYZT reemplaza al anterior, redactado en el año 1994, y recoge las modificaciones realizadas en la presa y sus instalaciones complementarias a partir de dicho año y que obviamente no están contempladas en el anterior documento.

1.2. Finalidad del aprovechamiento.

Sus misiones fundamentales son las de aportar volúmenes de agua para el riego al cauce principal del río Segura (ésta se encuentra muy cerca de la unión del Quípar con el Segura) y la laminación de las avenidas de la cuenca.

Con esta presa se evitan caudales punta que se sumarían a los del río en el caso de un aguacero generalizado en la cuenca del Segura.

1.3. Antecedentes Administrativos

El Proyecto Primitivo está fechado en 1893, siendo posteriormente modificado, en virtud de prescripciones impuestas por Orden Ministerial de 12 de febrero de 1901.

El Proyecto definitivo de la "Presa para el Pantano de Alfonso XIII" fue redactado con fecha de 30 de agosto de 1902 y aprobado por Real Decreto de 10 de septiembre de 1903. El cálculo del Embalse se efectuó tomando como base el plano general que acompañaba al redactado por la Comisión de Estudios el 31 de mayo de 1893.

El día 25 del mes de abril de 1902 se aprobó el Plan Nacional de Obras Hidráulicas, cuya vigencia duraría hasta 1926, año en el que se creó la Confederación Sindical Hidrográfica del Segura, iniciándose entonces una serie de estudios como fue la Ordenación General de los Ríos que abarcaban a toda la Cuenca del Segura.

Dentro de este Plan Nacional, también llamado el Plan Gasset, estaba el Proyecto de Construcción del Pantano del Quípar, cuya autorización para la ejecución de sus obras fue concedida por Orden Ministerial del 5 de septiembre del año 1903, dándose comienzo de inmediato los trabajos, para finalizarlos en el año 1915.

Aun cuando al efectuar el replanteo de las obras y examinar el estrecho donde habría de emplazarse la presa, a la vista del plano de detalle del proyecto, se encontraron algunas diferencias notables, no se consideró necesaria la comprobación de todo el plano del embalse, si bien, posteriormente, se realizó ejecutando un nuevo plano del embalse que se presentó en el Primer Proyecto Reformado.

Durante la ejecución de las obras, por Orden Ministerial de 14 de marzo de 1908, se aprobó dicho Primer Proyecto Reformado de la Presa del Pantano de Alfonso XIII; posteriormente, por Orden Ministerial de 13 de julio de 1911, el Segundo Proyecto Adicional de la Presa del Pantano de Alfonso XIII, más tarde, con fecha de 1 de febrero de 1916, el Tercer Adicional de la Presa del Pantano de Alfonso XIII, y por último en 1918 se aprobó el cuarto Proyecto Adicional.

El contenido de todas estas reformas se refleja en el apartado 2.2 referente a la construcción de la presa.

Las compuertas del desagüe de fondo y las válvulas de la toma de agua fueron objeto de Concurso especial aprobado por Orden Ministerial de 11 de septiembre de 1913, cuya ejecución fue autorizada por Orden Ministerial de 24 de abril de 1914 y adjudicadas a la Maquinista Terrestre y Marítima por Orden Ministerial de 12 de enero de 1915, terminándose su instalación en el año 1918.

Proyecto Complementarios

El Proyecto Complementario Nº 1 consistió en la terminación de los caminos de servicio del embalse.

El Proyecto Complementario Nº 2 (1970), redactado por el Ingeniero D. Alfonso Botía Pantoja, tuvo como objeto la construcción de galerías, drenaje y acondicionamiento de la coronación de la presa de Alfonso XIII. Su liquidación provisional se realizó en 1974, mientras la definitiva fue aprobada en 1979.

Proyectos posteriores.

En la presa de Alfonso XIII se han ejecutado a lo largo de su vida útil numerosas modificaciones y reformas, sin embargo caben destacar las concernientes a los sucesivos aliviaderos superficiales construidos.

Ya en 1920 el ingeniero D. Emilio Arévalo redactó un proyecto de reforma del aliviadero de superficie. En 1949 el Ingeniero D. Roberto Goma Pujadas volvió a redactar un proyecto de reparación y mejora de dicho aliviadero. Finalmente en 1964 el ingeniero Juan Luis Fernández Madrid redacta, y se ejecuta posteriormente, el proyecto de un nuevo aliviadero de superficie visto la escasa capacidad que presentaba el original.

Posteriormente en vista de la entrada en funcionamiento del Canal Argos – Quípar, que envía al embalse de Alfonso XIII los excedentes del embalse de Argos, se estimó conveniente la adecuación de los distintos sistemas de alivio para hacer frente a los nuevos caudales. Así en 1993 D. Antonio Maurandi Guirado redactó el proyecto de adecuación de los elementos de desagüe. Cuando se adjudicó este trabajo, se presentó por parte del adjudicatario una serie de variantes, por lo que se redactó un nuevo proyecto, esta vez de construcción, de adecuación de los elementos de desagüe. Este último proyecto generó un Modificado Nº1 en 1999, que fue el realmente ejecutado.

En marzo de 1997 se realizó la propuesta de clasificación en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su rotura o funcionamiento incorrecto, obteniéndose para la presa la categoría A. Esta propuesta es definitivamente resuelta por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas el 29 de julio de 1998.

2. RESEÑA HISTÓRICA.

2.1. Desvío del río.

El desvío del cauce para la ejecución de las excavaciones de la cimentación y la elevación de los primeros metros del dique, se llevó a cabo a través de galerías excavadas a ambos márgenes de la cerrada, disponiendo además de las correspondientes ataguías para encauzar las aguas hacia ellos. Los citados túneles se convirtieron, posteriormente, en los desagües de fondo.

2.2. Construcción de la presa.

Como se ha expuesto en el capítulo 1.3 Antecedentes Administrativos hubo un gran número de reformas y proyectos adicionales durante la ejecución de las obras.

Desde el inicio de las obras (5 de septiembre de 1903) hasta la aprobación del primer proyecto reformado, solo se construyeron los cimientos y escasos metros de la obra de fábrica, además del saneamiento de las laderas, la construcción de las edificaciones y medios auxiliares.

El primer proyecto reformado (1908) supuso las siguientes modificaciones:

- Cambio de la sección de la presa al calcularse con la Teoría de Levy (se elimina el triángulo aguas arriba adoptando un paramento totalmente vertical; en la realidad la presa sí tiene un talud aguas arriba).
- Variación de la clase de fábrica empleada, substituyendo la mampostería ordinaria por hormigón como adherente de los mampuestos.
- Nueva disposición y emplazamiento de la Casa de la Administración.
- Establecimiento de un camino de acceso por la margen derecha y su prolongación a Calasparra para completar la carretera de Cieza a dicho punto por la presa.

- Conducción de aguas potables a la zona de obra.

No se ha tenido acceso a los cambios propuestos en el Proyecto Adicional de 1911.

En 1916, con motivo de la ejecución de las compuertas y medios auxiliares de desagüe, se redactó un Proyecto Adicional consistente en:

- Proyecto de las cámaras de mecanismos y alojamiento de compuertas (una vez conocida la disposición real de éstas).
- Carretón transbordador para la maniobra completa de las compuertas.
- Camino de acceso para maniobra de compuertas y tubos.
- Aumento de sección de galerías de servicio.
- Reparación de carretera de servicio del pantano.

En 1918 se redactó el último de los proyectos adicionales, consistente en:

- Revestimiento de galerías de servicio en ambas márgenes.
- Revestimiento de la antecámara de mecanismo de la margen izquierda.
- Revestimiento de techos de ambas cámaras de mecanismos.
- Revestimiento solera y cajeros de los aliviaderos de superficie.
- Revestimiento del fondo y el cajero opuesto a la banqueta en las tres tomas de agua.
- Revestimiento de las zonas que quedaron sin revestir en la bóveda del aliviadero de superficie.
- Revestimiento y rectificación de la galería de fondo de la margen izquierda.
- Instalación de rejillas en las bocas aguas arriba de las galerías de fondo.
- Colocación de mojones indicadores.
- Colocación de puertas de hierro en los accesos a las galerías de servicio.

La gran mayoría de estas obras se debieron a los problemas de filtraciones que sufrían las galerías sin revestir.

2.3. Otros proyectos

Aliviadero

Entre los años 1903 y 1915 se construyó junto al cuerpo de presa el aliviadero de superficie, consistente en un túnel de salida de las aguas con un abocinamiento en la entrada.

Posteriormente en 1920, se proyectó un nuevo aliviadero colocando frente al original túnel de salida, una arqueta de 15,2 m de longitud y 3 m de anchura apoyada en un zócalo. De esta forma, el agua pasaba por ambos lados de la arqueta para terminar saliendo por el túnel. La construcción, de hormigón armado, estaba

compuesto por un costillaje formado por vigas armadas, con un metro de distancia entre ellas, embebidas en hormigón.

En 1944 se redactó otro proyecto para reparar el aliviadero antes descrito, que había sufrido agrietamientos, detectándose filtraciones para niveles altos del embalse.

En 1964 se redactó el “Proyecto del nuevo aliviadero de superficie en el embalse de Alfonso XIII”. En este proyecto, tras analizar diversas soluciones, se optó por taponar el aliviadero original y establecer uno nuevo en la margen derecha pasados los túneles que unen la presa con la Casa de la Administración. Este nuevo aliviadero estaba cerrado por dos compuertas divididas por una pila con perfil Joukowski. Ambos vanos convergían en un mismo túnel de descarga que aliviaba aguas abajo de la presa. El perfil en ambos vanos era Creager hasta alcanzar una pendiente de 0,75. Sobre el aliviadero se colocó un paso que conecta la coronación con el camino de la margen derecha. Este diseño es idéntico al utilizado en la presa de Camarillas, adoptando como ensayo en modelo reducido el realizado para esta presa.

En 1993, con motivo de la entrada en funcionamiento del Canal Argos-Quípar, se diseñó la adecuación de los sistemas de desagüe para hacer frente al aumento de caudal que era necesario evacuar. Así se plantearon las siguientes actuaciones:

- Ampliación del aliviadero principal
- Recuperación del aliviadero original de la margen derecha de la presa
- Adaptación de la “toma de agua de la cota 282” como desagüe de fondo
- Mejora de la “toma de agua de la cota 292”
- Adecuación de accesos
- Casetas de maniobras
- Mecanismos de regulación y cierre

Con motivo de la adjudicación, se redactó un proyecto de construcción fusión del proyecto de 1993 antes comentado y la variante propuesta por el adjudicatario. Las modificaciones de este proyecto respecto al anterior son:

Aliviadero principal

- Dispersión del chorro lanzado por el trampolín.
- En la bóveda del tramo inicial se reviste el techo y se introduce aireación.
- Se introduce maniobra por servomotores para las compuertas.

Aliviadero primitivo

- Se recupera sección del tramo del túnel.
- Se introduce aireación en la entrada.
- Se elimina muro margen derecha delante de la compuerta.
- Se equipa la compuerta con un solo servomotor.

Nuevo desagüe de fondo

- Se construyen las válvulas para que su montaje no sea embebido en el hormigón.

“Toma cota 292”

- Se modifica la clapeta de cierre.
- Se coloca como rejilla una cruz rígida.
- Se instala como compuerta de cierre una válvula Bureau.

Se construyó un modelo reducido para establecer curvas calados-caudales y comprobar el correcto funcionamiento de todo el sistema.

Debido a los resultados obtenidos en el ensayo en modelo reducido y al cambio de hidrograma de entrada para el cálculo de laminación, se redactó un Proyecto Modificado Nº 1. En este se introdujeron los siguientes cambios:

Aliviadero principal

- Modificación de la embocadura, reduciendo la longitud de los vanos y rebajando al cota del umbral del vertedero.
- Se adopta un perfil Bradley frente al Creager original.
- Se suprime la aducción de aire a la entrada.
- Se diseña el trampolín en función del ensayo en modelo reducido.

Aliviadero primitivo

- Se diseña el trampolín en función del ensayo en modelo reducido.

Desagüe de fondo

- No se eliminan las antiguas compuertas, sino que se adecuan y se recuperan.

“Toma cota 292”

- Se blinda interiormente los conductos existentes.
- Sustitución de válvulas de clapeta por compuertas deslizantes de paramento.
- Motorización y adecuación de las dos compuertas actuales.
- Como consecuencia de lo anterior, supresión de la colocación de dos compuertas nuevas.

Electrificación e iluminación

- Modificación de la línea de media tensión existente debido a interferencia con la obra en un túnel.
- Iluminación de: los túneles una vez ampliados, la “toma 282”, la “toma 292” y accesos a la “toma 292”.
- Instalaciones de fuerza para los motores de las “tomas 282 y 292”.

Por último, debido a problemas de cimentación en el trampolín de salida del aliviadero principal, hubo que reducir las dimensiones de éste. Para ello, en 2002, se probó una nueva solución mediante un ensayo en modelo reducido, adoptándose la solución propuesta en este nuevo ensayo.

Reformas de los años 60

Debido al estado de la presa de Alfonso XIII, la Dirección General de Obras Hidráulicas autorizó con fecha 2 de junio de 1960 la redacción de los proyectos necesarios para el total acondicionamiento del embalse. Como consecuencia de las visitas de inspección realizadas a las instalaciones del Embalse de Alfonso XIII por la División de Vigilancia de Presas, se redactaron sendas notas informativas con fecha 24 de abril de 1963 y 29 de marzo de 1966 en las que se reiteró la necesidad de ejecutar una serie de mejoras.

De este modo se redactaron y ejecutaron una serie de proyectos:

- *Instalación de alumbrado y centro de transformación de 50 KVA, en el E. de Alfonso XIII (1963)*, redactado por el ingeniero industrial D. Luis Fernández Álvarez-Castellanos.
- *Proyecto del Nuevo Aliviadero de Superficie en el Pantano de Alfonso XIII. (1964)*, comentado anteriormente.
- *Extracción de los fangos sedimentados en los desagües de fondo del E. Alfonso XIII, aguas abajo de las compuertas (1965)*.
- *Proyecto de sustitución de las compuertas actuales y reparación de las válvulas de toma de agua en la presa del Embalse de Alfonso XIII. T.M. de Calasparra (Murcia), (1964)* en el que se planteaba la sustitución de las cuatro compuertas de los desagües de fondo, reparación de las válvulas de toma e instalación de desentarquinadores y un grupo electrógeno de reserva para el accionamiento de las compuertas.
- *Proyecto de Obra Complementaria Nº 2 del Embalse de Alfonso XIII. Construcción de Galerías, Drenaje y Acondicionamiento de la coronación de la presa. T.M. Calasparra (Murcia) (1970)*, redactado por D. Alfonso Botía Pantoja. Se proyectó la ejecución de una galería de control y drenaje a la cota de las galerías de acceso a los desagües de fondo, modificación de la coronación para la ejecución de los taladros de la pantalla de drenaje, iluminación de la coronación, instalaciones auxiliares, accesos a las mismas, galería de control y paramentos de la presa, y la ejecución de un pozo aguas arriba de la presa hasta la galería derecha del desagüe de fondo para evitar el tapón de fangos.

CUADRO RESUMEN

FECHA	ACONTECIMIENTO	OBSERVACIONES
5-9-1903	Inicio de las obras	
1903-1908	Construcción de cimiento y escasos metros de la obra de fábrica	
1908	Primer proyecto reformado	Cambio de la sección de la presa al calcularse con la Teoría de Levy Variación de la clase de fábrica empleada, substituyendo la mampostería ordinaria por hormigón como adherente de los mampuestos Nueva disposición y emplazamiento de la Casa de la Administración Establecimiento de un camino de acceso por la margen derecha y su prolongación a Calasparra Conducción de aguas potables a la zona de obra.
1911	Segundo proyecto reformado	
1916	Tercer proyecto adicional	Proyecto de las cámaras de mecanismos y alojamiento de compuertas (una vez conocida la disposición real de éstas). Carretón transbordador para la maniobra completa de las compuertas Camino de acceso para maniobra de compuertas y tubos Aumento de sección de galerías de servicio Reparación de carretera de servicio del pantano.
1918	Cuarto proyecto adicional	Revestimiento de galerías de servicio en ambas márgenes Revestimiento de la antecámara de mecanismo de la margen izquierda Revestimiento de techos de ambas cámaras de mecanismos Revestimiento solera y cajeros de los aliviaderos de superficie Revestimiento del fondo y el cajero opuesto a la banquetta en las tres tomas de agua Revestimiento de las zonas que quedaron sin revestir en la bóveda del aliviadero de superficie Revestimiento y rectificación de la galería de fondo de la margen izquierda Instalación de rejillas en las bocas aguas arriba de las galerías de fondo Colocación de mojones indicadores Colocación de puertas de hierro en los accesos a las galerías de servicio
ALIVIADERO		
1903-1915	Construcción del aliviadero original	
1920	Proyecto nuevo aliviadero	Se coloca frente al original túnel de salida, una arqueta
1944	Proyecto reparación de aliviadero	
1964	Proyecto del nuevo aliviadero de superficie	se optó por taponar el aliviadero original y establecer uno nuevo en la margen derecha
1993	Proyecto "Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos Quípar	Ampliación del aliviadero principal Recuperación del aliviadero de la margen derecha de la presa. Adaptación de la "toma de agua de la cota 282" como desagüe de fondo Mejora de la "toma de agua de la cota 292" Adecuación de accesos Casetas de maniobras Mecanismos de regulación y cierre
1996	Proyecto "Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos Quípar	Proyecto resultante de la variante de adjudicación del proyecto de 1993, con algunas modificaciones
1999	Proyecto Modificado Nº 1 "Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos Quípar	En este se introdujeron una serie de cambios como resultado de los ensayos en modelo reducido y el cambio de hidrograma de entrada considerado.
OTROS PROYECTOS		

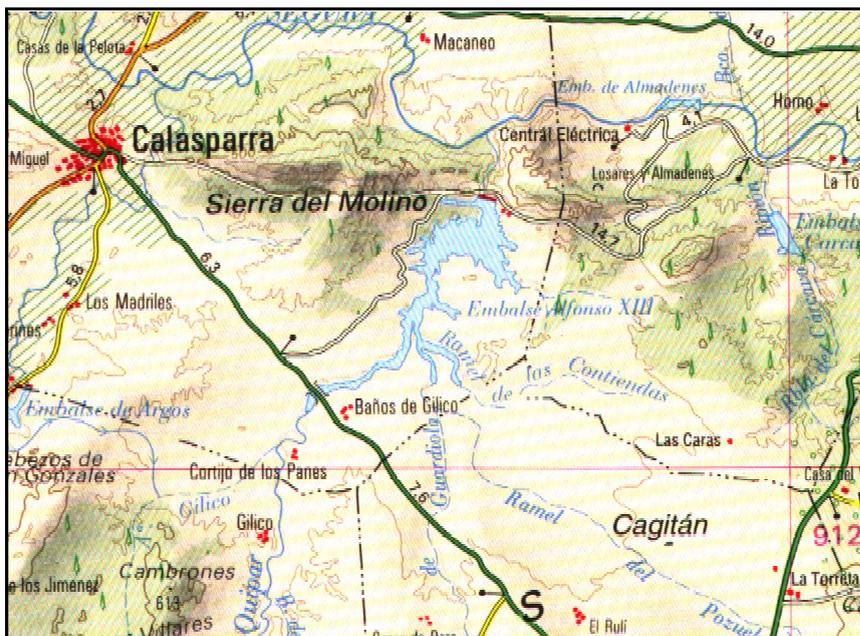
FECHA	ACONTECIMIENTO	OBSERVACIONES
1963	Instalación de alumbrado y centro de transformación de 50 KVA	
1964	Proyecto de sustitución de las compuertas actuales y reparación de las válvulas de toma de agua	Sustitución de las cuatro compuertas de los desagües de fondo Reparación de las válvulas de toma Instalación de desentarquinadores y un grupo electrógeno de reserva para el accionamiento de las compuertas
1965	Extracción de los fangos sedimentados en los desagües de fondo del E. Alfonso XIII, aguas abajo de las compuertas	
1970	Proyecto de Obra Complementaria Nº 2 del Embalse de Alfonso XIII. Construcción de Galerías, Drenaje y Acondicionamiento de la coronación de la presa	

3. DESCRIPCIÓN DEL APROVECHAMIENTO

3.1. Situación y accesos

El embalse asociado a la presa de Alfonso XIII y su entorno se encuentran dentro de la cuenca del Segura, en la Región de Murcia, al norte de la Comunidad Autónoma. Concretamente están localizados en las hojas 890 (CALASPARRA), del IGN a escala 1:50.000. El territorio corresponde a la provincia de Murcia, término municipal de Calasparra.

La presa está emplazada en el río Quípar, en el término municipal de Calasparra (Provincia de Murcia), a escasos kilómetros del límite entre dicho término y el de Cieza, en el angosto denominado “los almadenes del Quípar”, y a un kilómetro escaso de la desembocadura del propio río Quípar en el Segura.



Situación del embalse de Alfonso XIII

La intersección del eje de la presa con el cauce del río se produce en el punto de coordenadas geográficas siguientes, referidas al meridiano de Greenwich en las coordenadas geográficas y al huso 30 en las UTM:

COORDENADAS DE LA PRESA DE ALFONSO XIII				
ESTRUCTURA DE CIERRE	GEOGRÁFICAS		UTM	
	Latitud	Longitud	X	Y
PRESA	38° 13' 28" N	1° 35' 54" O	622.684	4.231.715

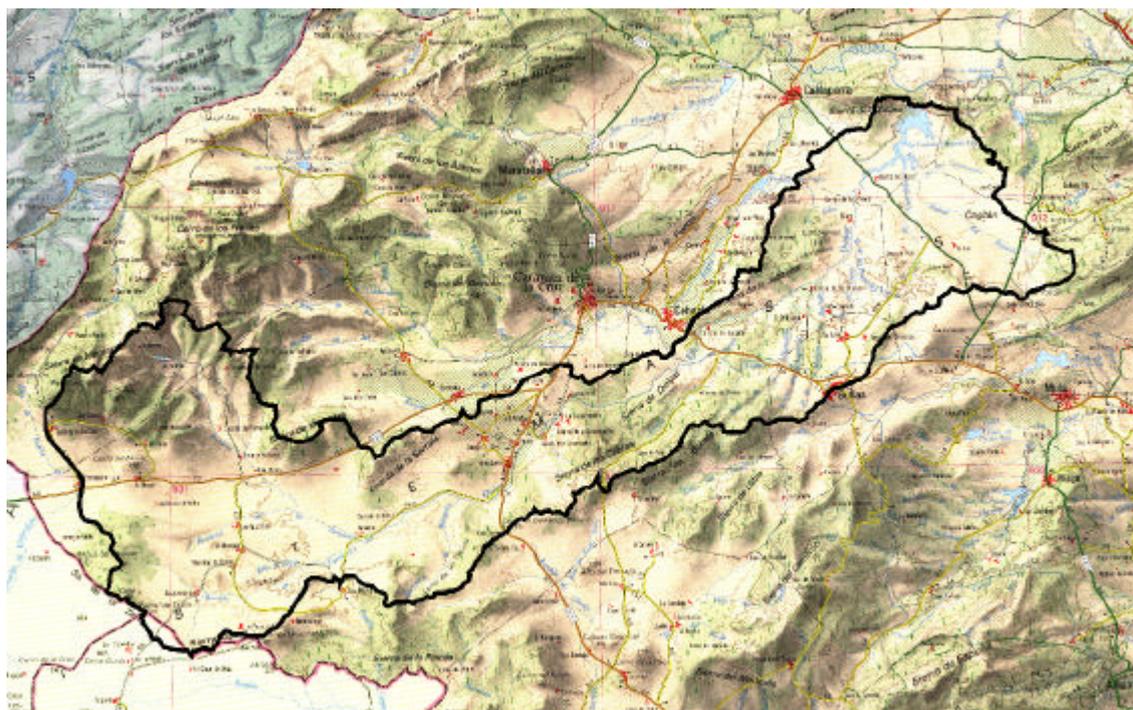
El acceso a las instalaciones de la presa se efectúa, desde Murcia, a través de la autovía A-30. Tras salir de dicha vía en el enlace de Cieza y atravesar esta población, se toma la Carretera Comarcal 330, que conduce a Mula. A unos 3 kilómetros parte hacia la derecha una carretera propiedad de la Confederación Hidrográfica del Segura que, a unos 17 kilómetros, pasa por la coronación de la presa. En el acceso por este lado a la presa, una vez pasado el poblado de la presa, existen dos túneles antes de llegar al cuerpo de presa, existiendo la señalización adecuada del gálibo de los túneles.

Para alcanzar la presa de Alfonso XIII desde Calasparra, se toma la carretera MU-552. A 6 kilómetros de Calasparra parte hacia la izquierda una carretera perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Segura que pasa por la coronación de la presa. En el acceso por este lado a la presa, también existe un túnel antes de llegar al cuerpo de presa, existiendo la señalización adecuada del gálibo.

Hay que destacar por otro lado el riesgo de desprendimientos en varias zonas de la carretera de acceso, habiéndose ejecutado medidas preventivas y señalizado convenientemente esta incidencia.

3.2. Embalse y cuenca vertiente.

La superficie de la cuenca vertiente al embalse asciende a 833,37 km². El volumen del embalse a la cota del nivel máximo normal, en adelante NMN, es de 13,70 hm³ y la superficie a la misma cota es de 223,26 ha. A continuación se presenta una imagen con la cuenca de aportación.



Cuenca aportadora al embalse de Alfonso XIII

A continuación se resumen las principales características del embalse y cuenca de aportación de la presa de Alfonso XIII:

Superficie de la cuenca de aportación	833,37 km ²
Cota cauce en la presa	261,68 m
Máxima altitud en la cuenca	2.081,00 m
Nivel máximo normal (propuesto)	296,07 m.s.n.m.
Volumen embalse	13,70 hm ³
Superficie embalse	223,26 ha
Caudal máx. av. proyecto	792,65 m ³ /s (T-500 años) ¹
Nivel avenida de proyecto (NAP)	302,13 m.s.n.m.
Volumen embalse	30,34 hm ³
Superficie embalse	329,61 ha

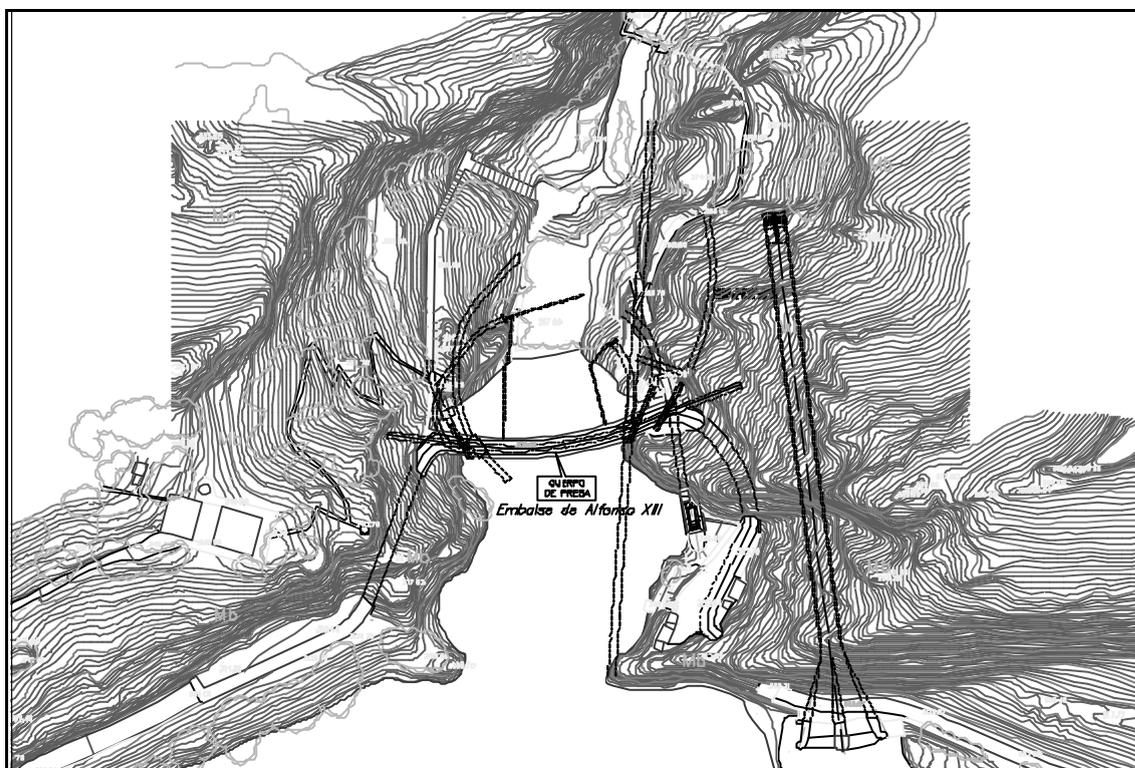
3.3. Cuerpo de la presa.

Se trata de una presa de gravedad y planta curva, de 118 metros de radio, en fábrica de mampostería ciclópea con mortero de cal y paramentos de sillería con mortero de cemento, cuya sección tipo está formada por un triángulo que tiene el

¹ Esta avenida se corresponde con una tormenta de 12 horas de duración y 500 años de periodo de retorno. La adopción de esta tormenta como avenida de proyecto se analiza dentro de los documentos "Informe de Primera Revisión", "Informe del Análisis General de la Seguridad" y "Normas de Explotación" de la presa de Alfonso XIII, redactados en esta Asistencia Técnica.

paramento de aguas arriba con un talud de 33H/1000V, y el de aguas abajo con un talud de 730H/1000V, con una altura de 46,00 m desde cimientos (41 m desde el cauce). El volumen total de la fábrica es de 30.395 m³.

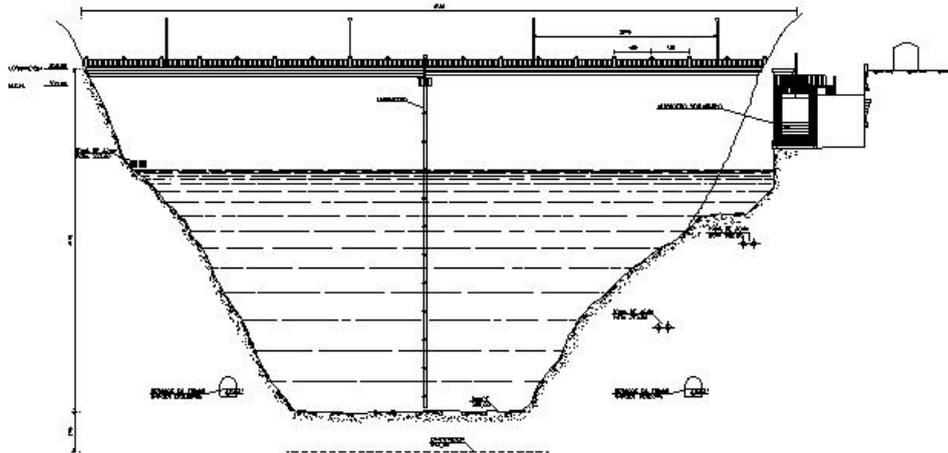
La cota de coronación, después de los trabajos de cartografía realizados en la presente Asistencia Técnica, se ha establecido en la 302,68² msnm, es decir, 0,32 m por debajo de la hasta ahora vigente (303,00 msnm). Además tiene una longitud de 87,00 metros y una anchura total de 7,44 metros. Está formada por una calzada de 5 metros y dos aceras de 1,20 y 0,50 metros de ancho útil. Tanto aguas arriba como aguas abajo hay emplazada una barandilla de 1,10 metros de altura, anclada en un pretil de hormigón de 20,00 centímetros de ancho y otros tantos de altura, retranqueada a 10 centímetros del borde.



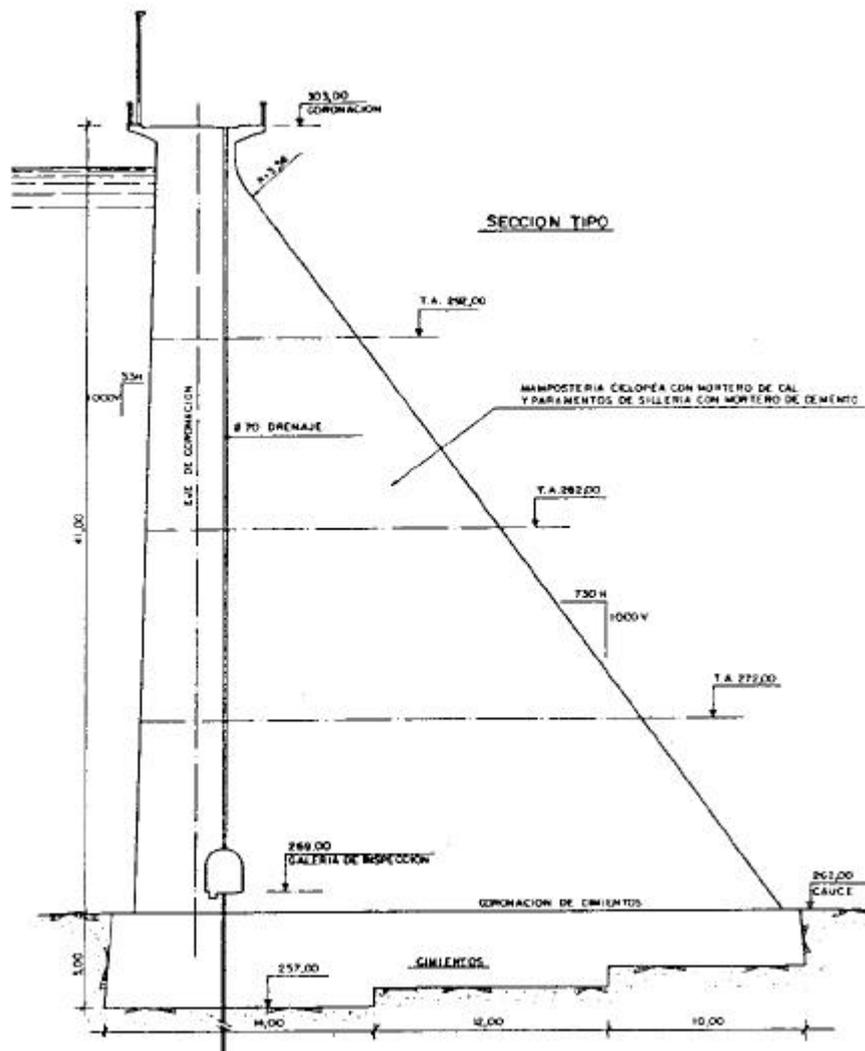
Planta general de las instalaciones

La cota original del cauce (en la actualidad el aterramiento del embalse es muy importante) era la 261,68 msnm, así pues, teniendo la cimentación 5,00 metros de espesor máximo, el contacto presa-cimiento se encuentra a la cota 256,68 msnm en su parte más baja.

2 Las referencias de cotas incluidas en el presente documento ya están corregidas conforme a la nueva situación establecida. Aunque la diferencia general de las cotas de la presa respecto las originales es -0,32 m, la diferencia es de -0,33 m en la zona de aliviadero principal, -0,5 en la zona de la toma de la cota 20 y -0,31 en la zona de la toma de la cota 10.



Alzado de aguas arriba de la presa



Sección Tipo

Todos los aliviaderos de superficie se encuentran fuera del cuerpo de presa, por lo que no afectan a su estructura. Igualmente los desagües de fondo y las tomas de agua, salvo la llamada "toma de la cota 30" de la cota 292 (la verdadera cota del eje es

291,52 msnm), atraviesan los estribos donde se apoya la presa sin atravesar la fábrica. La "toma de la cota 30" atraviesa a la presa en su estribo izquierdo en una longitud de 14 metros, muy cerca del contacto con el terreno.

Galería de inspección

En 1970 se redactó un proyecto para la construcción de la galería de inspección entre otras actuaciones (por lo tanto muy posterior a la construcción de la presa). La necesidad de construcción de esta galería se derivó de las visitas que realizó en su día la División de Vigilancia de Presas, en las que destacó la necesidad de establecer rápidamente un control de la presa por medio de una galería profunda.

En este mismo proyecto se definió la ejecución de una pantalla de drenaje que atravesara todo el cuerpo de presa y alcanzara hasta 5 metros por debajo del contacto presa-cimentación. Esta pantalla se ejecutó desde la coronación y desde la propia galería, por lo que sus dimensiones se ajustaron a las necesarias para introducir la maquinaria que realizó los taladros.

La galería se sitúa a la cota 268,68 msnm que es la que poseen las galerías de acceso a las cámaras de válvulas de los desagües de fondo, justo cuando alcanzan a estas. Por lo tanto, esta galería recorre todo el cuerpo de presa desde una galería de acceso a otra.

La sección tipo de la galería es rectangular de 2,1 m de ancho y 1,55 m de alto, coronada por un semicírculo de radio 1,05 m, lo que da como resultado una clave máxima de 2,6 m. Existe en la solera un pequeño canal trapezoidal de 0,3 de profundidad y 0,2 m de ancho en el fondo para la recogida de las filtraciones.

Se previó el revestimiento de toda la galería, dejando tramos de 1 metro cada 5 metros sin revestir para poder inspeccionar el estado real de la fábrica.

Por otro lado, se prolongó unos 35 metros dentro de cada estribo a la galería para comprobar el estado de los primeros.

3.4. Tratamiento del terreno.

3.4.1. Permeabilidad del vaso.

La práctica totalidad del vaso del embalse se sitúa en terrenos correspondientes al Albiense Superior – Cenomaniense Inferior. Esta formación se corresponde con margas finamente areniscas y margocalizas. El carácter terrígeno de las margas es perceptible al sur del embalse, donde llegan a diferenciarse niveles de 1 a 10 cm.

La zona central del vaso es atravesada por una franja de terreno perteneciente al Senoniense-Paleoceno, compuesto por margas y margocalizas.

Cerca de la cerrada aparecen materiales del Keuper, que se corresponden con margas yesíferas y yesos masivos.

La naturaleza de todos estos materiales aseguran prácticamente una permeabilidad mínima.

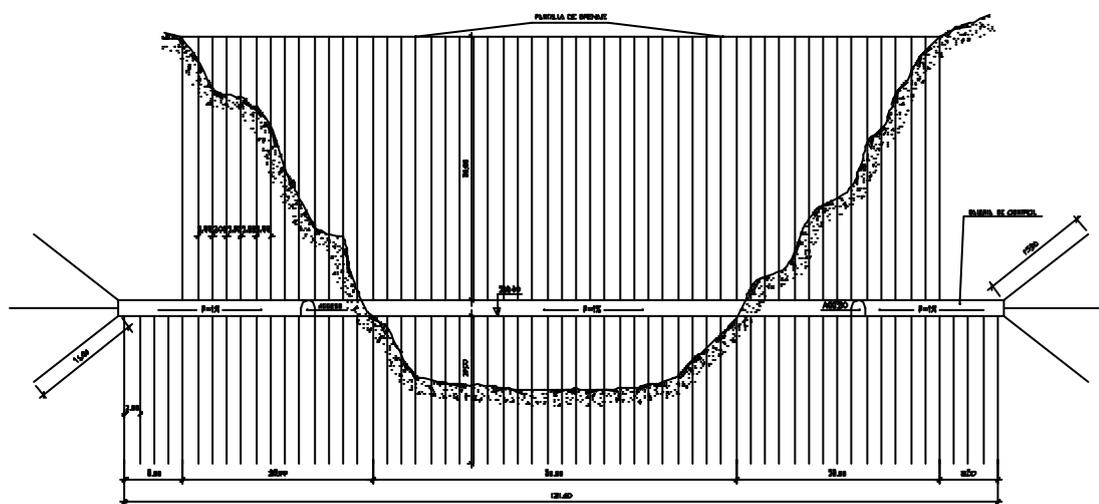
3.4.2. Tratamiento de la cimentación.

La presa se asienta sobre dolomías masivas, pertenecientes al Cenomaniense (Prebético Interno), que buzcan con un ángulo importante hacia aguas abajo. Tanto el cimientto como los estribos están formados por esta formación.

a) Pantalla de drenaje

En el mismo proyecto en donde se definía la construcción de la galería de inspección se diseñó la ejecución de una pantalla de drenaje. Esta actuación fue llevada a cabo tras la nota informativa del 24 de abril de 1963 de la División de Vigilancia de Presas, y la reiteración por parte de ésta el 29 de marzo de 1966 de la importancia de establecer rápidamente un control de la presa por medio de una galería profunda, como asimismo el drenaje adecuado desde la coronación hasta la cimentación.

El drenaje de la presa se consigue por medio de taladros de 70 mm distanciados entre si 2 metros, y perforados desde la coronación de la presa en el plano vertical correspondiente al eje de la galería de inspección. Estos taladros se diseñaron para que llegasen hasta 5 metros por debajo de los cimientos de la presa, con objeto de aligerar subpresiones. En las zonas extremas se realizó la pantalla desde la propia galería debido al fuerte escarpe de las laderas, lo que hubiera supuesto un gran sobrecoste en la ejecución.



Pantalla de drenaje

b) Pantalla de inyecciones y nueva pantalla de drenaje

En 1999 se ejecutó una pantalla de inyecciones junto con la reapertura de la pantalla de drenaje anterior. No se han podido recabar más datos sobre estas actuaciones.

3.5. Órganos de desagüe.**3.5.1. Aliviadero principal.**

Este aliviadero está implantado en la ladera derecha del vaso del embalse, una vez pasados los dos túneles que dan salida al camino sobre la coronación por esa margen.

Fue construido en primera instancia conforme al proyecto redactado en 1964 para la sustitución del aliviadero original que fue taponado. En el año 2003 se ha terminado la adaptación de este aliviadero para hacer frente al aumento de las aportaciones en caso de avenida que supone la entrada en funcionamiento del canal Argos-Quípar.

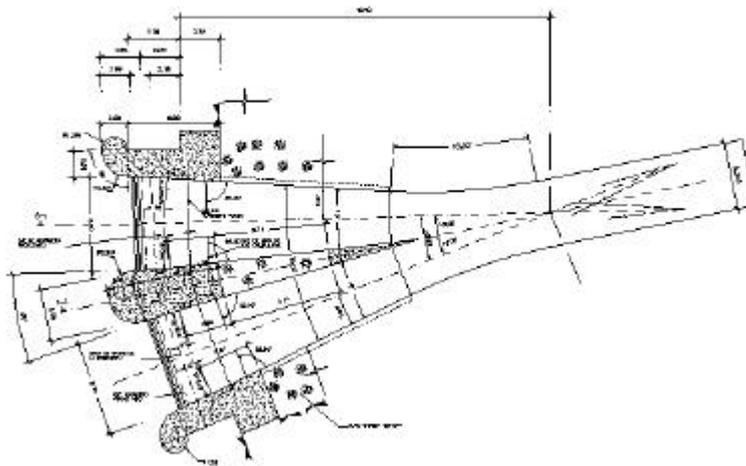
La estructura general del aliviadero consiste en dos vanos, cerrados por compuertas Taintor, que convergen en un único canal de descarga que atraviesa en túnel la ladera derecha de la presa terminando aguas abajo de la presa con un trampolín.

3.5.1.1. Vertedero.

Consta de dos vanos, cerrados por compuertas Taintor de 8,70 metros de luz por 5,175 metros de altura. El umbral del vertedero está situado a la cota 296,07 msnm.

En planta estos dos vanos son convergentes formando un ángulo entre sus ejes de 20°, estando separado por una pila intermedia de espesor variable y delimitados por dos pilas-estribos laterales. La anchura de los vanos es variable y va reduciéndose desde los 8,70 metros de la embocadura hasta los 6,30 m que tiene la sección en túnel.

El desarrollo en alzado de los vanos está formado por un perfil Bradley de $H_b = 6,10$ m, con el umbral a la cota 296,07msnm. Aguas abajo, este perfil es tangente a una parábola de eje vertical de segundo grado, que a su vez es tangente a la línea rasante del túnel.



Aliviadero. Planta

Toda la zona del vertedero esta bulonada de la siguiente forma:

- En planta existe una red de bulones con distancias de 1,10, 1,075 y 1,08 en dirección de las aguas y 1,35 en la dirección transversal. Todos están empotrados 5 metros y el diámetro es de 20 mm en el tramo más aguas arriba (con separación de 1,1m) y de 25 mm en el resto.
- Los cajeros tienen bulones de 20 mm de diámetro cada medio metro en altura y separados en horizontal como en planta.
- En los muros de ambas márgenes existen a su vez bulones empotrados entre 10 y 12 metros dispuestos igual que en los cajeros.

- Compuertas y equipos mecánicos

Las compuertas de segmento tipo Taintor tienen dimensiones de 8,7 m de ancho por 5,175 m de alto con un radio de giro de 7 m.

Las impermeabilizaciones están constituidas por bandas de neopreno, de sección L en los laterales y de sección rectangular en el umbral, todas ellas fijas al tablero por pletinas de acero y tornillos de acero inoxidable.

Los ejes van empotrados en vigas tubulares de acero ancladas en los paramentos de las pilas.

Cada compuerta está accionada por dos servomotores, accionados por grupos oleohidráulicos independientes, pero interconectables entre sí. A su vez, cada compuerta está dotada de un indicador luminoso de posición de las mismas.

En la caseta central, donde se encuentran los grupos oleohidráulicos de accionamiento se dispone un armario eléctrico de mando de las compuertas.

3.5.1.2. Canal de descarga.

El túnel es de planta recta con una pendiente del 1,31 %. La sección del túnel es abovedada con 6,30 m de anchura en la base y hastiales de 2,8 m. El radio de la clave es de 3,15 m con lo que la altura total es de 5,95 m.

La longitud total del aliviadero desde la embocadura hasta el trampolín es de 182 m.

El tramo más inclinado de la galería de desagüe está revestido en su techo por un arco de hormigón adosado a la roca, mientras que solera y hastiales poseen un espesor de hormigón que lo recubre. El arco se apoya en su clave en el muro central de separación entre los vanos del aliviadero, que se levanta hasta dicha clave.

3.5.1.3. Trampolín

El canal de descarga finaliza en un trampolín. El diseño original de éste fue transformado en el Proyecto Modificado N°1 del Proyecto "Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos-Quípar", en donde se siguieron íntegramente las formas establecidas en el ensayo en modelo reducido realizado por el CEDEX en 1998.

Sin embargo, debido a problemas en la cimentación, el trampolín fue nuevamente modificado. En efecto, durante la construcción del aliviadero principal, aparecieron problemas importantes en la cimentación de la salida del túnel que impedían la construcción del trampolín tal como fue diseñado en el ensayo en modelo reducido de 1998.

En octubre de 2002 se planteó la necesidad de diseñar un nuevo trampolín de menores dimensiones que pudiera ser cimentado de forma razonable y que cumpliera las misiones de alejar la zona de impacto y airear la lámina de agua.

Para ello, se realizó un estudio teórico del Proyecto hidráulico del trampolín de lanzamiento y se comprobó su funcionamiento en modelo reducido.

El actual trampolín parte del túnel, se sitúa fuera de él, y a partir de su sección final tiene 3 metros en ménsula bulonado al túnel, a la roca inferior frontal y a los laterales. Tiene una sección rectangular de 6,3 x 2,8 y con una longitud de 3 metros salvo el cajero izquierdo que tiene una longitud de 1,5 m. En solera se mantiene un canal central de 0,5 m de ancho y se proyectan dos cilindros rectos con radios de 8 m el izquierdo y 10 m el derecho.

El ángulo de lanzamiento para el cilindro derecho es de 21,96°, mientras para el izquierdo es de 17,67°. La cota más baja del trampolín es la 271,56 msnm.

3.5.1.4. Capacidad de evacuación.

En el proyecto Modificado N°1, ya con la configuración obtenida del ensayo en modelo reducido de 1999, se explicitan los cálculos hidráulicos realizados para la obtención de la curva nivel-caudal del aliviadero principal.

Se han comprobado dichos cálculos aplicando la formulación que expone el "Bureau of Reclamation" por un lado y la Guía Técnica N° 5 del Comité Nacional Español de Grandes Presas por otro.

Los resultados obtenidos son similares en todos los casos, tomando como los válidos los calculados en el Proyecto Modificado N°1 de Adecuación de los elementos de desagüe debido a que son ligeramente más conservadores que el resto.

La formulación aplicada en el Proyecto Modificado N°1 es la siguiente:

$$Q = C_d \cdot L_e \cdot H^{3/2}$$

- L_e : es la longitud útil de vertido. Esta longitud se obtiene a partir de la neta reduciendo su valor por el efecto de las contracciones en sus extremos. Así según el Bureau:

$$L = L_{neta} - 2 \cdot (N \cdot K_p + K_a) \cdot H$$

L_{neta} es la longitud neta

N es el número de pilas, en este caso 1 para el aliviadero.

K_p es el coeficiente de contracción de pilas, que para este aliviadero toma el valor de 0,03.

K_a es el coeficiente de contracción del estribo, que se tomará igual a 0,1.

h es la carga o altura total sobre la cresta del aliviadero.

- H es la carga total sobre la cresta del aliviadero, incluyendo la carga correspondiente a la velocidad de llegada (en este caso despreciable).
- C_d es el coeficiente de desagüe cuyo valor se ha calculado a partir de la siguiente fórmula:

$$C_d = 2,16 \cdot \left(0,801 + 0,261 \cdot \frac{H}{H_0} - 0,062 \cdot \left(\frac{H}{H_0} \right)^2 \right)$$

- H_0 es la altura de proyecto (en este caso 6,1m)

La ley de vertido adoptada en lámina libre es la que se adjunta a continuación (la curva se adjunta en el Anejo n°3):

Cota relativa	COTA AGUA	h (m)	Q (m ³ /s)
34,07 (NMN)	296,07	0	0,00
34,32	296,32	0,25	3,80
34,57	296,57	0,5	10,84
34,82	296,82	0,75	20,09
35,07	297,07	1	31,18
35,32	297,32	1,25	43,91
35,57	297,57	1,5	58,15
35,82	297,82	1,75	73,78
36,07	298,07	2	90,74
36,32	298,32	2,25	108,95
36,57	298,57	2,5	128,36
36,82	298,82	2,75	148,91
37,07	299,07	3	170,56
37,32	299,32	3,25	193,27
37,57	299,57	3,5	216,98
37,82	299,82	3,75	241,67
38,07	300,07	4	267,29
38,32	300,32	4,25	293,81
38,57	300,57	4,5	321,20
38,82	300,82	4,75	349,41
39,07	301,07	5	378,42
39,32	301,32	5,25	408,19
39,57	301,57	5,5	438,68
39,82	301,82	5,75	469,86
40,07	302,07	6	501,71
40,13 (NAP)	302,13	6,06	509,83
40,32	302,32	6,25	534,18

*La cota relativa tiene el valor 0 en la cota 262 msnm

La máxima apertura de las compuertas está fijada en unos 5 metros, por lo que a partir de esta altura, el vertedero entra en carga y se seguiría la ley de desagüe bajo compuerta.

Entonces hay que acudir a la formulación siguiente:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot C_1 \cdot L_e \cdot \left(h^{3/2} - (h - D)^{3/2} \right)$$

D: Apertura de desagüe (distancia entre el umbral del vertedero y la cota inferior de la compuerta)

C₁: Coeficiente de desagüe bajo carga

Cota relativa	COTA AGUA	D=0.5	D=1	D=1.5	D=2	D=2.5	D=3	D=3.5	D=4	D=4,5	D=5
34,07 (NMN)	296,07										

Cota relativa	COTA AGUA	D=0.5	D=1	D=1.5	D=2	D=2.5	D=3	D=3.5	D=4	D=4,5	D=5
34,32	296,32										
34,57	296,57										
34,82	296,82	17,29									
35,07	297,07	21,81									
35,32	297,32	25,54	40,77								
35,57	297,57	28,77	46,33								
35,82	297,82	31,65	48,34								
36,07	298,07	34,25	54,90	79,28							
36,32	298,32	36,64	60,74	84,35							
36,57	298,57	38,85	66,02	87,78	114,76						
36,82	298,82	40,88	70,86	95,78	124,28						
37,07	299,07	42,83	75,34	103,10	133,58						
37,32	299,32	44,68	79,51	109,87	142,67	165					
37,57	299,57	46,43	83,43	116,18	151,12	174,48					
37,82	299,82	48,10	87,11	122,09	159,05	184,49	209,51				
38,07	300,07	49,69	90,59	127,66	166,51	194,45	219,60				
38,32	300,32	51,22	93,89	132,92	173,56	203,81	228,89				
38,57	300,57	52,68	97,03	137,91	180,24	212,65	239,64	267,97			
38,82	300,82	54,08	100,03	142,65	186,59	221,03	250,29	277,60			
39,07	301,07	55,43	102,88	147,17	192,65	229,00	260,38	286,54	320,08		
39,32	301,32	56,72	105,62	151,49	198,43	236,60	269,97	298,36	330,02		
39,57	301,57	57,97	108,16	155,62	203,96	243,85	279,11	309,57	339,24		
39,82	301,82	59,18	110,68	159,57	209,26	250,78	287,83	320,26	347,85	384,53	
40,07	302,07	60,34	113,12	163,37	214,35	257,43	296,17	330,45	360,09	393,73	
40,32	302,32	61,46	115,47	167,01	219,23	263,80	304,16	340,20	371,76	402,31	
40,68	302,68	63,02	120,86	175,33	225,93	272,54	315,10	353,52	387,68	417,41	459,40

*La cota relativa tiene el valor 0 en la cota 262 msnm

3.5.2. Aliviadero secundario

Situado en la margen derecha de la presa, está formado por una compuerta de segmento tipo Taintor, para vano de 4 metros de anchura y 5,60 de altura sobre la coronación del labio del vertedero.

Es el aliviadero de superficie original de la presa de Alfonso XIII. En su origen, no constaba nada más que de un túnel de salida de las aguas con un abocinamiento en la entrada.

En 1921 se modificó su estructura, proyectándose un nuevo aliviadero que consistía en establecer ante el túnel una arqueta de entrada de 15,2 m de longitud y 3 m de anchura apoyada en un zócalo de empotramiento en la ladera caliza, pasando las aguas por cada uno de los lados de la arqueta. La construcción era de hormigón formada por un costillaje de vigas armadas de 35 cm de altura de alma, cuatro angulares, dos platabandas distantes entre sí 1 metro y empotradas en el zócalo. Todo este costillaje estaba embebido en hormigón.

En 1943 se reparó este mismo aliviadero dotándolo de una pantalla de protección frente a los fuertes aumentos de temperatura, consistente en una pantalla de ladrillo.

En 1964, en el mismo proyecto del nuevo aliviadero, se diseñó el taponamiento del mismo. Para ello se construyó un tapón de hormigón de 8 metros de longitud, con tres anillos, uno en el centro y dos cerca de los extremos rebajados en la roca.

En el Proyecto “Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos-Quípar”, terminado de ejecutar en el año 2003, se recupera este aliviadero de nuevo. Para ello se llevó a cabo la demolición del vertedero existente para convertirlo en desagüe de superficie regulado por una compuerta Taintor. Este es el aliviadero secundario actual que se pasa a describir más detalladamente.

3.5.2.1. Vertedero

El vertedero se compone de un único vano con la cota del umbral de 297,08 msnm, cerrada por una compuerta Taintor de 4 metros de anchura y 5,6 m de altura, con 7 m de radio, apoyándose en el propio umbral.

La embocadura se ubica sobre una plataforma a la cota 296,48 msnm de 6,4 m de longitud, tras la cual se alzan los cajeros coronados a la cota 303,92 msnm con una separación de 4 metros. El umbral del vertedero se sitúa, ya entre los cajeros, en una plataforma horizontal de 5,1 m de longitud a la cota 297,08 msnm.

Tras la plataforma horizontal existe un tramo de transición de 7,2 metros en el que se produce un estrechamiento en planta hasta alcanzar una anchura de 3,5 m con una pendiente del 18% pasando de la cota 297,08 msnm a la 295,78 msnm. La parte superior de la embocadura se cierra con un dintel quedando una altura de 3,05 m a partir de este tramo comienza el túnel de desagüe.

Justo antes de la entrada al túnel se han colocado dos tubos de aducción de 1000 mm de diámetro para un correcto funcionamiento hidráulico del aliviadero.

- Compuertas y equipos mecánicos

Como se indica anteriormente, el aliviadero se cierra con una compuerta Taintor de 4 m de anchura y 5,6 m de altura, con 7 m de radio. El mecanismo está constituido por un servomotor de aceite dispuesto en el centro de la compuerta. El extremo del vástago va unido con articulación en el enganche dispuesto sobre una viga que une los brazos de la compuerta y la cabeza posterior del servomotor va unida mediante articulación a la viga horizontal de un pórtico que cubre el vano.

El servomotor de aceite está constituido por un cilindro de acero estirado sin soldadura, de una sola pieza, con vástago de acero inoxidable.

La compuerta está dotada de un indicador luminoso de posición en el pupitre de mando situado en la cámara de válvulas.

Para el accionamiento del compuerta existe un pupitre que contiene un su parte inferior el deposito de reserva de aceite y sobre su tapa están dos grupos moto-bomba de inyección de aceite, uno de ellos de reserva, con todo su aparellaje oleo-hidráulico de protección control y maniobra.

3.5.2.2. Canal de descarga.

El canal de descarga es el mismo que el original, pero realizándose un nuevo perfilado del fondo, que eliminó así los cambios bruscos que existía dotándolo de un mejor perfil hidráulico.

El canal tiene una longitud total de 72,89 m hasta llegar al principio del trampolín de salida. Los primeros 32,89 m son en túnel, mientras el resto son el canal al aire libre, salvo un pequeño trozo de algo menos de 5 m de longitud que vuelve a ser túnel. El perfil actual tiene dos cambios de pendiente que se resuelven mediante acuerdos circulares: la pendiente de entrada al túnel es del 18% llegando el primer acuerdo cóncavo en la entrada al túnel que lo sitúa con una pendiente entorno del 7,81% alcanzándose posteriormente el segundo acuerdo, esta vez convexo de radio 24 m, tras la salida dicho túnel, dándole una pendiente mucho más fuerte, cercana al 40,6%.

La alineación en planta contiene un único cambio de trayectoria de escasa entidad resuelto con un acuerdo circular de radio 101,5 m en un tramo de 10 m de longitud. El ángulo que supone este cambio es tan solo de 5,84°.

La sección transversal es en el túnel de 2,75 m de ancho, de altura variable, con un revestimiento de hormigón armado en solera y laterales de 0,25 m de espesor. En la zona del canal el ancho se mantiene en 2,75 m, variando en todo el trazado la altura de los cajeros y el espesor del revestimiento.

En el tramo inicial de túnel se han colocado cada 8,22 m juntas de PVC de 0,4 m.

3.5.2.3. Trampolín

El canal finaliza en el trampolín que lanza el agua al cauce, alejándola de las cimentaciones de las obras de fábrica.

La cota de salida del trampolín es la 277,57 msnm tras disponer un plano inclinado 30° que se prolonga 1,5 m aguas abajo de los cajeros inicialmente proyectados.

Por otro lado, están dispuestos unos cajeros divergentes que permiten la expansión sin que ésta afecte a la ladera derecha del cauce, al estar el cajero derecho menos “abierto” que el izquierdo.

3.5.2.4. Capacidad de evacuación.

El diseño del aliviadero secundario se estableció en base a los resultados del ensayo en modelo reducido realizado en 1998 (en el posterior de 1999 no se modificó).

Este aliviadero presenta la particularidad de que no dispone de ningún perfil de vertido standard, por lo que los cálculos teóricos fueron elaborados suponiendo vertido sobre pared gruesa.

En el ensayo de vertido en lámina libre se observó que el caudal evacuado era algo menor que el calculado debido a la disposición de los cajeros.

Esta es la ley de vertido en lámina libre:

Cota relativa	Cota	H (m)	Q (m ³ /s)
35,08	297,08	0	0,00
35,33	297,33	0,25	0,78
35,58	297,58	0,5	2,21
35,83	297,83	0,75	4,06
36,08	298,08	1	6,25
36,33	298,33	1,25	8,73
36,58	298,58	1,5	11,48
36,83	298,83	1,75	14,47
37,08	299,08	2	17,68
37,33	299,33	2,25	21,09
37,58	299,58	2,5	24,71
37,83	299,83	2,75	28,50
38,08	300,08	3	32,48
38,33	300,33	3,25	36,62
38,58	300,58	3,5	40,92
38,83	300,83	3,75	45,39
39,08	301,08	4	50,00
39,33	301,33	4,25	54,76
39,58	301,58	4,5	59,66

Cuando se alcanzan los 59 m³/s, el agua toca el dintel, lo que se traduce en la puesta en carga del aliviadero.

En el mismo ensayo se modelizó el comportamiento del aliviadero con una apertura de compuerta de 1, 2 y 3 metros.

En este caso, no disponemos de la variación que sufre el coeficiente de desagüe con la cota del agua. De este modo, se ha intentado aplicar en esta Asistencia Técnica los coeficientes de desagüe en el caso de vertederos con perfil USBR que nos ofrece el Bureau of Reclamation. De esta forma, los caudales

obtenidos se corresponden con la curvas ajustadas experimentalmente si se mantiene como anchura efectiva de vertido 4 metros. Solo en el caso de tener 3 metros de abertura de compuertas, la anchura efectiva para que los resultados sean acordes con el modelo es de 3,7 metros.

Estas son las leyes de vertido bajo compuerta:

D: apertura

Caudales en m³/s

Cota relativa	COTA AGUA	D=1 m	D=2 m	D=3 m
35,08	297,08			
35,33	297,33			
35,58	297,58			
35,83	297,83			
36,08	298,08			
36,33	298,33			
36,58	298,58	11,37		
36,83	298,83	12,96		
37,08	299,08	14,39		
37,33	299,33	15,71		
37,58	299,58	16,92		
37,83	299,83	18,06		
38,08	300,08	19,14	32,15	
38,33	300,33	20,16	34,47	
38,58	300,58	21,13	36,66	
38,83	300,83	22,06	38,73	
39,08	301,08	22,96	40,71	
39,33	301,33	23,82	42,60	
39,58	301,58	24,65	44,42	54,63
39,83	301,83	25,46	46,17	57,29
40,08	302,08	26,24	47,86	59,84
40,33	302,33	26,98	49,50	62,29

3.5.3. Desagües de fondo

La presa de Alfonso XIII dispone de dos desagües de fondo, uno en cada margen, que se construyeron aprovechando los antiguos túneles de desvío, cuyas plantas, en curva, se desarrollan bajo ambos estribos de la presa atravesando la roca.

En el proyecto inicial de la presa se disponían los dos desagües de fondo sin elementos de cierre, ya que la finalidad de esta obra era únicamente la laminación de avenidas del río Quípar. Durante su construcción se decidió la instalación de compuertas de estos desagües para poder embalsar y utilizar el agua para riego. Las compuertas primitivas fueron sustituidas en 1934, las cuales fueron nuevamente cambiadas en 1968 dentro del "Proyecto de sustitución de las compuertas actuales y reparación de las válvulas de toma de agua en la presa de Alfonso XIII" dado el deficiente estado de conservación. Los conductos discurren en galería por la roca de ambos márgenes y las compuertas están instaladas en cámaras excavadas en roca.

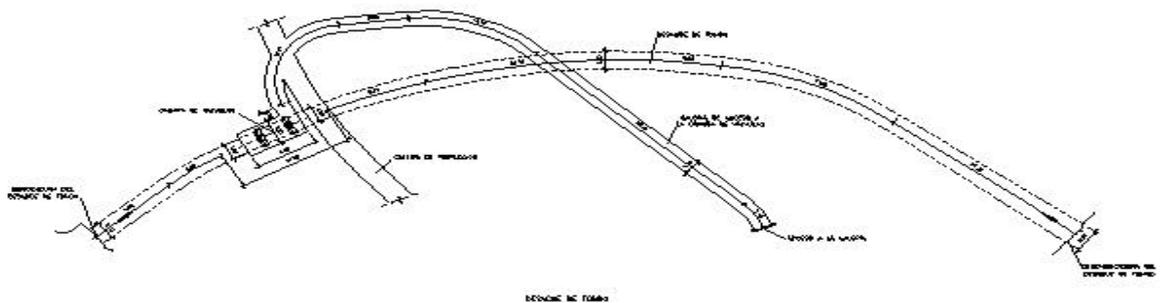
Ambos desagües de fondo presentan problemas muy importantes de aterramiento, ya que la mayor parte de las aportaciones se producen durante las avenidas, con caudales sólidos muy importantes debido a que la cuenca es muy erosionable y carece de disposiciones naturales o artificiales para retener eficazmente los sólidos transportados, generalmente muy finos. Como consecuencia de esto, están fuera de servicio y prácticamente desechados ya que, como se indica más adelante, la “toma de la cota 20” ha sido habilitada como nuevo desagüe de fondo.

3.5.3.1. Desagüe de fondo de la margen izquierda.

Consta de una embocadura en trinchera de 7,30 m de longitud, que se prolonga mediante una galería de 103,22 m de longitud total, excavada totalmente en la roca de la margen correspondiente, sin otra protección que la metálica existente en la zona de compuertas.

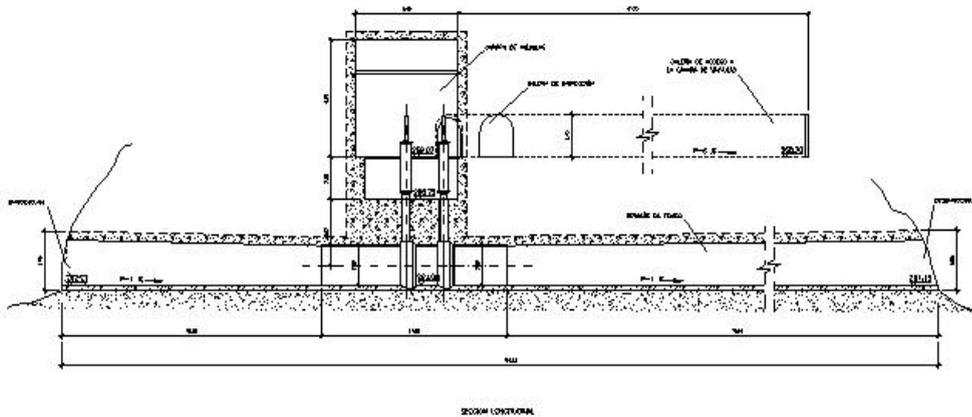
Los primeros 9,00 m de la galería se desarrollan en línea recta, después continúa mediante varias alineaciones circulares de diversos radios y 72,87 m de desarrollo para llegar a otro tramo recto de 21,35 m de longitud desde donde mediante una trinchera de 13,00 m de longitud, desemboca al cauce del río.

La sección de la galería tiene una anchura de 2,00 m, salvo en la zona de compuertas que baja a 1,8 y en la zona final donde alcanza hasta los 2,6 m, y un altura máxima de 2,50 m, coronada por arco de medio punto, y discurre en todo su desarrollo con una pendiente hacia aguas abajo del 1%.



Desagüe de fondo de la margen izquierda. Planta

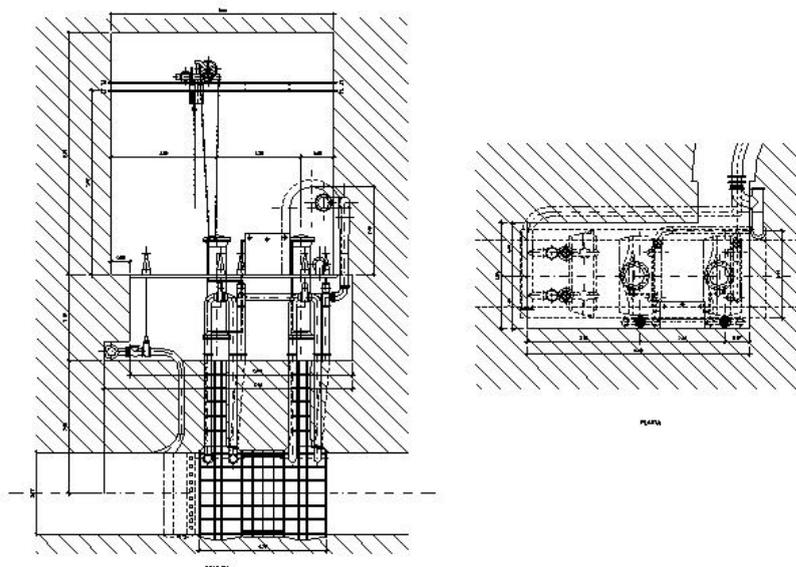
Este dispositivo se cierra por medio de dos válvulas Bureau de 1,8 m de ancho y 2,2 m de altura, con solera lisa, implantadas en serie, que se encuentran instaladas en una cámara de servicio, de 6,00 metros de longitud por 2,89 de anchura y 6,60 de altura máxima, a la que se accede desde el cauce del río, aguas abajo de la presa, por medio de la galería de servicio correspondiente, o a través de la galería de inspección que conecta con la galería de servicio antes mencionada.



Desagüe de fondo de la margen izquierda. Sección

La galería de acceso a este desagüe de fondo se inicia con un tramo en curva de 3,45 m de longitud que se prolonga mediante alineación recta de 26,20 m de desarrollo, para mediante otra alineación circular de 12,10 m de longitud, otra recta de 6,50 m y una última alineación circular de 12,47 m llegar a la cámara de maniobra. La longitud total de esta galería es de 60,72 m, su sección de 1,70 m de anchura por 2,40 m de altura, y se desarrolla con una pendiente hacia aguas abajo del 0,6%.

El mecanismo de maniobra es de crik de aceite de un solo vástago, con bomba de inyección de engranajes, accionada por motor eléctrico, con posibilidad de accionamiento manual.



Desagüe de fondo de la margen izquierda. Cámara de válvulas

El crik consta de un cilindro de acero laminado en chapa de 20 milímetros de espesor con bridas de acero moldeado de 600 milímetros de diámetro interior. La presión del aceite puede llegar hasta 60 kilogramos por centímetro cuadrado.

El émbolo es de acero moldeado, roscado al vástago y apoyado, en su parte inferior, en un eslabón del mismo. En el cuerpo del émbolo se alojan los segmentos de impermeabilización, formados por anillos de bronce.

Este desagüe de fondo está dotado de dispositivo de aducción de aire, formado por una tubería metálica de 250 milímetros de diámetro, que se desarrolla por el túnel de desagüe hasta su desembocadura, para allí dirigirse al pie de la presa, por cuyo paramento de aguas abajo asciende, anclada a él, hasta cota de coronación.

También este mecanismo dispone de sistema de by-pass y desentramamiento, con sus válvulas de compuerta de maniobra.

Las características más importantes del desagüe de fondo de la margen izquierda son:

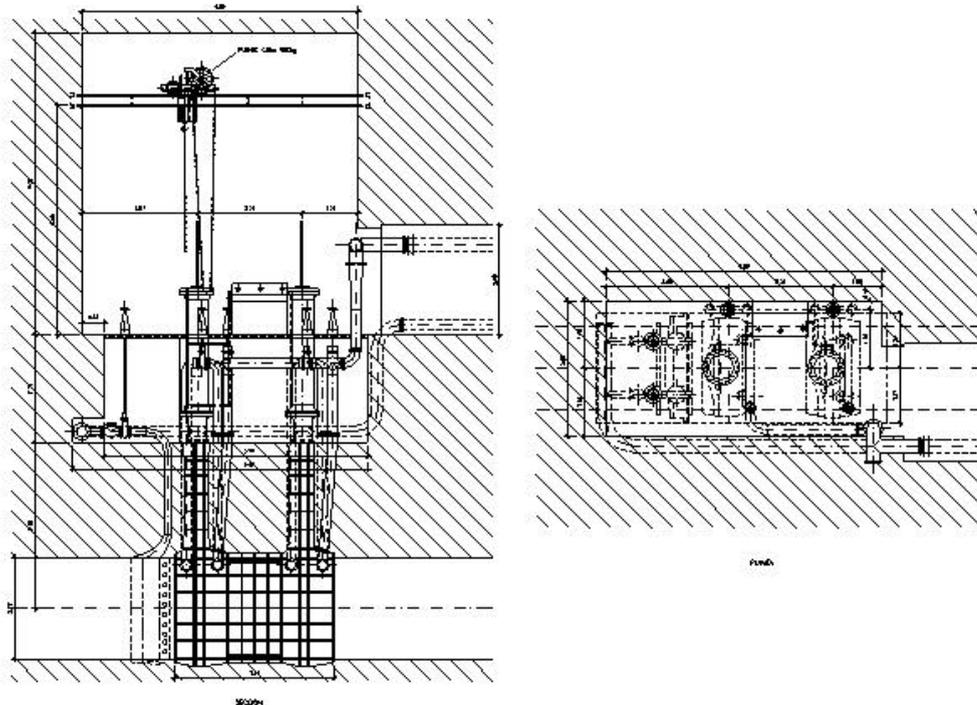
- Número de conductos..... 1 Ud
- Anchura del conducto 2,00 m
- Altura del conducto..... 2,50 m
- Cota de solera en la embocadura..... 261,89 msnm
- Longitud total de la conducción..... 103,22 m
- Pendiente de la conducción..... 1%
- Ataguiado..... No
- Rejillas No
- Compuertas de paramento..... No
- Cuenco amortiguador No

Las características principales de las válvulas de cierre son:

- Número de válvulas..... 2 Ud
- Disposición..... En serie
- Tipo Bureau
- Sección 1.800x2.200 mm²
- Aireación..... Sí
- By-pass Sí
- Maniobra..... Electro-óleo-hidráulica
- Escala de abertura..... Sí
- Fines de carrera..... Sí
- Enclavamientos..... No

En la actualidad el desagüe de fondo de la margen izquierda se encuentra fuera de servicio.

Este dispositivo se cierra por medio de dos válvulas Bureau de 1.800 milímetros de ancho y 2.200 milímetros de altura, con solera lisa, implantadas en serie, que se encuentran instaladas en una cámara de servicio, de 6,00 metros de longitud por 3,50 de anchura y 6,50 de altura máxima, a la que se accede desde el cauce del río, aguas abajo de la presa, por medio de la galería de servicio correspondiente.



Desagüe de fondo de la margen derecha. Cámara de Mecanismos

La galería de acceso a este desagüe de fondo se inicia con un tramo en curva de 24,34 m de longitud que se prolonga mediante alineación recta 7,91 m de desarrollo, para llegar a la cámara de maniobra. La longitud total de esta galería es de 32,25 metros, su sección de 2,00 de anchura por 2,40 de altura, y se desarrolla con una pendiente hacia aguas abajo del 0,6%.

El mecanismo de maniobra es de crik de aceite de un solo vástago, con bomba de inyección de engranajes, accionada por motor eléctrico, con posibilidad de accionamiento manual.

El crik consta de un cilindro de acero laminado en chapa de 20 milímetros de espesor con bridas de acero moldeado de 600 milímetros de diámetro interior. La presión del aceite puede llegar hasta 60 kg/cm².

El émbolo es de acero moldeado, roscado al vástago y apoyado, en su parte inferior, en un eslabón del mismo. En el cuerno del émbolo se alojan los segmentos de impermeabilización, formados por anillos de bronce.

Este desagüe de fondo está dotado de dispositivo de aducción de aire, formado por una tubería metálica de 250 milímetros de diámetro, que se desarrolla por el túnel de desagüe hasta su desembocadura, para allí dirigirse al pie de la presa, por cuyo paramento de aguas abajo asciende, anclada a él, hasta cota de coronación.

También este mecanismo dispone de sistema de by-pass y desentramamiento, con sus válvulas de compuerta de maniobra, pero carece del recomendable dispositivo de enclavamiento que deje fijo el tablero en la posición de apertura completa.

Las características más importantes del desagüe de fondo de la margen derecha son:

- Número de conductos 1 Ud
- Anchura del conducto 2,00 m
- Altura del conducto 2,50 m
- Cota de solera en la embocadura 262,98 msnm
- Longitud de la conducción 171,00 m
- Pendiente de la conducción..... 1%
- Ataguiado No
- Rejillas No
- Compuertas de paramento..... No
- Cuenco amortiguador No

Las características principales de las válvulas de cierre son:

- Número de válvulas 2 Ud.
- Disposición En serie
- Tipo Bureau
- Sección 1.800 x 2.200 mm²
- Aeración Sí
- By-pass Sí
- Maniobra..... Electro-oleo-hidráulica
- Escala de abertura..... Sí
- Fines de carrera..... Sí
- Enclavamientos No

En la actualidad el desagüe de fondo de la margen derecha se encuentra fuera de servicio.

3.5.4. Tomas de agua.

Este embalse dispone de tres tomas de agua, que siempre se ha considerado emplazadas a las cotas 272,00, 282,00 y 292,00 msnm, las dos más bajas situadas en la margen derecha, y la más elevada en la izquierda. Sin embargo, en la restitución

llevada a cabo para la redacción de este documento se ha comprobado la situación de los ejes de las tomas observándose las siguientes cotas: 291,52 msnm, 281,22 msnm y 271,69 msnm. A pesar de que cambian las cotas de los ejes, para conservar la nomenclatura tradicional en la explotación de la presa se sigue llamando a las tomas como 292, 282 y 272 o también cota 30, 20 y 10 respectivamente.

Actualmente está operativa la correspondiente a la cota 292, mientras que la toma de la cota 282 se ha acondicionado como nuevo desagüe de fondo y la toma de la cota 272 está abandonada debido a los aterramientos.

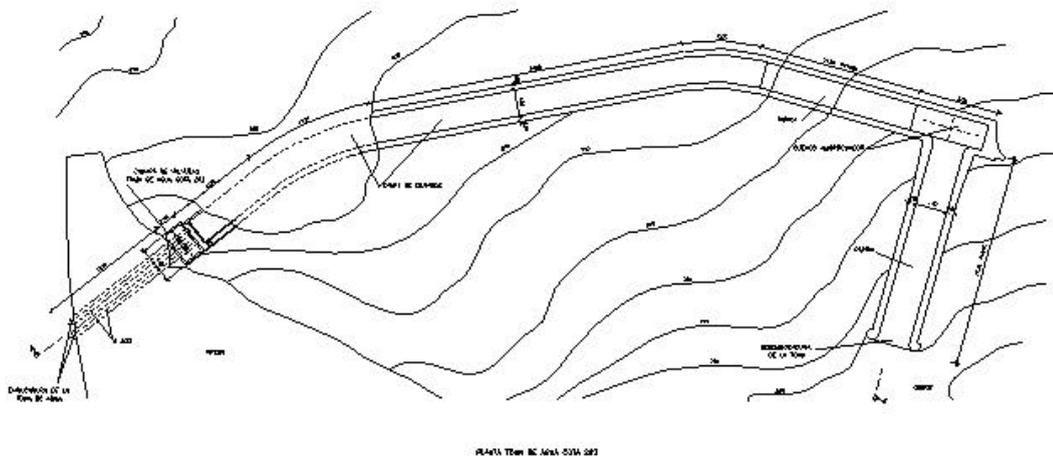
Como se ha comentado, se ha adecuado la original toma de la cota 282 como desagüe de fondo, manteniendo las compuertas originales abiertas permanentemente y colocando dos nuevas válvulas de compuertas tipo Bureau por cada conducto, con sus correspondientes mecanismos y dispositivos de by pass y ventilación. El desagüe propiamente dicho se realiza por la galería de salida de la toma y, para evitar la problemática de concentración de gases, se ha aislado la cámara de válvulas de la galería y se ha construido una nueva galería de acceso y ventilación.

3.5.4.1. Toma de agua de la cota 292.

Este dispositivo se denomina igualmente *Toma de la cota 30*, y estaba formado originalmente por dos conductos metálicos de 800 mm de diámetro, cerrados por dos compuertas de accionamiento manual.

Posteriormente, dentro del Proyecto "Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos-Quípar", se colocaron dos tuberías de diámetro 750 mm interiormente a las anteriores de 800 mm con el fin de eliminar las fugas. La separación entre ejes es 1,40 m, atravesando el cuerpo de presa en una longitud de 14 m por su estribo izquierdo.

Existen unas guías metálicas colocadas en el paramento de aguas arriba de la presa fijadas a las nuevas tuberías de diámetro 750 mm, con escudos de cierre y monorraíl con diferencial de cadena para la maniobrabilidad del escudo. Estos escudos conforman los cierres de seguridad de la toma.



Toma de agua de la cota 292,00. Planta

La capacidad máxima de vertido de esta toma, con los conductos abiertos (con NMN³) es de 6,15 m³/s.

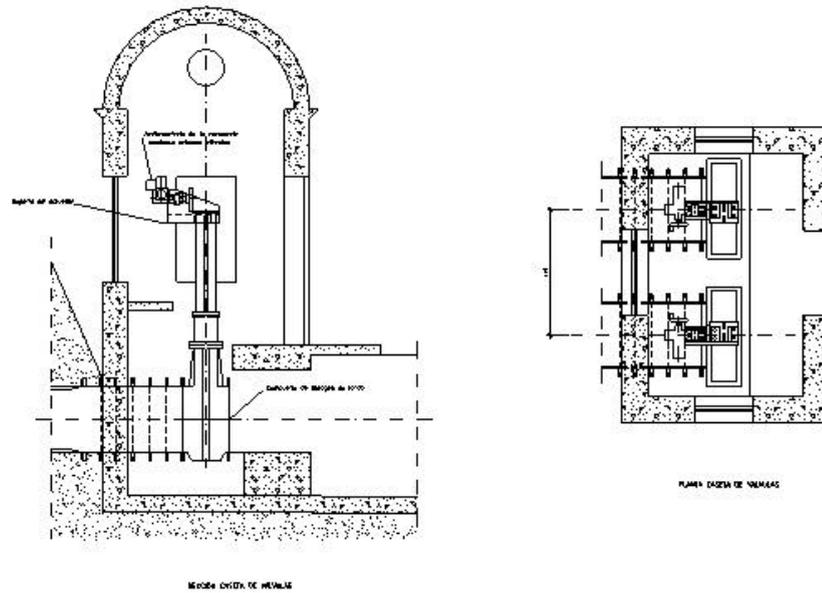
Cada uno de los conductos dispone, para la regulación, una válvula de compuerta, de 800 mm de diámetro, con disco obturador en forma de cuña que cierra con doble anillo de bronce.

Para su accionamiento, manual y motorizado, hay construida una caseta de mampostería concertada, apoyada sobre el dique, en la ladera izquierda de la cerrada, aguas abajo de la presa, a la que se accede directamente mediante escaleras y pasarela desde la coronación de la presa o desde el cauce del río, aguas abajo.

El vertido de caudales de estas tuberías se realiza directamente a un canal de 70,23 m de longitud con 3,00 m de anchura y 1,50 m de profundidad, de los cuales los primeros 23,51 m son túnel, mientras el resto canal a cielo abierto. La sección del túnel está formada a partir de la zona superior del canal por un rectángulo de 0,9 m de alto por 3 m de ancho coronada por un arco de medio punto de radio 1,9 m. Con esta sección se habilita una pasarela de acceso a la cámara de válvulas.

Este canal transporta las aguas hasta una rápida de 25,00 m de longitud que desemboca en un cuenco amortiguador, desde el que mediante otra rápida de 17,70 m de longitud, con dirección perpendicular a la anterior, se restituyen las aguas al cauce.

³ El NMN considerado es el propuesto en las Normas de Explotación redactadas en esta Asistencia Técnica, fijado a la cota 296,07 msnm,



Toma de Agua de la cota 292. Caseta de válvulas

Las características más importantes de esta toma de agua son:

- Número de conductos.....2 Ud
- Diámetro de los conductos750 mm
- Cota del eje en la embocadura291,52 msnm
- Longitud del conducto16,50 m
- Longitud canal de descarga.....70,23 m
- Longitud 1º rápida.....25,00 m
- Longitud 2º rápida.....17,70 m
- Pendiente del conducto.....1%
- Capacidad total de desagüe al NMN6,15 m³/s
- Compuertas de paramento.....Sí

Las características principales de las válvulas de cierre son:

- Número de conductos.....2 Ud
- Número de válvulas.....1 Ud. por conducto
- TipoCompuerta
- Diámetro.....800 mm
- Aireación.....No
- By-passNo
- Maniobra.....Manual y motorizada
- Escala de abertura.....Sí
- Finales de carreraSí
- Enclavamientos.....No

A continuación se expone la ley de vertidos cuando la compuerta de regulación se encuentra totalmente abierta. Para casos de abertura intermedia ver el Anejo N°3:

Cota Relativa	Cota embalse	Q 1 Cond	Q 2 Cond
40,69	302,69	4,82	9,63
40,49	302,49	4,77	9,54
40,29	302,29	4,73	9,46
40,09	302,09	4,68	9,37
39,89	301,89	4,64	9,28
39,69	301,69	4,59	9,19
39,49	301,49	4,55	9,10
39,29	301,29	4,50	9,01
39,09	301,09	4,46	8,91
38,89	300,89	4,41	8,82
38,69	300,69	4,36	8,73
38,49	300,49	4,31	8,63
38,29	300,29	4,27	8,53
38,09	300,09	4,22	8,44
37,89	299,89	4,17	8,34
37,69	299,69	4,12	8,24
37,49	299,49	4,07	8,13
37,29	299,29	4,02	8,03
37,09	299,09	3,96	7,93
36,89	298,89	3,91	7,82
36,69	298,69	3,86	7,72
36,49	298,49	3,80	7,61
36,29	298,29	3,75	7,50
36,09	298,09	3,69	7,39
35,89	297,89	3,64	7,27
35,69	297,69	3,58	7,16
35,49	297,49	3,52	7,04

Cota relativa	Cota embalse	Q 1 Cond	Q 2 Cond
35,29	297,29	3,46	6,92
35,09	297,09	3,40	6,80
34,89	296,89	3,34	6,68
34,69	296,69	3,28	6,55
34,49	296,49	3,21	6,42
34,29	296,29	3,15	6,29
34,09	296,09	3,08	6,16
33,89	295,89	3,01	6,02
33,69	295,69	2,94	5,88
33,49	295,49	2,87	5,74
33,29	295,29	2,80	5,59
33,09	295,09	2,72	5,44
32,89	294,89	2,64	5,29
32,69	294,69	2,57	5,13
32,49	294,49	2,48	4,97
32,29	294,29	2,40	4,80
32,09	294,09	2,31	4,62
31,89	293,89	2,22	4,44
31,69	293,69	2,12	4,24
31,49	293,49	2,02	4,04
31,29	293,29	1,92	3,83
31,09	293,09	1,81	3,61
30,89	292,89	1,69	3,37
30,69	292,69	1,56	3,12
30,49	292,49	1,42	2,84
30,29	292,29	1,26	2,53
30,09	292,09	1,09	2,18

*La cota relativa se toma desde la cota 262 msnm

3.5.4.2. Toma de agua de la cota 282. Nuevo desagüe de fondo

Este dispositivo se denomina igualmente *Toma de la cota 20*, y está formado por dos conductos metálicos de 800 mm de diámetro, con una separación entre ejes de 1,4 m que, tomando las aguas del embalse, mediante embocaduras sin abocinar y protegidas con rejilla, atraviesan la roca de la ladera en una longitud de 30 m a la cota citada, bajo su estribo derecho, hasta la cámara de válvulas.

Debido a que quedaron inutilizados los dos desagües de fondo y la toma de cota 10, se ha habilitado esta toma de la cota 20 como nuevo desagüe de fondo. Para esto, se han instalado dos nuevas compuertas tipo Bureau por cada conducto, aguas abajo de las dos originales, que en un principio se pretendían eliminar, pero que finalmente se adecuaron y recuperaron. El conjunto formado por las nuevas compuertas y las antiguas se hormigonó hasta el nivel de las campanas de cierre. Las compuertas antiguas permanecen siempre abiertas, si bien en caso de necesidad pueden operarse manualmente mediante sus actuales mecanismos de accionamiento.

El nuevo desagüe de fondo está formado por:

Dos transiciones de tubería de sección circular de 0,80 metros a sección rectangular de 0,60 x 0,80 metros con marcos de refuerzo.

Dos conductos de sección rectangular de 0,60 x 0,80 metros con marcos de refuerzo y bridas para unión a las compuertas tipo Bureau.

Cuatro compuertas tipo Bureau de 0,60 x 0,80 metros con servomotores de accionamiento y dispositivos de by-pass en las dos compuertas de aguas arriba.

Dos juntas de desmontaje de 0,60 x 0,80 metros.

Un equipo de inyección de aceite, eléctrico y manual con doble grupo moto-bomba y todo el aparellaje electrohidráulico de protección mando y control para el accionamiento de las cuatro compuertas Bureau, alojado en pupitre metálico estanco.

Cuatro dispositivos de aducción: dos en las compuertas de aguas arriba, constituido cada uno por tubería de aireación, válvula de compuerta de guarda y ventosa automática bifuncional situada en la galería (por tanto fuera de la cámara de válvulas). Los otros dos dispositivos de aireación, en las compuertas de aguas abajo, están constituidos cada uno de ellos por tres tuberías de Ø100 con salida directa a la galería.

El vertido de caudales de estas tuberías se realiza directamente al canal que discurre por el antiguo túnel de acceso, de 59,90 m de longitud con 3,00 m de anchura y 1,50 m de profundidad, cuya traza se desarrolla excavada en la roca de la ladera, que transporta las aguas hasta una pequeña rápida que desemboca en el cauce del río, después de haber recogido los caudales vertidos por la toma de la cota 10.

Las características más importantes de esta toma de agua son:

- Número de conductos2 Ud
- Diámetro de los conductos.....600x800 mm
- Cota del eje en la embocadura..281,22 msnm
- Longitud de cada conducto en roca 30,00 m
- Longitud de cada conducto zona válvulas..... 6,50 m
- Pendiente del canal..... 0'6%
- Capacidad total de desagüe (NMN)9,17 m³/s
- Ataguiado No
- Rejillas Sí
- Compuertas de paramento..... No

Las características principales de las válvulas de cierre son:

- Número de conductos.....2 Ud.
- Número de válvulas.....2 Ud. por conducto
- TipoCompuerta Bureau
- Dimensiones600x800 mm.
- Aireación.....Sí
- By-pass.....Sí
- Maniobra.....electro óleo hidráulica
- Escala de abertura.....Sí
- Finales de carrera.....Sí

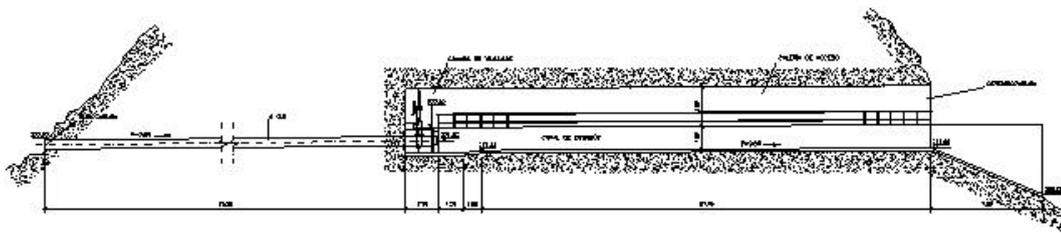
A continuación se expone la ley de vertidos cuando la compuerta de regulación se encuentra totalmente abierta. Para casos de abertura intermedia ver el Anejo N°3:

Cota relativa	Cota H	Q 1 Cond	Q 2 Cond
40,69	302,69	5,56	11,13
40,49	302,49	5,54	11,07
40,29	302,29	5,51	11,02
40,09	302,09	5,48	10,96
39,89	301,89	5,45	10,91
39,69	301,69	5,43	10,85
39,49	301,49	5,40	10,80
39,29	301,29	5,37	10,74
39,09	301,09	5,34	10,69
38,89	300,89	5,32	10,63
38,69	300,69	5,29	10,57
38,49	300,49	5,26	10,52
38,29	300,29	5,23	10,46
38,09	300,09	5,20	10,40
37,89	299,89	5,17	10,34
37,69	299,69	5,14	10,29
37,49	299,49	5,11	10,23
37,29	299,29	5,08	10,17
37,09	299,09	5,06	10,11
36,89	298,89	5,03	10,05
36,69	298,69	5,00	9,99
36,49	298,49	4,97	9,93
36,29	298,29	4,94	9,87
36,09	298,09	4,91	9,81

Cota relativa	Cota H	Q 1 Cond	Q 2 Cond
35,89	297,89	4,87	9,75
35,69	297,69	4,84	9,69
35,49	297,49	4,81	9,63
35,29	297,29	4,78	9,56
35,09	297,09	4,75	9,50
34,89	296,89	4,72	9,44
34,69	296,69	4,69	9,37
34,49	296,49	4,66	9,31
34,29	296,29	4,62	9,25
34,09	296,09	4,59	9,18
33,09	295,09	4,42	8,85
32,09	294,09	4,25	8,50
31,09	293,09	4,07	8,14
30,09	292,09	3,88	7,77
29,09	291,09	3,69	7,37
28,09	290,09	3,48	6,96
27,09	289,09	3,26	6,51
26,09	288,09	3,02	6,04
25,09	287,09	2,76	5,52
24,09	286,09	2,47	4,95
23,09	285,09	2,15	4,30
22,09	284,09	1,77	3,54
21,09	283,09	1,28	2,55
20,09	282,09	0,37	0,73

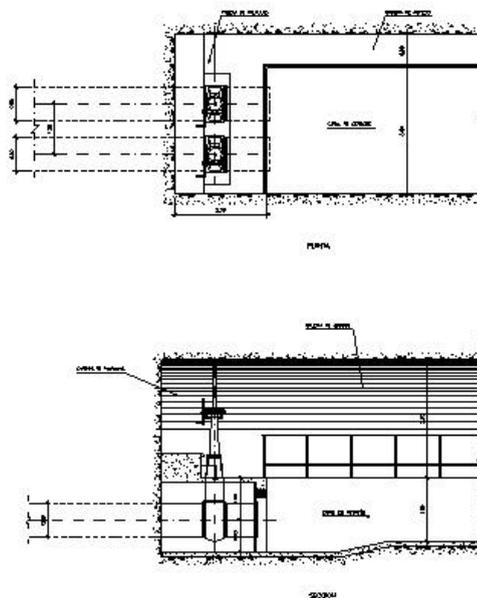
3.5.4.3. Toma de agua de la cota 272

Este dispositivo se denomina igualmente *Toma de la cota 10*, y está formado por dos conductos metálicos de 800 mm de diámetro, con una separación entre ejes de 1,20 m que, tomando las aguas del Embalse, mediante embocaduras sin abocinar y protegidas con rejilla, atraviesan la roca de la ladera en una longitud de 29,50 m a la cota citada, bajo el estribo derecho de la presa.



Toma de Agua de la cota 272. Sección

Cada uno de los conductos dispone, para su maniobra, de una sola válvula de compuerta accionada exclusivamente de modo manual, mediante volante con desmultiplicador, de 800 mm de diámetro, con disco obturador en forma de cuña que cierra con doble anillo de bronce.



Toma de Agua de la Cota 272. Cámara de Válvulas. Sección

Para su maniobra hay dispuesta una cámara de mecanismos, en el interior del dique, bajo su estribo derecho, a la que se accede por el propio túnel de desagüe, por un pasillo elevado, protegido con barandilla, al que se llega a través de las escaleras y pasarelas dispuestas en la margen derecha, aguas abajo de la presa.

Estos dispositivos carecen de by-pass, aducción de aire, y escala de señalización de la abertura de compuerta.

El vertido de caudales de estas tuberías se realiza directamente al canal que discurre por el túnel de acceso, de 33,93 m de longitud con 3,00 m de anchura y 1,50 m de profundidad, que transporta las aguas hasta una rápida que desemboca en el cauce del río.

Las características más importantes de esta toma de agua son:

- Número de conductos.....2 Ud
- Diámetro de los conductos800 mm
- Cota del eje en la embocadura271,69 msnm
- Longitud del conducto31,70 m
- Longitud del canal de desagüe33,93 m
- Longitud de cada conducto zona válvulas2,20 m
- Pendiente de la conducción.....0,6%
- Capacidad total de desagüeEstá aterrado
- Ataguado.....No
- RejillasSí
- Compuertas de paramento.....No

Las características principales de las válvulas de cierre son:

- Número de conductos.....2 Ud
- Número de válvulas.....1 Ud. por conducto
- TipoCompuerta
- Diámetro.....800 mm
- AeraciónNo
- By-passNo
- Maniobra.....Manual
- Escala de abertura.....No
- Fines de carrera.....No
- Enclavamientos.....No

En la actualidad la toma de agua de la cota 272 esta aterrada y por lo tanto fuera de servicio.

3.6. Sistema de auscultación.

Debido a la antigüedad de la presa del Alfonso XIII, en su construcción no se adoptaron apenas sistemas de auscultación para comprobar el comportamiento de la presa.

En 1970, dentro del proyecto de obras complementarias N°2, se construyó una galería de inspección que recorre toda la presa cerca del contacto con el cimiento introduciéndose en ambos estribos unos 35 metros. Atravesando la misma se construyó desde coronación una pantalla de drenaje conformada por taladros de 70 mm de diámetro cada 2 m, interesando como mínimo 5 m la zona debajo del cimiento.

3.6.1. Instrumentación de la propia presa.

3.6.1.1. Auscultación hidráulica.

a) Nivel del embalse.

Existe un limnígrafo en la presa, perteneciente al SAIH, que dispone de un lector en la coronación de la presa para el personal a pie de presa.

b) Control de las presiones intersticiales.

En la galería de inspección construida en 1970, se implantó una pantalla de drenes y se colocaron, más adelante, manómetros.

c) Control de filtraciones en galerías.

No existe instrumentación instalada para el control de las filtraciones.

3.6.1.2. Auscultación de movimientos de la presa.

a) Control de temperaturas.

No existen termómetros en el cuerpo de presa, solo el de la estación meteorológica sita en el poblado.

b) Control de movimientos.

No existe método alguno para comprobar el comportamiento de la presa. Dentro de la asistencia técnica para la redacción de este Documento XYZT se han habilitado dos hitos referenciados para ser utilizados para testar el comportamiento de la presa.

Las coordenadas son:

CÓDIGO	X	Y
H-ALF-1	622.643,116	4.231.735,148
H-ALF-2	622.720,275	4.231.641,577

3.6.2. Instrumentación del SAIH.

La presa dispone de una caseta del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) que manda la información recogida mediante comunicación vía satélite a la Confederación Hidrográfica del Segura, donde realizan el tratamiento de los datos recibidos. Esta caseta se encuentra en la margen derecha de la presa junto a una de las casetas que alberga los grupos electrógenos (ver plano (5.2)).

Los equipos del SAIH están situados en:

- Aliviadero principal (grado de apertura de compuertas)
- Coronación de presa (nivel de embalse)
- Toma de la cota 20. Nuevo desagüe de fondo (grado de apertura de compuertas)
- Toma de la cota 30 (grado de apertura de compuertas)

3.7. Instalaciones auxiliares.

3.7.1. Suministro de energía

3.7.1.1. Línea aérea de media tensión.

El suministro de energía se realiza al centro de transformación mediante una línea aérea de 20 kV de tensión perteneciente a la Confederación Hidrográfica del Segura, con apoyos metálicos y conductor LA 30 Al-Ac y un tramo subterráneo con conductor 3(1x150) mm² Al 12/20 kV.

3.7.1.2. Centro de transformación

La tensión de alimentación en alta es de 20 kV. La tensión de salida en baja es de 380/220 V.

El transformador tiene una potencia de 75 kVA y está refrigerado por baño de aceite. Se encuentra en una caseta situada en la margen derecha aguas arriba de la presa, entre el aliviadero principal y el aliviadero secundario.

Desde el centro de transformación se distribuye la energía a los diversos puntos de consumo, saliendo las líneas de baja tensión hacia:

- Zona del poblado.
- Aliviadero principal.
- Cuadro general de coronación desde el que se controla el alumbrado tanto interior como exterior, las tomas de fuerza y las tomas de agua de la cota 20 (nuevo desagüe de fondo) y cota 30.
- Aliviadero secundario.

Para el cálculo de la potencia total que se necesita para abastecer los servicios de la presa se obtiene:

- Alumbrado exterior
 - 10 Luminarias VSAP 250 W 4.500 W
 - 20 Luminarias VSAP 70 W 2.520 W
 - 14 Luminarias estancas..... 1.288 W
 - 35 Luminarias incandescentes..... 3.500W

- 9 Proyectoros cuarzo-yodo 24.300 W
- Alumbrado a viviendas20 kW
- Fuerza
 - Motor desentarquinador (FS) 24.288 W
 - Motores compuertas..... 14.720 W
 - Motores compuertas..... 7.360 W
 - Total **99.333 W**

Al aplicarle un coeficiente de simultaneidad de 0,5 debido a la no coincidencia entre la puesta en marcha de motores, alumbrado y viviendas, resulta una potencia de 62.083 kVA, por lo que es suficiente al disponerse de un transformador de 75 kVA.

3.7.1.3. Líneas de baja tensión

Líneas desde el Centro de Transformación

Línea general de alimentación de los edificios desde el centro de transformación a torre metálica para salida aérea.

Constituida por conductor de Cu unipolar de 50 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Línea aliviadero principal desde el centro de transformación a caseta.

Constituida por conductor de Cu unipolar de x 35 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Línea desde el centro de transformación a cuadro general coronación de la presa.

Constituida por conductor de Cu unipolar de 50 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Línea desde centro de transformación a grupo electrógeno nuevo.

Constituida por conductor de Cu unipolar de 50 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Línea aliviadero secundario.

Constituida por conductor de Cu unipolar de 10 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Resto de líneas.

Instalación de fuerza del nuevo desagüe de fondo de la toma de la cota 20.

Constituido por conductor de Cu unipolar de 10 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Instalación de fuerza para la toma de la cota 30.

Constituido por conductor de Cu de 3 x 16 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Línea desde la toma de la cota 30 a dos motores válvulas.

Constituida cada línea por conductor de Cu de 4 x 2,5 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Línea para alumbrado existente en coronación de presa.

Constituida por conductores de Cu unipolares 10 y 6 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

Instalación de alumbrado en túneles.

Constituida por conductor de Cu unipolar de 6 mm² de sección, aislamiento 0,6/1 kV.

3.7.1.4. Iluminación

Alumbrado caseta aliviadero principal.

El alumbrado está formado por:

Proyectores de 400 W de halógeno.

Pantallas fluorescentes de 2 x 40 W.

Alumbrado de emergencia con lámpara de 70 lúmenes (tiempo de servicio de 1 hora de duración).

Alumbrado aliviadero secundario.

El alumbrado está formado por:

Proyectores de 400 W de halógeno.

Pantalla fluorescentes de 2 x 40 W.

Alumbrado de emergencia con lámpara de 70 lúmenes (tiempo de servicio de 1 hora de duración).

Alumbrado del nuevo desagüe de fondo de la toma de la cota 20.

El alumbrado está formado por:

Luminarias BJC estancas de aluminio inyectado

Pantallas fluorescentes de 2 x 40 W.

Alumbrado de emergencia con lámpara de 70 lúmenes (tiempo de servicio de 1 hora de duración).

Alumbrado de la toma de la cota 30.

El alumbrado está formado por:

Proyectores de 400 W de halógeno.

Pantallas fluorescentes de 2 x 40 W.

Alumbrado de emergencia con lámpara de 70 lúmenes (tiempo de servicio de 1 hora de duración).

Alumbrado en túneles.

El alumbrado está formado por pantallas fluorescentes IP 65 de 2 x 65 W.

Instalación de alumbrado en zona de viviendas.

Luminarias con lámparas de SAP de 250 y 150 W

Cuerpo de presa

Proyectores herméticos blindados de 1.500 W

Galerías de acceso a cámaras de fondo

Puntos de luz estancos incandescentes con protección blindada de 100 W

Accesos a la presa y coronación

Luminaria acople directo a columna abatible de 12 metros con equipo de 250 W de VSAP

Acceso a pie de presa y estación de aforos

Luminaria esférica antivandálica sobre columna de 4 metros abatible con equipo de 70 W de VSAP

3.7.1.5. Grupos Electrógenos.

Como reserva y garantía en el suministro de energía eléctrica a la presa e instalaciones dispone de dos grupos electrógenos de 50 kVA.

El más antiguo, situado junto al centro de transformación, accionado por un motor Barreiros Diesel produce 65 CV a 1.500 r.p.m. Está refrigerado por agua y dispone de un alternador INDAR con salidas 380/220 V a 50 Hz y 1.500 r.p.m.

El nuevo, situado junto a la caseta del SAIH, está accionado por un motor PERKINS de combustión interna que produce 62,5 CV a 1.500 r.p.m. Esta refrigerado

por agua y dispone de un alternador INDAR de 50 kVA con salidas 380/220 V a 50 Hz. y 1.500 r.p.m.

En 1988, se instaló en el grupo electrógeno más moderno un dispositivo de automatismo de entrada en funcionamiento por fallo de tensión en el suministro de energía eléctrica, así como en ambas casetas, extractores para la renovación de aire colocados en la parte superior de las mismas.

3.7.2. Comunicaciones y telecomunicaciones.

Las instalaciones de la presa están comunicadas con el resto de la Confederación Hidrográfica del Segura a través de:

- Equipo emisor-receptor de radio (2 equipos portátiles)
- Línea telefónica de la Red Nacional de la Compañía Telefónica de España con el número 968 433 398.
- Teléfono móvil del personal de la presa con el número 619 708 304.

3.7.3. Estación meteorológica.

Existe una estación meteorológica donde se toman diariamente los siguientes datos:

- Precipitación en 24 horas.
- Evaporación en el embalse.
- Temperaturas máxima y mínima.

Esta estación se ubica en la zona de edificios y de la Casa de la Administración

3.7.4. Sistema de alarma y televigilancia

En 1993 se instaló un sistema de seguridad en la presa consistente en instalaciones antirrobo colocados en:

- Caseta grupo electrógeno antiguo
- Centro de transformación
- Caseta grupo electrógeno moderno
- Aliviadero principal
- Caseta control eléctrico
- Almacén

Sin embargo, en el mes de julio de 2004 se ha iniciado la instalación de un nuevo sistema de alarma antiintrusismo en sustitución del anterior. El sistema de transmisión es vía radio.

Se han instalado tres centralitas de alarma antiintrusismo situadas una en el aliviadero principal, otra en la oficina de la Casa de Administración y la última en una de los edificios del poblado.

La centralita de alarma antiintrusismo situada en el aliviadero principal protege las instalaciones pertenecientes al:

- Aliviadero principal
- Caseta grupo electrógeno antiguo
- Centro de transformación
- Caseta grupo electrógeno moderno
- Caseta cuadro eléctrico
- Puertas accesos a los desagües

La centralita de alarma antiintrusismo situada en la oficina de la Casa de Administración protege las instalaciones pertenecientes al:

- Almacén
- Taller

La centralita de alarma antiintrusismo situada en un edificio del poblado protege los edificios del mismo en donde reside el personal de explotación a pie de presa.

En caso de disparo de alguna de las alarmas actúan los indicadores ópticos y acústicos instalados y se envían los mensajes correspondientes tanto al teléfono fijo como al teléfono móvil que dispone la presa, indicándole la alarma detectada.

3.7.5. Embarcadero

En el camino entre la presa y el poblado existe un acceso al vaso del embalse. En él se encuentra una caseta que alberga una embarcación para la navegación en el propio embalse.

En 1994 se ejecutó el proyecto "Rampa de acceso al vaso del Embalse Alfonso XIII y zona de maniobra" que consistió en la regularización de la superficie de la rampa, la ejecución de un desmonte para conseguir una anchura mínima de 3,5 m, colocándose unas zahorras y una capa de hormigón H-150 de 15 cm de espesor con mallazo para evitar fisuraciones. Además se conformaron dos superficies en la zona contigua a la playa para efectuar maniobras de aproximación al agua con un remolque.

3.8. Edificaciones.

3.8.1. Casa de la Administración y edificios.

En el poblado se encuentran las siguientes edificaciones:

- Casa de la Administración.
- Almacén.
- Taller.
- Edificios algunos de los cuales están siendo utilizados para vivienda del personal de explotación (en total habría 4 viviendas).

Parte del edificio de la Casa de la Administración también sirve para vivienda del personal de explotación de la presa.

3.8.1.1. Abastecimiento de agua potable.

El abastecimiento de agua potable al poblado de la presa se realiza desde la red municipal de Calasparra. La conexión con esta red se realiza en una arqueta de conexión, que contiene un contador y una válvula de corte, situada en las afueras del casco urbano, cerca de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) de Calasparra. Desde dicha arqueta se realiza la derivación hasta la cántara de aspiración de 6 m³ en la estación de bombeo.

La estación de bombeo está formada por dos grupos de bombeo ASEA de las siguientes características:

3 ~ 50 Hz IEC 34
12,5 hp 9 kW 2.950 rpm
380 V ? 19,4 A
Clase F cos f 0,88 IP55

A la salida de cada impulsión dispone de válvula de retención y válvula de corte de diámetro 50 mm y PN 40.

La tubería de impulsión es de hierro, de diámetro 63 mm y llega hasta el *Depósito del Llano*. La longitud de la tubería de impulsión es de 4 km y tiene instalada 5 válvulas de retención.

El *Depósito del Llano* es enterrado y tiene una capacidad de 32 m³.

Desde el *Depósito del Llano* parte la tubería de gravedad de polietileno de alta densidad de diámetro 2" hasta los depósitos del poblado antiguo. Con una longitud de 4 km aproximadamente, tiene instalada 5 ventosas. Estos dos depósitos a los que llega la conducción tienen una capacidad de 8 y 15 m³.

En el antiguo poblado, junto a los depósitos de agua potable, se encuentran varias viviendas abandonadas y en mal estado de conservación.

3.8.1.2. Sala de Emergencia de la presa

La ubicación de la sala de emergencia se ha fijado en el Plan de Emergencia de la presa redactado en esta Asistencia Técnica en la Casa de la Administración.

3.8.1.3. Archivo Técnico de la presa

El despacho que se utiliza para las labores administrativas de la presa es, a su vez, el recinto donde actualmente se alberga el archivo técnico de la presa.

3.8.2. Otras edificaciones.

En la rampa de acceso al vaso del embalse se encuentra situada la caseta donde se guarda la embarcación asignada a la presa.

Existen además dos casetas que albergan a sendos grupo electrógenos situados en la explanada de la margen derecha existente entre los dos túneles.

Existe, por otro lado, una estación de aforos aguas abajo de la presa construida a principios de los años 60 que consta de una caseta, una zona del cauce canalizada provista de su escala para medir los caudales. En la actualidad está abandonada.

4. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.

4.1. Información geológico - geotécnica.

La geología general de la zona viene descrita en:

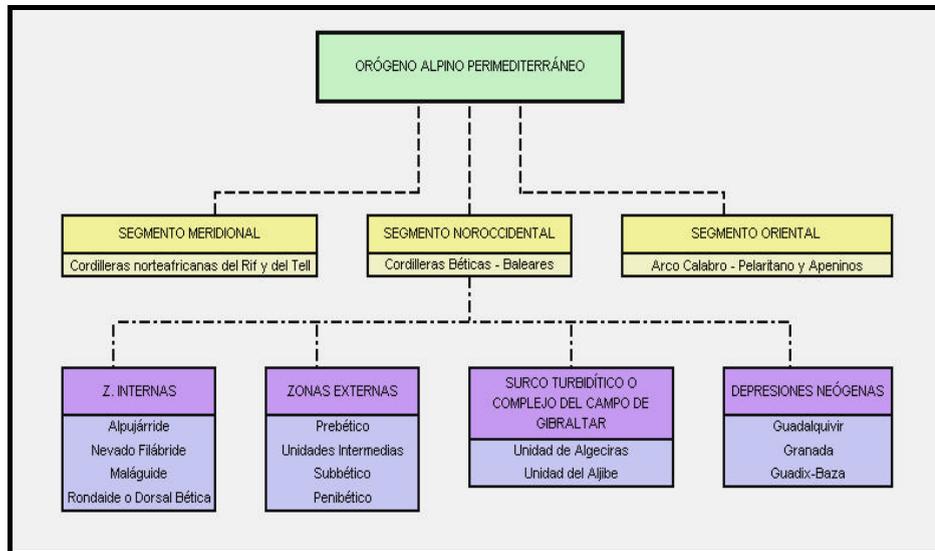
- Mapa Geológico de España. E 1/50.000 (IGME). Hoja Nº 890 (Calasparra)
- Mapa Geológico de España. E: 1/200.000 (IGME). Hoja Nº 72 (Elche)
- Geomorfología de España. Varios Autores. Editorial Rueda, 1994.

No existen estudios específicos de la geología y la geotecnia de la presa, aunque sí se ha recopilado información de diversos proyectos realizados para la presa.

4.1.1. Geología y geotecnia regional

El embalse de Alfonso XIII se encuentra situado en la parte más septentrional de las Cordilleras Béticas, que a su vez constituyen el segmento noroccidental del Orogéno Alpino Perimediterráneo (alineación de cadenas montañosas con estructura

en mantos de corrimiento originada durante el Cretácico y el Terciario que presentan una disposición centrífuga respecto al área ocupada por el mar; *Martín Algarra, 1987*).



División esquemática del Orógeno Alpino Perimediterráneo

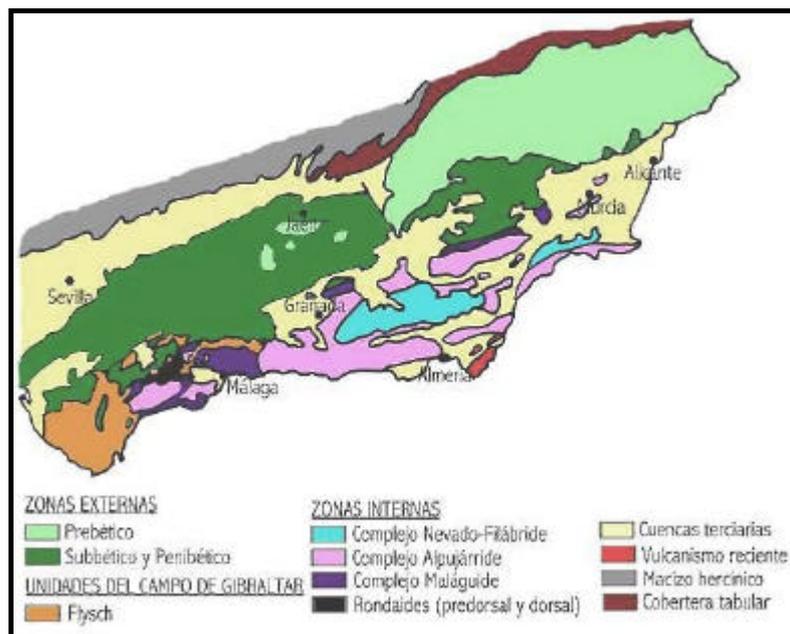
Dentro de las cordilleras béticas, la zona considerada está enmarcada dentro de las Zonas Externas o Dominio Sudibérico. Los materiales de este dominio ocupan una gran extensión en la cordillera y representan un intervalo de tiempo que va desde el Trías hasta el Mioceno. Tienen una estructura caracterizada por un despegue generalizado entre el zócalo (Paleozoico Hercínico) y la cobertera deformada (pliegues, fallas y mantos de cabalgamiento mesozoicos y cenozoicos), en los que el Trías arcilloso-evaporítico actúa como material de despegue y los cabalgamientos tienen vergencia general hacia el W y NW. El zócalo paleozoico no aflora, permaneciendo a una profundidad de 5-8 km y constituido por materiales análogos al Macizo Ibérico.

Según la naturaleza de los materiales y el grado de deformación se diferencian claramente dos zonas:

Prebético, con facies depositadas en medios someros, que durante el Mesozoico representaba la zona más cercana al continente, constituido por el Macizo Ibérico.

Subbético, de facies pelágicas a partir del Lías medio, que representa la zona de depósito marino más alejada del continente, con materiales de cuenca oceánica y eventualmente rocas volcánicas efusivas durante el Mesozoico.

Entre ambos se reconocen en algunas zonas las *Unidades Intermedias*, correspondientes a los materiales del talud continental, con facies por lo general de tipo turbidítico, ligadas al depósito en abanicos submarinos y que localmente pueden alcanzar espesores considerables. Tienen características propias con importantes variaciones laterales, cabalgando sobre el Prebético y cabalgados por el Subbético.



Mapa geológico general de las Cordilleras Béticas

Además, se distinguen los materiales autóctonos que en nuestra zona de estudio, se distinguen los correspondientes a las formaciones premantós (de edad miocena) y las formaciones constituidas por materiales postorogénicos, que se depositaron posteriormente a la puesta en lugar de las unidades alóctonas, y que constituyen la cobertera terciaria y cuaternaria.

4.1.2. Geología y geotecnia del vaso.

El vaso se encuentra, casi en su totalidad, sobre materiales del Subbético Externo, mayoritariamente sobre las margas, margocalizas y areniscas del Albiense. Además la zona central del vaso es cruzada transversalmente por una franja de terreno compuesta por calizas, margas y margocalizas pertenecientes al Turoniense y al Senoniense, ambos del Subbético Externo. Debido a la naturaleza de estos materiales, la impermeabilidad está prácticamente garantizada.

La única zona del vaso sobre el Subbético Interno Frontal es la parte más cercana a la presa en donde aparecen las margas yesíferas y yesos del Keuper. Se caracteriza este terreno por la existencia de abundantes canteras de yeso, lo que unido a las arcillas que lo forman, caracterizan al terreno Triásico como impermeable.

4.1.3. Geología de la cerrada

La presa de Alfonso XIII está construida en una cerrada perteneciente al Cretácico Cenomaniense, prácticamente en su línea de contacto con el Keuper del Triásico, pues este comienza unos metros aguas arriba de la presa.

Debido a la cercanía con el frente de cabalgamiento, la estructura geológica de la zona es muy complicada. Así, aunque la presa se establece sobre las dolomías

masivas del Cenomaniense, aparecen a escasos metros dolomías estratificadas del Turoniense (Cretácico del Prebético Interno) y calizas arenosas del Mioceno inferior (Terciario autóctono); además de las nombradas anteriormente margas yesíferas del Keuper.

4.1.3.1. Tectónica.

De las unidades que afectan al embalse de Alfonso XIII, el Prebético Interno es la única autóctona, mientras que el Subbético Interno Frontal y el Subbético Externo son alóctonas, cabalgando sobre la primera.

A su vez, el Subbético Interno constituye un manto de corrimiento sobre el Subbético Externo.

Se observa además que el Keuper del Subbético Interno se mezcla con las materiales margosos del Albiense-Cenomaniense del Subbético Externo. En su conjunto el trías se encuentra casi siempre por encima de las margas albenses. Así, en las inmediaciones del embalse aparece una mancha del Keuper rodeada completamente por el Albiense. Esto ocurre debido a que el conjunto del Keuper Subbético ha pasado por encima del Cretácico y el Paleógeno del Subbético Externo, y que cuando constituye escamas, en relevo vertical y lateral con las margas del Cretáceo o con los materiales del Paleógeno, esto se debe a las vueltas y revueltas que han dado los materiales incompetentes de ambas unidades en su zona de fricción por el corrimiento del Subbético Interno sobre el Subbético Externo.

4.1.3.2. Subsuelo de la cerrada.

La presa se enclava en las dolomías cenomanienses, que presentan un fuerte buzamiento general hacia aguas arriba, al que se ajustan las laderas junto a la presa.

Estas dolomías aparecen fuertemente fracturadas y brechificadas, aunque debido a un posterior proceso de cementación, estas fracturas no presentan mucha continuidad, tratándose por tanto de un macizo bastante resistente.

En realidad la presa aprovecha un cerrada natural, tratándose de un cañón excavado por el río Quípar a su paso por los materiales calizo-dolomíticos.

En el proyecto adicional de 1918 se indicaba que la presa se encontraba construida sobre un terreno constituido por calizas y margas en capas irregularmente alternadas. A su vez se indicaba que existían calizas numulíticas de escasa potencia y otras calizas arcillosas que llegaban a degenerar en margas y otras que se trataba de calizas compactas.

En este proyecto se dudaba de la permeabilidad de la cerrada al estar constituida por calizas numulíticas con numerosos planos de junta y por la

descomposición de las calizas arcillosas con el aire húmedo. Se indicaba que la cerrada carecería de la impermeabilidad que poseía el vaso.

El profesor García Yagüe, emitió un informe de inspección que se incluye en el proyecto de 1993 "Proyecto de adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del Canal Aliviadero Argos-Quípar", en este informe se indica que las dolomías se encuentran fracturadas y localmente brechificadas, con un proceso posterior de cementación muy avanzado. El resultado final es un macizo resistente en el que se observan localmente zonas más fracturadas, pero en el que las fallas y fracturas no presentan gran extensión al estar recementadas.

En la inspección de los tres túneles que realizó no observaba desprendimientos ni caídas de bloques, solo localmente caída de trozos de tamaño gravilla, que se corresponden a zonas aisladas que están más trituradas y menos cementadas, y son de pequeña extensión. En las laderas, a pesar de su fuerte pendiente no se observaban señales de inestabilidad.

4.1.4. Descripción de los pisos en la cerrada y en el embalse.

Los materiales de la zona de estudio corresponden al Trías del Subbético Interno Frontal, al Cretácico del Prebético Interno y del Subbético Externo y al Terciario y Cuaternario Autóctono.

- Subbético Interno

- *Margas yesíferas y yesos (Trías) o Keuper*, las margas engloban masas de ofitas y algunos bancos de dolomías.

- Subbético Externo

- *Margas, margocalizas y areniscas (Albiense-Cenomaniense)*, margas areniscosas y margocalizas, que en nuestra zona de estudio se caracterizan por un fuerte carácter terrígeno.
- *Calizas y margas*, se trata de una serie que consta de unas margocalizas y calizas en la base y hacia techo se incrementa la fracción carbonatada sobre la arcillosa para pasar a una calizas microcristalinas de pátina arcillosa y margocalizas que intercalan niveles de conglomerado monogénico, cuyos cantos son margocalizos.
- *Margas y margocalizas rojas* que lateralmente varían a color blanquecino
- *Calizas, margas y areniscas*, en capas bien estratificadas, que se disponen sobre la formación anterior de forma alternante.

- Prebético Interno

- *Dolomías masivas (Cenomaniense)*, brechificadas y fracturadas, en potentes bancos, en ocasiones con restos de orbitolinas.
- *Dolomías estratificadas (Cenomaniense-Turonienese)*, dolomías microcristalinas, dolomicritas, que aparecen frecuentemente meteorizadas mostrando un aspecto margoso (de ahí que se asemeje a una serie de alternancia de margas y dolomías). Estas dolomías aparecen tableadas. La estratificación presenta una orientación de 30°-40° aguas arriba (N340°E-N358°E).

Sobre el prebético interno se desarrolla el Neogeno marino preamantos:

- *Margas, margocalizas y areniscas (Burdigaliense-Serravaliense)*. Es una formación con gran potencia. Se trata de margas intercaladas en un conjunto constituido por calizas y areniscas estratificadas
- *Calizas arenosas (Serravaliense)*, de algas, en parte son calizas bioclásticas.

El cuaternario de la zona esta constituido por los *aluviones* del curso fluvial (río Quípar) y por los *coluviones* al pie de los relieves montañosos.

4.1.5. Características sísmicas de la zona

La peligrosidad sísmica es diferente de unos lugares a otros y ha sido práctica habitual calificar los territorios en función de esa peligrosidad. Atendiendo a los criterios marcados a nivel de recomendación en la “*Guía Técnica de seguridad de Presas. Estudios Geológicos y de Prospección de Materiales*” editada por el Comité nacional Español de Grandes Presas (CNEGP) en su apartado 3.3. se hace una clasificación en tres grandes grupos:

- Zonas de baja sismicidad. $a_b < 0,04g$
- Zonas de media sismicidad $0,04g < a_b < 0,13g$
- Zonas de alta sismicidad $0,13g < a_b$

siendo a_b la aceleración básica de la zona.

Atendiendo a la clasificación aquí realizada, la presa de Alfonso XIII se encuentra en una zona que podríamos clasificar de **media sismicidad** ya que la aceleración básica para el T.M. de Calasparra es de 0,07 g (datos extraídos de la Norma Sismorresistente NCSE-02).

Atendiendo a la Guía Técnica de Seguridad de Presas “*Estudios Geológicos-Geotécnicos y de Prospección de Materiales*” y teniendo en cuenta el factor del terreno

(utilizando la instrucción sísmoresistente NCSE-2002 y por analogía con la instrucción antigua), se considera una aceleración de cálculo para el terremoto de Proyecto de **0,073-g** y para el Terremoto Extremo de **0,116-g**.

4.2. Información hidrológica.

4.2.1. Estudio de aportaciones.

Durante esta Asistencia Técnica se ha realizado un análisis de las aportaciones al embalse de Alfonso XIII con los datos registrados desde su puesta en servicio. Dentro del documento *Estudio de Laminación de Avenidas y de Regulación de la presa de Alfonso XIII*, se describen con detalle los resultados obtenidos y la capacidad de garantizar la demanda asociada a la explotación del embalse.

El periodo considerado para el análisis es el comprendido entre 1986 y 2003 que es en el que se tiene datos de aportaciones.

Año Hidrológico	Aportaciones (hm³)
1986 - 1987	4,3
1987 -1988	13,4
1988 - 1989	18,2
1989 - 1990	19,2
1990 -1991	12,2
1991 - 1992	13,8
1992 -1993	16,3
1993 - 1994	4,1
1994 - 1995	2,8
1995 -1996	3,4
1996 - 1997	13,2
1997 -1998	8,5
1998 - 1999	3,8
1999 - 2000	2,9
2000 - 2001	11,3
2001 - 2002	7,9
2002 - 2003	1,6
MINIMO	1,6
MAXIMO	19,2
PROMEDIO	9,2

Por otro lado, el embalse de Alfonso XIII no tiene una demanda específica asociada a su explotación, vertiéndose los caudales que evacua por las tomas al curso general del río Segura. Por lo tanto la presa de Alfonso XIII pertenece al sistema de regulación general del río Segura.

No existiendo demanda específica sobre la que analizar que garantías de suministro se tienen, se ha evaluado el volumen máximo que puede regular la presa cumpliendo los porcentajes de fallo que permite la normativa para el caso de uso en riegos.

Déficit Acumulado (hm³)		
1 año	2 años	10 años
40%	60%	80%

% de volumen acumulado respecto a la demanda anual

El volumen obtenido es de 5,55 hm³.

En el Anejo N°5 de este documento se exponen distintas tablas con los datos de explotación de los que se dispone.

4.2.2. Hidrogramas de avenida y efecto laminador del embalse.

4.2.2.1. Introducción.

En la presente Asistencia Técnica se ha realizado un Estudio Hidrológico⁴ en la cuenca de aportación para obtener los hidrogramas de avenidas para los periodos de retorno que señala el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses y recomienda la Guía Técnica N° 4 de Avenida de Proyecto del CNEGP, además de para comprobar la bondad de los cálculos iniciales del proyecto.

En el Estudio Hidrológico antes mencionado, se ha optado por emplear una metodología de estudio de avenidas de tipo probabilístico basado en datos históricos de lluvia (método hidrometeorológico), contrastando, cuando sea posible, los valores de los caudales de avenidas con las avenidas históricas. El criterio para determinación de la Avenida de Proyecto y la Avenida Extrema es función del riesgo asumible según la categoría de la presa, tal y como expresa el Reglamento Técnico de Seguridad de Presas y Embalses, que en este caso es A.

La metodología empleada se puede resumir en tres apartados. Por un lado se realiza un modelo de la cuenca de aportación como un sistema interconectado cuyos componentes son: las subcuencas en las que tienen lugar la generación de escorrentía, los tramos de transporte que propagan los hidrogramas aguas abajo y los embalses que laminan la avenida.

Por otro lado se ha realizado un modelo de la precipitación en cada subcuenca para cada periodo de retorno y finalmente, empleando el programa HEC-HMS desarrollado por el U.S. Army Corps of Engineers se resuelve y se calibra el modelo

⁴ Estudio Hidrológico y de Laminación de Avenidas incluido en la caja: ESTUDIOS MONOGRÁFICOS

obteniéndose los hidrogramas más desfavorables en los diferentes puntos de control de la cuenca.

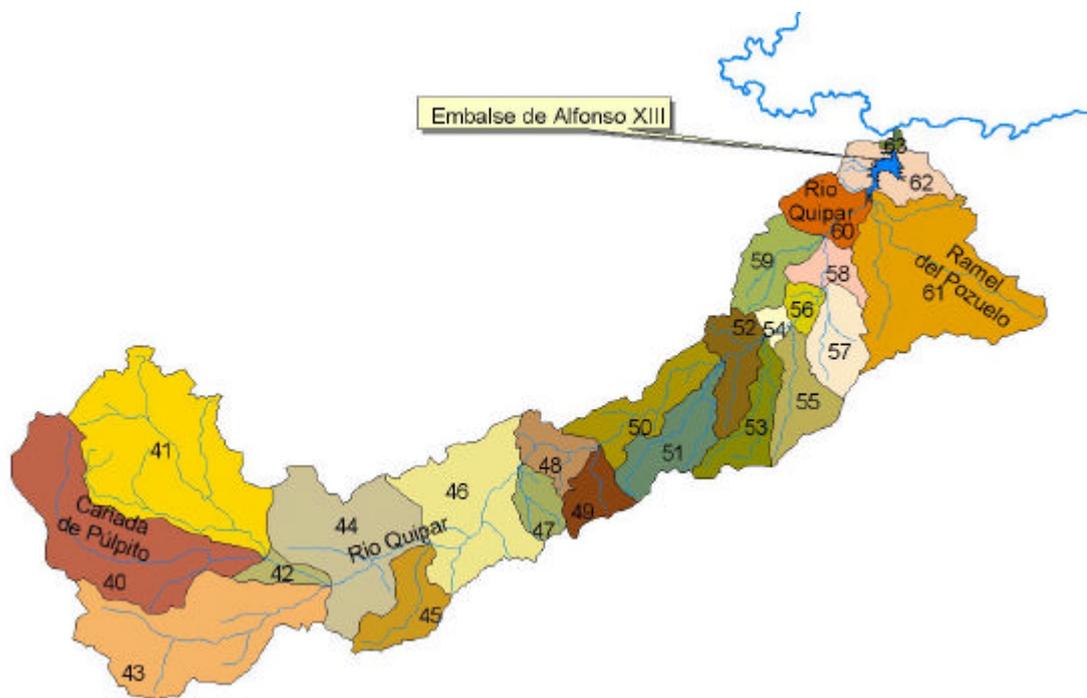
Finalmente se ha realizado una discusión de los resultados obtenidos y la comparativa con los originales.

4.2.2.2. Modelización de la cuenca de aportación.

En primer lugar se ha realizado la subdivisión en cuencas de tal forma que cada unidad individual considerada tenga sus características hidrológicamente homogéneas.

Para la evaluación de la lluvia neta se utilizó el Método del S.C.S. (Soil Conservation Service) que es uno de los más empleados en la práctica. El Método del S.C.S. establece el valor del exceso de precipitación en función de las características de la cuenca, estado inicial de humedad y de la precipitación acumulada. Para ello utiliza el parámetro denominado Número de Curva (CN).

Para evaluar el número de curva se consideran una serie de factores como son: el uso de suelo, la pendiente del terreno, la litología a efectos de permeabilidad y los antecedentes de humedad. Este número está especificado en las tablas publicadas por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en “Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas”.



Subcuencas del río Quípar

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LAS SUBCUENCAS

SUCUENCA	CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA					CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE			
	S (km ²)	P (km)	Hcu (m)	hcu (m)	J	Lca (m)	Hca (m)	hca (m)	I
BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA CAÑADA DE LOS SANTOS	89,37	53,15	2027	960	4,72	9,94	1130	960	1,71
CAÑADA DE LOS SANTOS	112,06	52,84	1880	960	4,36	18,10	1360	960	2,21
BARRANCO DE LA JUNQUERA DESDE CAÑADA DE LOS SANTOS HASTA RIO QUIPAR	8,54	16,05	1120	920	2,96	4,96	960	920	0,81
RAMBLA DE TARRAGOYA	88,02	52,10	1471	920	2,50	17,91	1148	920	1,27
RIO QUIPAR DESDE CONFLUENCIA DE LA RAMBLA DE TARRAGOYA Y BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA BARRANCO DE MUNUERAS	72,61	43,47	1611	820	4,49	8,12	920	820	1,23
BARRANCO DE MUNUERAS	23,86	26,20	1055	820	2,15	10,23	960	820	1,37
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE MUNUERAS Y BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	64,86	42,37	1101	720	2,18	17,94	920	720	1,12
BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	12,59	14,58	1120	720	8,94	6,04	980	720	4,31
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS Y BARRANCO DE LA PUERTA	17,07	20,88	1141	640	5,96	6,85	820	640	2,63
BARRANCO DE LA PUERTA	15,16	19,04	1141	640	6,68	5,39	1040	640	7,42
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LA PUERTA Y ARROYO DE BURETE	29,21	32,54	1085	480	4,26	13,54	640	480	1,18
ARROYO DE BURETE	28,36	30,16	1180	480	5,44	13,86	1080	480	4,33
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DE BURETE Y ARROYO DEL CHAPARRAL	22,13	25,56	772	420	3,28	5,18	480	420	1,16
ARROYO DEL CHAPARRAL	21,49	28,75	1003	420	4,60	11,23	810	420	3,47
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DEL CHAPARRAL Y ARROYO HURTADO	4,41	9,16	612	400	6,63	2,41	420	400	0,83
ARROYO HURTADO	23,33	25,49	787	400	3,68	9,92	700	400	3,02
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO HURTADO Y BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	7,02	10,75	605	380	7,17	3,96	400	380	0,51
BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	22,75	20,86	799	380	5,72	5,21	480	380	1,92
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO Y ARROYO GILICO	11,78	18,06	605	340	3,56	4,22	380	340	0,95
ARROYO GILICO	22,44	23,04	641	340	3,33	9,22	490	340	1,63
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO GILICO Y RAMEL DEL POZUELO	19,74	19,04	477	320	2,43	5,51	340	320	0,36
RAMEL DEL POZUELO HASTA EL RIO QUIPAR	94,52	52,26	799	320	2,20	17,16	620	320	1,75
RIO QUIPAR DESDE EL RAMEL DEL POZUELO HASTA LA PRESA DE ALFONSO XIII	22,05	22,89	729	285	4,93	3,82	320	285	0,92

Superficie: S (km²)

Perímetro: P (km)

Cota superior de la cuenca de aportación: H_{cu} (msnm)

Cota inferior de la cuenca de aportación: h_{cu} (msnm)

Índice de compacidad: $I_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{S}}$ (tanto por uno)

Pendiente media de la cuenca: $J = \frac{H_{cu} - h_{cu}}{L_{re}}$ (tanto por uno)

Longitud del cauce principal: L_{ca} (km)

Cota superior del cauce principal: H_{ca} (msnm)

Cota inferior del cauce principal: h_{ca} (msnm)

Pendiente media del cauce principal: $I = \frac{H_{ca} - h_{ca}}{L_{ca}}$ (en tanto por uno)

NÚMEROS DE CURVA OBTENIDOS PARA CONDICIONES DE HUMEDAD I, II Y III (SCS)

CUENCA	CN I	CN II	CN III
BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA CAÑADA DE LOS SANTOS	57,33	76,19	88,04
CAÑADA DE LOS SANTOS	54,92	74,36	86,97
BARRANCO DE LA JUNQUERA DESDE CAÑADA DE LOS SANTOS HASTA RIO QUIPAR	60,68	78,61	89,42
RAMBLA DE TARRAGOYA	60,09	78,19	89,18
RIO QUIPAR DESDE CONFLUENCIA DE LA RAMBLA DE TARRAGOYA Y BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA BARRANCO DE MUNUERAS	61,88	79,44	89,89
BARRANCO DE MUNUERAS	65,84	82,11	91,34
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE MUNUERAS Y BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	59,16	77,52	88,81
BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	55,16	74,54	87,07
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS Y BARRANCO DE LA PUERTA	53,22	73,04	86,17
BARRANCO DE LA PUERTA	45,05	66,12	81,78
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LA PUERTA Y ARROYO DE BURETE	50,77	71,06	84,96
ARROYO DE BURETE	47,79	68,55	83,37
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DE BURETE Y ARROYO DEL CHAPARRAL	49,45	69,96	84,27
ARROYO DEL CHAPARRAL	54,75	74,23	86,89
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DEL CHAPARRAL Y ARROYO HURTADO	50,91	71,18	85,03
ARROYO HURTADO	60,96	78,8	89,53
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO HURTADO Y BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	62,26	79,71	90,04
BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	60,73	78,65	89,44
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO Y ARROYO GILICO	65,13	81,64	91,09
ARROYO GILICO	50,43	70,78	84,78
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO GILICO Y RAMBL DEL POZUELO	60,05	78,16	89,17
RAMBL DEL POZUELO HASTA EL RIO QUIPAR	65,58	81,94	91,25
RIO QUIPAR DESDE EL RAMBL DEL POZUELO HASTA LA PRESA DE ALFONSO XIII	64,12	81	91

Tras estos resultados, se calcula la transformación del exceso de precipitación en escorrentía. Para el cálculo del hidrograma de cada subcuenca, la Guía Técnica Nº 4 de Avenida de Proyecto del CNEGP recomienda el empleo de la metodología del hidrograma unitario. Este se puede calcular específicamente en cada subcuenca si se dispone de suficientes datos de eventos de avenidas. En caso contrario se pueden emplear hidrogramas sintéticos con los parámetros calibrados con datos de algunas avenidas reales, o en último término evaluarlos a partir de diversas fórmulas empíricas.

En este caso se ha empleado el hidrograma sintético de SNYDER, evaluando sus parámetros a partir de fórmulas empíricas.

TIEMPOS DE CONCENTRACIÓN MEDIANTE MÉTODO TÉMEZ (horas)

CUENCA	TÉMEZ
BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA CAÑADA DE LOS SANTOS	4,55
CAÑADA DE LOS SANTOS	5,21
BARRANCO DE LA JUNQUERA DESDE CAÑADA DE LOS SANTOS HASTA RIO	2,85

CUENCA	TÉMEZ
QUIPAR	
RAMBLA DE TARRAGOYA	6,21
RIO QUIPAR DESDE CONFLUENCIA DE LA RAMBLA DE TARRAGOYA Y BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA BARRANCO DE MUNUERAS	4,70
BARRANCO DE MUNUERAS	3,69
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE MUNUERAS Y BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	6,15
BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	1,64
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS Y BARRANCO DE LA PUERTA	2,24
BARRANCO DE LA PUERTA	1,30
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LA PUERTA Y ARROYO DE BURETE	4,56
ARROYO DE BURETE	2,69
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DE BURETE Y ARROYO DEL CHAPARRAL	3,10
ARROYO DEL CHAPARRAL	2,56
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DEL CHAPARRAL Y ARROYO HURTADO	1,93
ARROYO HURTADO	2,60
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO HURTADO Y BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	3,10
BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	2,51
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO Y ARROYO GILICO	2,72
ARROYO GILICO	3,25
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO GILICO Y RAMEL DEL POZUELO	5,13
RAMEL DEL POZUELO HASTA EL RIO QUIPAR	5,43
RIO QUIPAR DESDE EL RAMEL DEL POZUELO HASTA LA PRESA DE ALFONSO XIII	3,18

Para simular la laminación del hidrograma cuando circula a través de las ramblas o cauces principales se introducen en el modelo tramos de transporte. El programa HEC-HMS también permite el empleo de varios métodos, en este caso se ha empleado el método Muskingum, que requiere como parámetros el coeficiente de almacenamiento y el tiempo de recorrido de la onda.

4.2.2.3. Cálculo de la tormenta de diseño

Basándose en registros de lluvia históricos (diarios y cada 10 minutos) y empleando métodos estadísticos se determinó:

- a) La precipitación diaria en cada subcuenca para cada periodo de retorno
- b) La relación entre la precipitación diaria y la precipitación para una duración de tormenta determinada
- c) Distribución temporal de la lluvia (hietograma)
- d) Distribución areal de la tormenta en la cuenca (se ha tenido en cuenta las cuencas de Argos y Quípar al estudiarse la explotación de forma conjunta)

PRECIPITACIÓN DIARIA (mm) EN CADA SUBCUENCA. FUNCIÓN SQRT-ETMAX PERIODOS DE RETORNO 2,5,10,25,50,100,200,500,1000,2000,5000 Y 10000

CUENCA	2	5	10	25	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA CAÑADA DE LOS SANTOS	44,11	61,95	75,18	93,56	108,39	124,08	140,70	164,10	182,90	202,62	230,17	252,10
CAÑADA DE LOS SANTOS	45,63	63,45	76,82	95,26	110,11	125,88	142,49	165,89	184,71	204,44	231,96	253,88
BARRANCO DE LA JUNQUERA DESDE	45,01	63,71	77,18	96,39	111,79	127,96	145,37	169,64	189,17	209,63	238,32	261,14

CUENCA	2	5	10	25	50	100	200	500	1000	2000	5000	10000
CAÑADA DE LOS SANTOS HASTA RIO QUIPAR												
RAMBLA DE TARRAGOYA	44,95	63,37	76,94	96,17	111,55	127,84	145,21	169,51	189,12	209,64	238,37	261,25
RIO QUIPAR DESDE CONFLUENCIA DE LA RAMBLA DE TARRAGOYA Y BARRANCO DE LA JUNQUERA HASTA BARRANCO DE MUNUERAS	45,85	64,21	77,71	96,68	111,99	128,19	145,21	169,28	188,65	208,92	237,24	259,78
BARRANCO DE MUNUERAS	45,01	63,56	77,36	96,63	112,14	128,60	146,03	170,58	190,33	211,06	240,00	263,07
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE MUNUERAS Y BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	46,58	64,96	78,81	97,83	113,21	129,48	146,69	170,94	190,41	210,85	239,35	262,06
BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS	45,83	65,22	79,92	100,25	116,62	134,05	152,54	178,62	199,59	221,65	252,47	277,02
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DEL JUEGO DE LOS BOLOS Y BARRANCO DE LA PUERTA	46,00	65,97	80,56	101,24	117,96	135,71	154,53	181,12	202,48	224,95	256,36	281,42
BARRANCO DE LA PUERTA	45,81	65,82	81,11	102,33	119,54	137,85	157,27	184,70	206,77	230,01	262,50	288,42
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LA PUERTA Y ARROYO DE BURETE	45,34	66,88	83,22	106,15	124,71	144,47	165,55	195,31	219,34	244,65	280,08	308,37
ARROYO DE BURETE	46,07	67,72	84,11	107,12	125,80	145,69	166,83	196,75	220,87	246,29	281,85	310,24
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DE BURETE Y ARROYO DEL CHAPARRAL	46,54	68,87	85,78	109,45	128,71	149,23	171,05	201,94	226,83	253,08	289,83	319,18
ARROYO DEL CHAPARRAL	48,13	71,77	89,70	114,86	135,33	157,15	180,38	213,27	239,80	267,79	306,99	338,32
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO DEL CHAPARRAL Y ARROYO HURTADO	46,03	67,94	84,50	107,67	126,48	146,55	167,89	198,07	222,41	248,05	283,92	312,60
ARROYO HURTADO	49,05	73,64	92,29	118,51	139,87	162,64	186,88	221,23	248,96	278,18	319,17	351,88
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO HURTADO Y BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	45,45	67,05	83,35	106,23	124,77	144,51	165,55	195,27	219,21	244,47	279,81	308,06
BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO	46,27	68,69	85,67	109,49	128,85	149,48	171,43	202,50	227,57	253,97	290,96	320,51
RIO QUIPAR ENTRE BARRANCO DE LOS POSTES DEL NEVADO Y ARROYO GILICO	44,45	65,35	81,14	103,22	121,19	140,31	160,63	189,37	212,55	236,96	271,12	298,40
ARROYO GILICO	45,02	65,97	81,73	103,86	121,80	140,90	161,19	189,87	213,01	237,36	271,43	298,64
RIO QUIPAR ENTRE ARROYO GILICO Y RAMEL DEL POZUELO	43,28	63,22	78,29	99,34	116,43	134,61	153,91	181,21	203,21	226,37	258,77	284,62
RAMEL DEL POZUELO HASTA EL RIO QUIPAR	43,70	64,86	80,87	103,34	121,61	141,08	161,79	191,11	214,76	239,68	274,58	302,45
RIO QUIPAR DESDE EL RAMEL DEL POZUELO HASTA LA PRESA DE ALFONSO XIII	41,30	60,24	74,43	94,34	110,44	127,58	145,78	171,50	192,22	214,01	244,53	268,85

4.2.2.4. Resultados obtenidos y comparación con estudios previos

Se adjuntan a continuación los resultados del estudio hidrológico para diversos tiempos de retorno.

	DURACIÓN TORMENTA (h)	CAUDAL PUNTA ENTRADA (m³/s)	VOLUMEN ENTRADA (hm³)
500	21	753.90	47.35
1000	21	917.67	58.19
5000	21	1.351,80	87.46
10000	21	1.561,20	101.80

Estos resultados se comparan con los de la avenida de 500 años que se obtuvo en el "Proyecto. Modificación Nº 1. Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos-Quípar" con referencia cronológica 11/99.

	PROYECTO. MODIFICACIÓN Nº1 1999	ESTUDIO HIDROLÓGICO 2004
HIPÓTESIS	500 AÑOS	500 AÑOS
CAUDAL MAX ENTRADA	705 m ³ /s	753,90 m ³ /s
VOLUMEN ENTRADA	37,54 hm ³	47,35 hm ³
DURACIÓN DE LA TORMENTA	-	21 horas

Se observa que en el estudio realizado dentro de esta Asistencia Técnica se obtienen caudales y volúmenes algo mayores que en el estudio previo (la diferencia es de mayor entidad en el caso del volumen del hidrograma).

Para la laminación del embalse se ha considerado, además de las avenidas de la propia cuenca, el hidrograma que se incorpora por el Canal Argos-Quípar, calculado con el manejo de compuertas propuesto en las *Normas de Explotación de la presa de Argos*, redactado en esta Asistencia Técnica.

Las avenidas entrantes al embalse de Alfonso XIII, considerando los caudales aportados por el Canal Argos-Quípar, son:

	DURACIÓN TORMENTA (h)	CAUDAL PUNTA ENTRADA (m ³ /s)	VOLUMEN ENTRADA (hm ³)
500	21	1.042,00	58,92
1000	18	1.234,00	69,20
5000	18	1.803,50	101,28
10000	18	2.044,80	116,67

El estudio de laminación se ha realizado con la política de manejo de compuertas que se ha definido en las Normas de Explotación redactadas en esta Asistencia Técnica. Introduciendo en el embalse los hidrogramas anteriormente calculados, y para distintos niveles de embalse, se obtienen los siguientes resultados:

	DURACIÓN TORMENTA (h)	CAUDAL PUNTA SALIDA ALIV. PRINCIPAL (m ³ /s)	CAUDAL PUNTA SALIDA ALIV. SECUNDARIO (m ³ /s)	CAUDAL PUNTA SALIDA TOTAL (m ³ /s)	COTA MÁXIMA (msnm)
100	24	422,28	56,25	478,52	301,44
200	21	544,87	68,81	613,68	302,38
500	12	509,83	66,27	576,10	302,13

Nota1: en el cálculo se supone que NO hay limitación de caudales por el canal Argos-Quípar.

Nota 2: la avenida de 500 años que aparece en la tabla es la máxima que la presa puede evacuar.

En las Normas de Explotación citadas anteriormente se ha propuesto un NMN de 296,07 msnm, siendo el valor máximo de *nivel inicial de embalse* utilizado en el “*Estudio de Laminación de Avenidas y de Regulación de la presa de Alfonso XIII*”.

4.3. Información ambiental.

No existe constancia de la realización de ningún estudio ambiental o de estudios de impacto de la construcción de la presa sobre el medio ambiente, debido sin duda a la fecha de ejecución de la misma.

Posteriormente, las obras realizadas han sido por regla general de pequeña entidad sobre instalaciones de la presa, por lo que no han requerido ningún tipo de estudio de este tipo.

Por otro lado, el embalse de Alfonso XIII, como tal, es considerado una zona LIC (Lugar de Importancia Comunitaria) con código ES6200043 denominada *Río Quípar*. Además, el embalse linda con otra zona LIC denominada Sierras y Vega Alta del Segura y Río Benamor (código ES6200004).

Además el embalse se encuentra dentro de la zona ZEPA denominada “*Sierra del Molino, Embalse del Quípar y Llanos del Cagitán*” con el código ES0000265, establecida por Resolución de 8 mayo de 2001. Además, por ser una zona ZEPA, el embalse está incluido a su vez en un Área de Protección de la Fauna Silvestre denominada *Embalse de Alfonso XIII, Cagitán y Almadenes*.

5. PUESTA EN CARGA.

No se tiene constancia escrita de cuando ocurrió el primer llenado de la presa de Alfonso XIII, ni de si ocurrió alguna incidencia destacable. Tampoco existía ningún tipo de auscultación en la presa por lo que las posibles incidencias acaecidas solo pudieron ser percibidas a través de la inspección visual.

Como primer antecedente de embalsado de agua, aparece en el “Proyecto adicional del pantano de Alfonso XIII en el río Quípar” de 1918 que el pantano ha realizado el primer embalse produciéndose filtraciones importantes en galería, cámaras de compuertas y demás zonas excavadas en roca sin el correspondiente revestimiento, el cuál fue parte de las actuaciones recogidas en este proyecto.

6. FASE DE EXPLOTACIÓN.

6.1. Organización de la explotación.

6.1.1. Personal de explotación.

La vigilancia, auscultación, mantenimiento y explotación de la presa de Alfonso XIII se realiza mediante un equipo de personas adscritas a la Confederación Hidrográfica del Segura.

El equipo técnico encargado de la explotación de la presa lo integran:

- 1 Director de Explotación, Ingeniero de Caminos Canales y Puertos.
- 1 Ayudante a la Dirección, Ingeniero Técnico de Obras Públicas.

Como personal de explotación a pie de presa, según esta expuesto en la Relación de Puestos de Trabajo (RPT) de la C.H. del Segura, está adscrita a la explotación de la presa una plaza de Técnico Superior de Actividades Técnicas y Mantenimiento y Oficios (antiguo Encargado) que a fecha de redacción de este documento no se encuentra cubierta y dos plazas de Técnico de Actividades Técnicas de Mantenimiento y Oficios (antiguo Oficial de 1º), las dos cubiertas.

El equipo técnico de explotación se ubica en las oficinas centrales de la Confederación Hidrográfica del Segura en Murcia. El equipo de explotación a pie de presa reside y tienen su puesto de trabajo en la propia presa.

6.1.2. Explotación de la presa.

Como ya se comentó en el punto 1.2, las funciones de la presa de Alfonso XIII son la regulación de los caudales de su cuenca de aportación y la laminación de avenidas.

El embalse de Alfonso XIII vierte caudales directamente al cauce del río Quípar para que se incorporen aguas abajo al río Segura, por lo que no posee ninguna unidad de demanda concreta. Así, esta suelta de caudales se realiza en función de la explotación general de la Cuenca del Segura.

Dentro de las incidencias notables en la explotación de la presa destaca la alta salinidad de las aguas, la cual se controla periódicamente mediante la correspondiente medición de la conductividad para controlar el caudal a evacuar. Las conductividades que se obtienen suelen estar dentro del rango 6500-6900 μS . Ya en los proyectos de construcción se indicaba que *“el agua del Río Quípar no es potable mas que en sus avenidas, pues es muy selenitosa, sobre todo en los estiajes; no es por tanto recomendable para la confección de morteros”*.

Para mayor información respecto la explotación de la presa de Alfonso XIII se debe consultar las Normas de Explotación redactadas en esta Asistencia Técnica.

6.2. Estado de las instalaciones

En este apartado se describe de forma sucinta el estado general de cada una de las instalaciones. No es objetivo de este epígrafe el analizar dicho estado y el funcionamiento derivado de éste, sino la descripción somera de las condiciones en las que se encuentran las instalaciones a la fecha de redacción del documento (noviembre de 2004).

El conocimiento y análisis más en profundidad del estado de cada elemento se encuentra tanto en las Normas de Explotación de la presa como en el Informe de Primera Revisión de la Presa, ambos documentos elaborados en esta Asistencia Técnica.

Además, se han recogido las actuaciones de adecuación, mejora o reposición que se han efectuado para así mostrar la historia del funcionamiento de cada elemento.

6.2.1. Accesos y aparcamientos.

Los accesos a la coronación, entradas de los desagües y tomas, así como los aparcamientos situados en el poblado de la presa se encuentran en buen estado.

Hay que señalar que en periodos de lluvias se producen desprendimientos en los accesos, estando esta incidencia convenientemente señalizada.

6.2.2. Embalse.

El embalse sufre graves problemas de aterramiento debido al carácter erosionable de los materiales aledaños al embalse y a la apreciable torrencialidad del régimen de lluvias de la cuenca.

Así, desde un principio se accionaban los desagües de fondo aprovechando la época de altos niveles en el vaso o cuando por estar hábiles las galerías de fondo, el descenso de la altura de los fangos en las proximidades de las bocas de entrada facilitaba la limpieza de las tuberías gemelas que conforman estos desagües.

En 1943, siendo imposible realizar las operaciones antes descritas, se aprovechó un fuerte sequía que dejó vacío el embalse para redactar tres proyectos de limpieza tanto de los desagües de fondo como de la toma de la cota 10 que también había sido afectada por el aterramiento.

En 1986, fue redactado por el Ingeniero D. Joaquín Ezcurra Cartagena el proyecto "Recuperación de los desagües profundos de la presa de Alfonso XIII" para recuperar uno de los desagües de fondo y construir uno nuevo, aunque nunca se llegó a ejecutar.

En 1993 se realizaron unas obras de emergencia para la extracción de fangos hasta la toma de la cota 20, donde ya había llegado el aterramiento. Esta labor se hizo extrayendo una cuña de fangos para dejar expedita dicha toma. Gracias a esta obra pudo realizarse más adelante la adecuación de la toma como nuevo desagüe de fondo.

A pesar de todas estas actuaciones, en la actualidad el aterramiento ha inutilizado ambos desagües de fondo y a la toma de la cota 10, y estando el nivel de fangos cercanos a la embocadura de la toma de la cota 20 (reconvertida en nuevo desagüe de fondo).

6.2.3. Cuerpo de presa.

Como se indica en el apartado 3.3, el cuerpo de presa está formado por mampostería ciclópea con mortero de cal y paramentos de sillería con mortero de cemento.

En los sondeos realizados en 1993 en el proyecto “Adecuación de los elementos de desagüe del embalse de Alfonso XIII con motivo de la puesta en servicio del canal aliviadero Argos-Quípar”, se comprobó que la presa estaba formada por hormigón con abundantes coqueras, bastante poroso y con frecuentes inclusiones de bloques de calizas de gran tamaño, incluso superiores a 1 m. De los ensayos realizados en el hormigón se desprende que es de baja calidad, nada extraño si tenemos en cuenta la edad del mismo y los medios de que se disponía en la fecha de construcción.

Se ejecutó en 1999 un drenaje del cuerpo de presa nuevo realizado desde la coronación, a la vez que unas inyecciones de impermeabilización.

6.2.4. Aliviadero.

Tanto las compuertas del aliviadero principal como la compuerta del aliviadero secundario se encuentran en buen estado al haberse terminado recientemente la remodelación y recuperación de los mismos.

6.2.5. Desagües de fondo.

En la actualidad los desagües de fondo tienen una capa de fango por encima y se encuentran fuera de servicio.

La denominada “toma de la cota 20” es ahora el nuevo desagüe de fondo tras la remodelación sufrida recientemente. Así, dada su recién implantación, su estado es correcto.

6.2.6. Tomas de agua.

De las tres tomas existentes, la toma de la cota 272 (toma de la cota 10) se encuentra fuera de servicio, por debajo de la capa de lodos del embalse. Su estado es de abandono, por lo que la galería de salida, que alberga el pasillo de entrada, se en mal estado.

La toma de la cota 282 (toma de la cota 20) se ha acondicionado como desagüe de fondo como se ha indicado en el apartado anterior.

Los sistemas mecánicos de la toma de la cota 30 también han sido remozados recientemente por lo que su estado actual es correcto. Sin embargo la caseta que alberga las compuertas presenta varias fisuras. Por otra parte el canal de descarga está ocupado por algunos derrubios, existiendo en el cajero que sirve para el cambio de sentido del flujo grandes bloques por desprendimientos.

6.2.7. Auscultación.

En el poblado de presa hay instalada una pequeña estación meteorológica que permite conocer las temperaturas máxima y mínima, precipitaciones y evaporación.

Además se colocaron manómetros dentro de la galería de inspección para controlar las subpresiones aunque nunca se han registrado datos.

6.2.8. Otras instalaciones.

El estado de los grupos electrógenos que permiten el funcionamiento de los equipos electromecánicos en caso de falta de suministro eléctrico es correcto.

Por otro lado, se está instalando a fecha de redacción de este documento un nuevo sistema de vigilancia.

6.3. Comportamiento de la presa.

Durante la mayor parte de la fase de explotación, la presa de Alfonso XIII ha carecido de cualquier instrumental que pudiera caracterizar el comportamiento de la presa.

Además el instrumental implantado hace pocos años para el control de las subpresiones nunca ha sido utilizado debido a las dificultades para el acceso al mismo (ver epígrafe 3.6).

Por lo tanto el comportamiento de la presa solo puede evaluarse de forma cualitativa.

La presa de Alfonso XIII no ha sufrido ninguna incidencia destacable desde el punto de vista del comportamiento de la obra civil durante su vida útil. Las filtraciones que ha sufrido solo fueron importantes durante su primer llenado debido a la falta de revestimiento de todas las zonas excavadas en roca. Actualmente las filtraciones no son de especial consideración.

Sin duda la disfunción más importante en la presa es la derivada del aterramiento lo que inutilizó los desagües de fondo y la toma de la cota 10.