

COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

EXPLOTACIÓN, MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA PRESA DE LA COLADA (CÓRDOBA)

Alejandro Albert Rodríguez¹
Daniel García-Lorenzana Acasuso²

RESUMEN: La presa de La Colada tiene como finalidad el abastecimiento a las comarcas de Los Pedroches (Córdoba) y Almadén (Ciudad Real). La inyección de juntas y el cierre del desvío del río se realizó en primavera del 2006, iniciándose la puesta en carga en mayo de 2007, una vez aprobado el Plan de Emergencia y realizada su implantación. En esta comunicación se desarrollan los aspectos más importantes dentro del proceso de puesta en carga de la presa, como son: el seguimiento del sistema de auscultación automatizado y centralizado, el control del comportamiento de la ladera izquierda por sus características geotécnicas, así como la evolución de los aspectos medioambientales y sociales, en concreto, el seguimiento de la calidad del agua y la implantación de las zonas recreativas. Por otro lado, se resume, los medios dispuestos y las actividades a realizar en esta fase, destacando el especial empeño puesto en las actuaciones para garantizar el suministro eléctrico ininterrumpido y de calidad a las diferentes instalaciones de la presa y la Sala de Emergencia, de forma que en situaciones de emergencia se asegure el funcionamiento de todos los equipos necesarios.

¹ Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. HIDROGUADIANA S.A.

² Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. TÉCNICA Y PROYECTOS S.A. (TYPESA)

1. OBJETO DEL EMBALSE

Las obras de la presa de La Colada finalizaron en primavera del año 2006, procediendo al cierre del desvío del río, pero manteniendo abiertos los desagües de fondo hasta mayo de 2007 cuando se procedió al inicio del proceso de Puesta en Carga. El embalse tiene como finalidad el abastecimiento a los núcleos urbanos de la Comarca de Los Pedroches, en Córdoba, y de la Comarca de Almadén, en Ciudad Real. La presa se sitúa sobre el río Guadamatilla, tiene 48,5 m de altura y forma un embalse con capacidad de 57,7 hm³ que recibe una aportación media anual de 32 hm³ de los que pueden regularse para abastecimiento 13,96 hm³ con una garantía del 99,72%. El embalse, con una superficie de 530 ha (NMN) ocupa terrenos en los municipios de Belalcázar, El Viso e Hinojosa del Duque, en la provincia de Córdoba. La presa se encuentra clasificada “B” en función del riesgo potencial en caso de rotura o funcionamiento incorrecto.

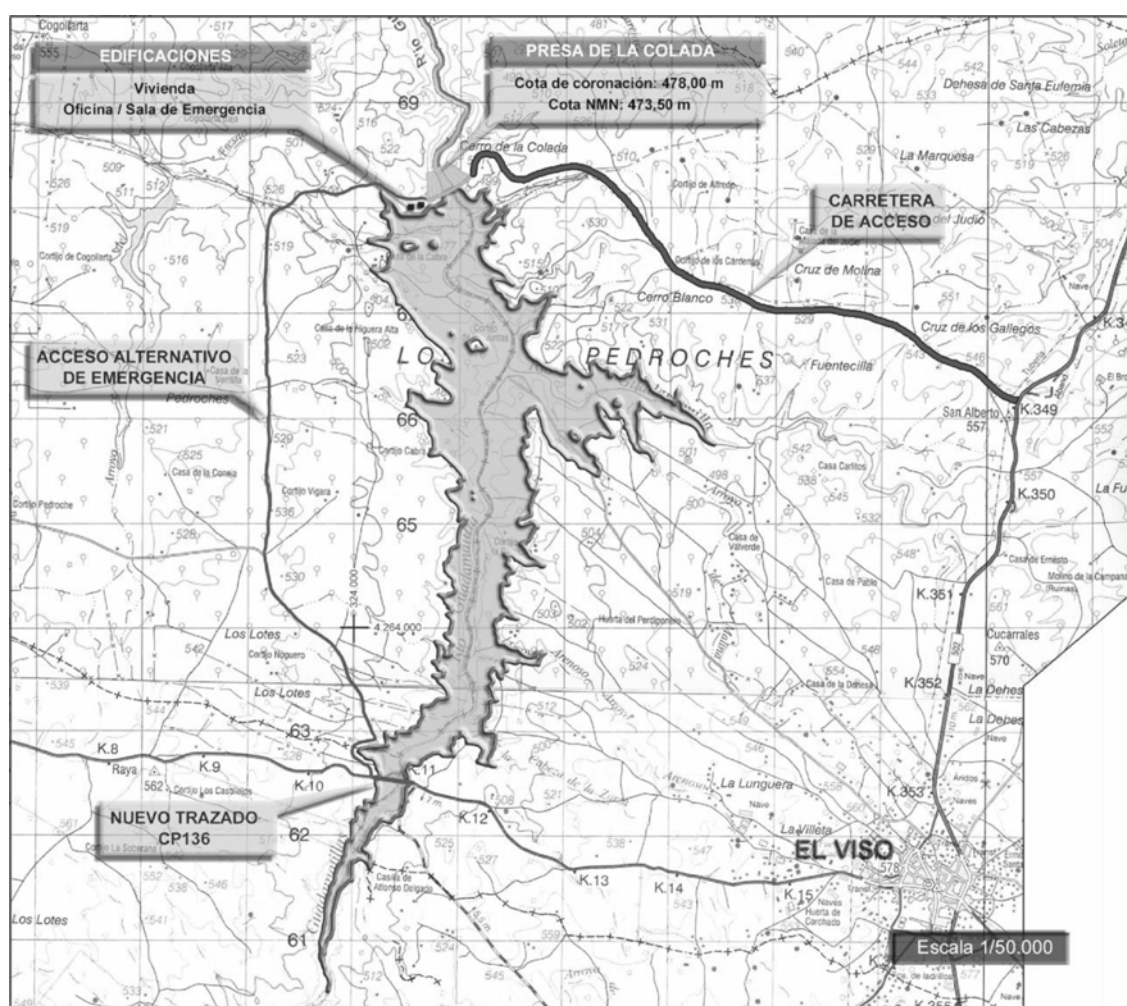


Figura 1. Plano del embalse

La Comarca de Los Pedroches se encuentra en el límite suroriental de la cuenca del Guadiana. La presa se sitúa a unas pocas decenas de kilómetros de la cola del embalse de La Serena. Por un lado, resulta evidente la necesidad

de mantener en perfecto estado de funcionamiento y conservación todas y cada una de las diversas infraestructuras que conforman el patrimonio hidráulico del país, no sólo desde el punto de vista de la seguridad hidráulica, sino fundamentalmente desde el punto de vista funcional de manera que dichas infraestructuras puedan cumplir a plena satisfacción con los objetivos para los cuales fueron en su día proyectadas y construidas, y al mismo tiempo dar estricto cumplimiento a la vigente normativa en materia de seguridad de presas. Por otro lado, la responsabilidad del mantenimiento recae sobre el Titular de la presa que además es el responsable del cumplimiento de las normas de seguridad vigentes, tal y como establece el artículo 4.1 del aun vigente Reglamento Técnico de Seguridad de Presas y Embalses donde textualmente se expresa que el titular: “deberá disponer de todos los medios humanos y materiales que exija el cumplimiento y mantenimiento de las condiciones de seguridad”.

2. INTRODUCCIÓN

Para la supervisión de la puesta en carga y el inicio de las labores de mantenimiento y conservación, Hidroguadiana licitó mediante concurso público los referidos trabajos, siguiendo la actual política de refuerzo de los equipos propios con medios externos especializados, siendo adjudicataria de los trabajos una UTE formada por las empresas TYPESA y GRUPISA. El presupuesto licitado para las labores de explotación, mantenimiento y conservación (excluidos los trabajos de inyección contemplados), asciende a 350.000 €/año, para el conjunto de las obras cuyo valor patrimonial asciende a 21 M€, lo que supone un 1,66% de gasto anual respecto al valor patrimonial.

La presa no presenta ninguna singularidad, salvo una roca de cimentación muy fracturada para la tipología elegida - arco-gravedad - debido a encontrarse la presa en la zona de contacto del batolito de Los Pedroches. Complicación que se concreta en una serie de fallas bajo el estribo izquierdo con buzamiento desfavorable. El tratamiento realizado se encaminó a reducir las posibles inestabilidades cuando la estructura esté a plena carga y a su control, tanto durante el primer llenado del embalse como durante la explotación.

2.1. CUERPO DE PRESA

La presa, es de tipología arco-gravedad, con una longitud de coronación de 275,7 m y una altura máxima sobre cimientos de 48,5 m. La directriz curva, tiene un radio de 149 m correspondiente a la superficie del paramento de aguas arriba de la presa. La sección tipo, coronada a la cota 478,00, presenta el paramento de aguas arriba vertical. El talud de aguas abajo es vertical por encima de la cota 474,50, entre las cotas 466,30 y 474,50 se dispone con talud 0,1/1 (H/V), y desde esta última cota hasta cimentación tiene un talud 0,5/1. La coronación de la presa tiene una anchura uniforme de 8 m, incluyendo sendas aceras, de 1,5 m.

La profundidad de la cimentación es variable, en función del estado de alteración y fracturación de la roca, con valores de excavación que oscilan desde los 5 hasta los 15 m. En el interior del cuerpo de presa se han dispuesto tres galerías con sección rectangular abovedada, de 2 m de anchura por 2,50 m de altura: galería perimetral, galería horizontal y galería de acceso a cámaras.



Figura 2. Fotografía aérea al inicio del llenado

2.2. ALIVIADERO

El aliviadero se sitúa en la zona central del cuerpo de presa. El vertedero consta de cinco vanos, de labio fijo, de 10,75 m de longitud con su umbral a la cota 473,50. El perfil de vertido es del tipo Creager, dimensionado para una altura de lámina de 2,5 m. La restitución al cauce se realiza mediante un cuenco amortiguador de 25 m de longitud, cuya anchura disminuye radialmente, desde los 48,52 m en su entronque con el aliviadero, hasta los 40,82 m en su sección final. La solera del cuenco amortiguador está a la cota 435,50, con una elevación de 3,5 m de altura a su salida, coronada por dientes de 2,5 m separados entre sí otros 2,5 m. En la zona del cauce contigua se ha colocado una protección de escollera. En el canal de descarga del aliviadero, a la cota 447,176, se sitúan los deflectores de protección de la salida de los desagües de fondo para aireación de los vertidos del aliviadero. Los cajeros del cuenco son de hormigón armado y se coronan a la cota 445,00, adosados a las plataformas que, tanto en la margen derecha como en la izquierda a la cota 444,00 se construyen en el pie de aguas abajo de la presa.

2.3. DESAGÜES DE FONDO

Los desagües de fondo de la presa se sitúan en el bloque central de la misma. Las conducciones están constituidas por dos conductos rectangulares de 0,80x1,00 m de acero inoxidable, que se desarrollan paralelos, en horizontal y con una distancia entre sus ejes de 3 m, desde el paramento de aguas arriba de la presa hasta la cámara de válvulas. El eje de los desagües está a la cota 442,50. El embalse muerto es de 0,78 hm³. La restitución del agua al cauce se realiza mediante lanzamiento al cuenco amortiguador del aliviadero, bajo el que se encuentran.

La cámara de válvulas se sitúa en el interior del cuerpo de presa, su solera se dispone a la cota 444,50. Tiene acceso desde ambas márgenes a través de la galería perimetral. Los desagües de fondo se cierran mediante dos compuertas rectangulares deslizantes, tipo "Bureau" de 750 x 1.000 mm, cada uno, alojadas en la cámara de válvulas.

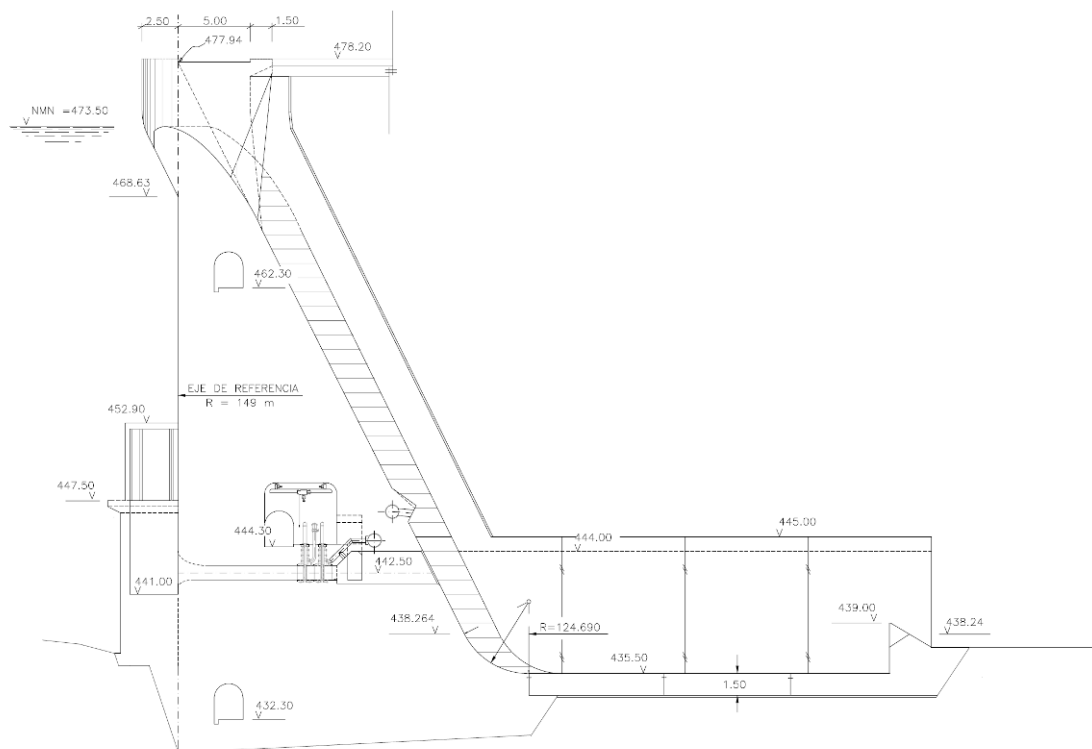


Figura 3. Sección tipo de la presa por el aliviadero

2.4. TOMAS DE AGUA

La toma de agua para abastecimiento se realiza mediante una torre de toma de hormigón armado adosada al paramento de aguas arriba de la presa. Tiene planta trapezoidal y dispone de dos entradas de agua, con umbrales a las cotas 462,90 y 452,90, por lo que el embalse muerto bajo esta última es de 3,33 hm³. La embocadura de la conducción de toma, constituida por una tubería de acero inoxidable de 1,00 m de diámetro, se sitúa en su interior a la cota 446,00, mientras que el eje de la conducción, a su salida de la arqueta de la válvula mariposa a pie de presa, se sitúa a la cota 442,50 m.

La toma para el caudal ecológico, consiste en una derivación de la conducción de toma mediante un conducto de 600 mm dotado para su regulación de una válvula tipo compuerta motorizada de 600 mm de diámetro, alojada en una caseta de planta trapezoidal de 3,38 m y 1,35 m de bases y 2,10 m de ancho, que se sitúa junto al paramento de aguas abajo de la presa en la margen derecha.

Para el abastecimiento de agua de servicios propios: edificios, red de riego por goteo y la red de agua en galerías, se dispone una toma en la margen izquierda del cuerpo de presa mediante una tubería de 400 mm, que una vez reducido a 2" es impulsada hasta un depósito de 5 m³ en el interior de una de las cocheras, en donde se dispone de una potabilizadora y un grupo de presión.

2.5. ACCESOS

El acceso principal a la presa se ha resuelto mediante la construcción de una carretera de 6,9 km, desde la N-502, entre las localidades de Santa Eufemia y El Viso, que se desarrolla, en gran parte de su recorrido, junto a la Cañada Real de la Mesta. En el P.K. 6+390 sale un ramal de acceso al pie de presa, a la toma y al acceso principal de las galerías.

La sección tipo transversal de la carretera de acceso es de dos carriles de 2,50 m y dos arcenes de 0,50 m con un total de 7,00 m de ancho incluyendo las bermas. La sección tipo de firme es de 20 cm de subbase de zahorra natural, 30 cm de base de zahorra artificial y 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo S-12, en capa de rodadura.

2.6. EDIFICIOS DE VIGILANCIA Y CONTROL

Sobre un pequeño cerro junto al estribo izquierdo, se han construido dos edificios para la explotación y vigilancia de la presa de La Colada. Uno de ellos, está destinada a Oficina de Explotación y en su interior se ubica la Sala de Emergencia. Este edificio está dotado de dos despachos, sala de emergencia, sala de descanso, archivo, almacén-cochera, y aseos, disponiendo de una superficie total de más de 100 m² en una única planta. En este edificio se encuentran también los equipos de control del Sistema de Aviso a la Población del Plan de Emergencia y la centralización de la auscultación de la presa y la estación meteorológica.

2.7. SUMINISTRO ELÉCTRICO Y COMUNICACIONES

Para el suministro de energía a la presa y a sus obras auxiliares se ha construido una línea eléctrica a 20 kv, con el correspondiente transformador 20.000/380-220 de 315 kVA, que se complementan con dos grupos electrógenos de 58 kVA y un depósito de 1000 litros de gasoil para el suministro de emergencia.

Dado que la línea en baja tensión que suministra a la oficina y la sala de emergencia atraviesa la coronación de la presa, se ha dispuesto un cuadro de conmutación manual junto a los edificios que permite conectar el grupo eléctrico portátil en caso de necesidad. Además toda la instalación informática y de comunicaciones dispone de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para absorber los posibles cortes transitorios.

En el apartado de comunicaciones, se dispone de dos líneas TRAC digital, una para voz y fax y otra para Módem dado que actualmente no hay cobertura de servicios de banda ancha mediante telefonía móvil y los servicios vía satélite son caros para cubrir las necesidades existentes. Como complemento y a efectos exclusivos de comunicación con los organismos implicados en la gestión de emergencias, se dispone de radio VHF y TETRA integrada en las redes respectivas de Protección Civil y la Confederación Hidrográfica.

3. ASPECTOS DE INTERÉS

3.1. MEDIOS Y RECURSOS PARA LA EXPLOTACIÓN

Para la explotación ordinaria y extraordinaria se dispone de un equipo humano compuesto por el Ingeniero Director de Explotación, apoyado por el Ingeniero de la empresa contratista de las labores de explotación, que se encargan del análisis y seguimiento de la puesta en carga, la elaboración de informes y memorias periódicas, así como establecer el programa de mantenimiento preventivo y definir las inversiones necesarias.

Adicionalmente para las labores de auscultación y vigilancia se cuenta con un técnico especializado en estas actividades e instalaciones, que realiza el adiestramiento del personal de explotación, el tratamiento de la información recogida, coordina las campañas de control topográfico a realizar por el equipo dispuesto al efecto y evalúa junto a las empresas especializadas las reparaciones, mejoras o adaptaciones necesarias en la instalación.

Para las labores de mantenimiento y conservación se cuenta con un técnico encargado del seguimiento y mejora continua del programa de mantenimiento preventivo, así como la gestión de las operaciones de mantenimiento correctivo a realizar por terceros y el adiestramiento del personal en la utilización de los equipos e instalaciones de la presa, incluyendo los aspectos de seguridad y salud en el trabajo.

Con dedicación exclusiva a la presa, se dispone de un Encargado que se encarga de las labores de inspección, vigilancia y toma de datos de auscultación, así como la dirección del equipo de mantenimiento para el cumplimiento del programa establecido y la coordinación de trabajos con las empresas especializadas de mantenimiento. A sus órdenes, se encuentra el equipo de mantenimiento preventivo formado por dos trabajadores sin especialización que se encargan principalmente de las siguientes labores:

- Desbroces, riego y jardinería.
- Pequeña albañilería.
- Pintura y tratamiento anticorrosivo.
- Limpieza de galerías, instalaciones y equipos.
- Limpieza de cunetas y obras de drenaje.
- Reposición de señalización vertical.
- Apoyo a empresas externas en labores especializadas.
- Retirada de flotantes en el vaso del embalse.

En caso de ser necesario labores de guardería fuera del horario laboral por encima de las horas extras, está previsto el apoyo de vigilantes temporales por las noches y fines de semana.

Para las labores de explotación, se dispone en la presa de dos vehículos todo-terreno, uno que utiliza el Encargado en sus desplazamientos y otro para las labores de mantenimiento dotado de enganche y remolque para el traslado de las herramientas y maquinaria.

Para atender las necesidades de explotación y mantenimiento se dispone de los siguientes equipos:

- Un Grupo electrógeno portátil.
- Una bomba de aguas sucias portátil.
- Dos desbrozadoras.
- Una hidro-limpiadora.
- Un Taladro de hormigón y juego de brocas.
- Un depósito-mochila con lanza rociadora para insecticidas y plaguicidas.
- Un Depósito de agua potable de 1 m³.
- Cubos, palas y material de jardinería.
- Útiles y herramientas de albañilería.
- Herramientas y materiales para tareas mecánicas y eléctricas.
- Señalización de obras, balizamiento y vallas.

Para las labores de retirada de flotantes y control del crecimiento de la lenteja de agua se ha incluido en el equipamiento de la presa una embarcación de aluminio de 4,80 m de eslora y motor fueraborda, así como una barrera flotante de retención.

Dada la especialización de muchos trabajos de mantenimiento de instalaciones y dado el carácter aislado de la explotación de la presa de La Colada, se ha optado por disponer de empresas externas colaboradoras en sus diferentes especialidades, ya sea por tratarse de la empresa que realizó la instalación o por estar en las proximidades de la presa, para el mantenimiento de las siguientes instalaciones: Instalaciones eléctricas de alta y baja tensión (incluyendo las revisiones periódicas), puente-grúa de la cámara del desagüe de fondo equipos hidrodinámicos de la toma y desagüe de fondo, equipos de auscultación y centralización de datos y el sistema de aviso a la población del Plan de Emergencia.

3.2. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES: ZONAS RECREATIVAS, CALIDAD DEL AGUA, AZUDES DE COLA.

Cumpliendo con la Ley de Aguas respecto a la compatibilización de la gestión de los embalses con la ordenación del medio ambiente y la posibilidad de implantar usos culturales y recreativos que potencien la participación social, se ha previsto usos culturales, de ocio y recreativos del embalse, a través del “Plan Indicativo de Usos”.

Junto a la finalidad principal de abastecimiento, el embalse desempeñará otras funciones como la regulación del río Guadamatilla, la laminación de avenidas, así como la dotación de un caudal ecológico permanente durante la época estival. La ubicación del embalse entre los municipios en los que se encuentra favorece significativamente el acceso al entorno, así como al marco ecológico en el que se encuentra, formado por un área natural muy bien conservada y de gran valor ecológico.

El objetivo del plan de usos del embalse es el establecimiento de una ordenación de usos secundarios, compatibles con la finalidad principal. Aprovechando el embalse, se crean dos zonas recreativas y se acondiciona una tercera ya existente, que responden a la demanda social de este tipo de equipamientos, de los que carece actualmente la Comarca. Las zonas recreativas disponen de mesas para merendero, barbacoas para su uso en las temporadas de

bajo riesgo de incendio y en uno de los casos, de rampa de varada para embarcaciones de remo o vela.

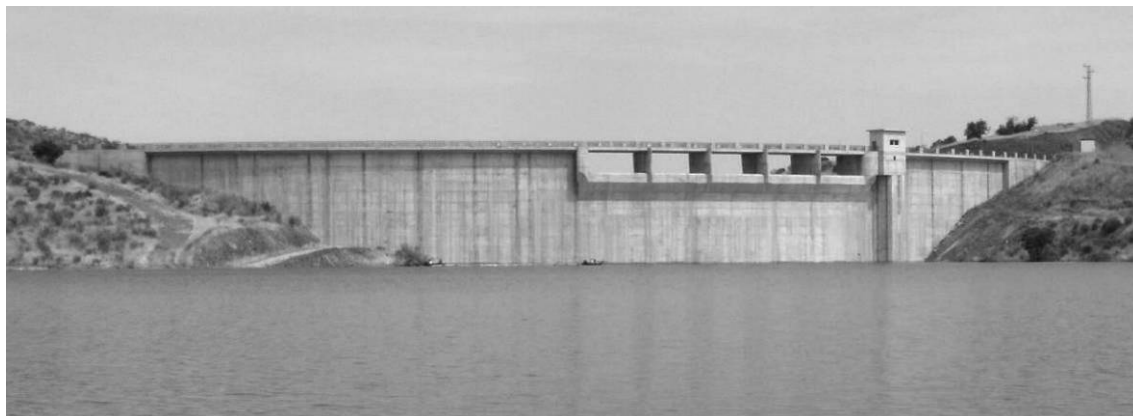


Figura 4. Vista actual de la presa desde el embalse

En cuanto a la calidad del agua, el principal problema que se plantea en las aguas del embalse es el de la eutrofización, a la vista de los resultados obtenidos en los análisis de calidad de aguas. El río Guadarramilla aporta en periodos secos un elevado contenido en materia orgánica debido a los vertidos de la localidad de Pozoblanco. El azud de cola permite retener y sedimentar la mayor parte de la materia orgánica que contienen sus aguas, al objeto de no incorporar dicha materia orgánica al embalse. La vegetación de la zona constituirá un sistema de depuración natural de los caudales circulantes por el río Guadarramilla y retendrá las fracciones más gruesas de los sedimentos. Por otro lado, los acarreos retenidos aterrarán el dique sirviendo de esta forma de sustrato de aguas poco profundas que retendrán parte de los contaminantes orgánicos, potenciando la vegetación de ribera.

Durante el primer año del llenado, debido a sus características hidrológicas, muy seco, se ha producido una proliferación importante de “lenteja de agua”, habiendo sido necesario realizar una campaña de recogida con el fin de aprovechar el efecto beneficioso de la fijación de materia orgánica del agua en la lenteja con la consiguiente mejora de su calidad si se evita que la planta al morir vuelva al fondo del embalse.

3.3. TRATAMIENTO DE LA LADERA IZQUIERDA. PROBLEMA DETECTADO. CONSOLIDACIÓN Y DRENAJE. CONTROL

Durante las excavaciones de la cimentación de la presa, se procedió a cartografiar todo el contacto presa-terreno, detectándose una serie de discontinuidades que fue necesario tratar. Para ello, se diseñó un tratamiento con objeto de controlar y reducir las inestabilidades que se podría producir debido a la existencia de una serie de fallas subhorizontales que generan planos de debilidad del macizo rocoso con posibilidad de movimiento hacia el eje del valle. La presencia de estas fallas, que a su vez pueden ser direcciones preferentes en la circulación de agua, es lo que aconsejó realizar un tratamiento complementario a la consolidación, impermeabilización y drenaje del cimientó inicial.

La consolidación adicional se llevó a cabo una vez finalizado el cuerpo de presa mediante la perforación y posterior inyección de una serie de taladros

con las mismas condiciones generales que el tratamiento ejecutado tras el hormigonado de las primeras tongadas de cada bloque. La consolidación del estribo consistió en 317 taladros de 5 m de profundidad en roca y un diámetro mínimo de dos pulgadas, resultando una longitud total de unos 3.409 m de perforación.

Adicionalmente, se intensificó la pantalla de drenaje desde la galería en el estribo izquierdo, añadiendo un taladro intermedio entre cada dos de la pantalla de impermeabilización general diseñada para el resto de la presa y se dispuso a pie de presa una red de control de filtraciones a través de las fallas.

Esta red de control de filtraciones se compone de pozos ejecutados a pie de presa, taladros de unión entre los pozos y abanicos de taladros para drenaje de las fallas. Desde cada uno de los pozos hay un abanico de 3 drenes hacia la presa drenando los planos de las fallas. Los pozos y taladros que los unen forman un conjunto de forma que el agua caiga hasta el antiguo canal de desvío por el que se desagua por gravedad al cauce. Los pozos, de 1,20 m de diámetro, son tres distribuidos en los 2/3 inferiores de la ladera, separados entre 20 y 30 metros. En el pozo inferior, del cual parte el tubo de desagüe que discurre por el canal de desvío, se ha colocado un aforador digital por ultrasonidos para la medición continua de las filtraciones.

Como complemento de la auscultación prevista en el proyecto y directamente vinculado al control de la ladera, se han dispuesto dos extensómetros de dos varillas de 10 y 20 metros con lectura automática para el control de asientos en los bloques más altos afectados por las discontinuidades.

Por otro lado, aprovechando las características del terreno en la margen izquierda, se realizaron unos terraplenes en forma de terrazas de forma que se aumenta la compresión sobre las fallas, que en este caso es una fuerza estabilizante al ser el buzamiento de la falla (10°) menor que el rozamiento de la falla ($20,5^\circ$). Las terrazas se extendieron entre el canal de desvío y la cota de coronación de la presa, quedando toda la margen izquierda aterrazada y posteriormente revegetada.

3.4. AUSCULTACIÓN

Como es habitual en las presas de estas características, se le ha dotado de un completo sistema de auscultación cuya recogida de datos se realiza en un PC en la oficina de la presa. A efectos de vigilancia y control, se ha denominado al bloque central "0", a los seis bloques en la margen derecha, se han identificado con números pares de 2 a 12 desde el centro hacia el estribo, y nueve bloques "impares" de 1 a 17, igualmente numerados desde el centro hacia el estribo izquierdo. La auscultación dispuesta se ha centrado en los cinco bloques centrales correspondientes a la zona de cauce que son los de mayor altura y los bloques de la margen izquierda a partir del número nueve por problemas de cimentación. En su conjunto la presa dispone de:

- 18 rosetas extensométricas de cuerda vibrante dispuestas en tres niveles, en los 5 bloques centrales.
- 11 extensómetros de cuerda vibrante en la parte superior central de los bloques, para la medida de tensiones en el arco superior.
- 2 conjuntos de péndulo directo e inverso, en los bloques 1 y 2.

- 15 extensómetros electromagnéticos en las juntas próximos a coronación.
- 10 Piezómetros potenciométricos en los bloques centrales (2 por sección).
- 2 extensómetros potenciométricos de dos varillas en los bloques centrales 1 y 2, y otros dos en los bloques 9 y 11 para el control de la falla de la margen izquierda.
- 16 dianas de puntería para auscultación topográfica y una red de 4 hitos.
- 16 bases de nivelación y cinco de referencia.
- 11 bases tridimensionales de medida de movimientos en juntas en la galería superior, 8 en la perimetral y 4 en la galería de acceso a la cámara de válvulas (intermedia).
- 4 aforadores de filtraciones tipo vertedero triangular (2 cada margen).
- 37 Piezómetros hidráulicos en drenes a lo largo de la galería perimetral.

Además la presa cuenta con una sonda piezoresistiva para la medida de nivel de embalse

Durante la puesta en carga se están realizando medidas de todos los equipos de forma quincenal, salvo en los que registran automáticamente, siempre que el nivel de embalse no aumente más de 50 cm en este periodo. Adicionalmente, las galerías y el pie de presa se inspeccionan diariamente.

Como se ha indicado, las pobres lluvias acaecidas desde que se inicio el llenado de la presa hace 17 meses solo han permitido alcanzar la cota 455 que está próxima al segundo escalón de llenado correspondiente al 50% de la carga hidrostática en situación normal de embalse, por lo que los movimientos detectados en coronación son muy pequeños e inferiores a 2 cm en el mayor de los casos.

En cuanto a las filtraciones, la suma de todos los aforadores está muy por debajo de un litro por segundo, siendo más significativas las presiones por la importante fisuración de la roca, si bien, la finura de las mismas hace que tanto el caudal como la velocidad de aumento de las presiones sean pequeños.

En la ladera izquierda, no se ha llegado a observar ningún comportamiento de la misma, dado que en el momento de enviar esta comunicación el nivel de embalse apenas alcanza a bañar los planos de discontinuidad tratados.