

Reforma de la presa El Gasco

Renovation of the El Gasco dam

Alfonso Álvarez Martínez. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Emilio Marín Barragán. Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

17emb@ciccp.es

Luis Mediero Orduña. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Resumen: Este artículo expone de modo sintético la construcción de la presa El Gasco y propone una solución para conservarla creando un embalse, que mejoraría el aspecto estético de la presa y favorecería en su entorno la vida de ciertos animales, y de los vegetales que les servirían de alimento.

Palabras Clave: Presa, Embalse, Traslase, Rehabilitación

Abstract: The article provides a brief description of the construction of the El Gasco dam and goes on to offer a solution for the conservation of the dam together with the creation of a new reservoir. This reservoir would enhance the appearance of the dam and provide increased vegetation and, subsequently, favour the return of wildlife.

Keywords: Dam, Reservoir, Transfer, Rehabilitation

Introducción

A finales del siglo XVIII se pretendió trasvasar agua del río Guadarrama al río Manzanares para hacer este navegable en el tramo de Madrid a Aranjuez. Hasta el collado que separa los valles del Guadarrama y del Manzanares, quedó prácticamente terminada la excavación del canal por donde circularía el agua.

En el río Guadarrama, en el lugar llamado El Gasco que está agua abajo de Torrelodones antes de llegar al Molino de la Hoz, se empezó a construir una presa proyectada para tener altura de 90 m aproximadamente. De su embalse pasaría el agua al canal que la llevaría al Manzanares.

En mayo de 1799, cuando la presa tenía más de 50 m de altura, se produjo en ella un hundimiento parcial del paramento de agua abajo. Ante tal hundimiento se interrumpió la construcción y no se ha reanudado. En Fig. 1 puede verse el paramento de agua abajo de la presa.

Tiene alto interés esta obra, lo primero por su concepción y diseño topográfico en época en que apenas había aparatos para medir distancias y hacer nivelación. También por como fue realizada su construcción. Para alcanzar fiel idea de ello es preciso visitar su lugar de ubicación.

Con casi seguridad el hundimiento acaecido, fue consecuencia de lo siguiente:

La presa tiene en su paramento de agua arriba un muro de mampostería inclinado. El paramento de agua abajo es también de mampostería pero vertical. Ambos muros es-



Fig. 1. Paramento de agua abajo de la presa de El Gasco.

tán enlazados por muros verticales equidistantes entre sí y con dirección del río. Los espacios entre muros se rellenaban con piedras, detritus de la cantera. Lluvia intensa hizo que el agua penetrase entre las piedras y ante su empuje hidrostático parte del muro de agua abajo se derrumbó.

En este artículo, además de reseñar las características de la presa y del trasvase, se elabora una idea de como se puede restaurar la obra y hacer que embalse agua hasta un nivel que no presente ningún peligro de inestabilidad ante el empuje hidrostático del embalse a crear.

La obra que un par de siglos atrás se desarrolló tiene gran interés histórico y debe conservarse en buenas condiciones. También, aunque no se trasvase agua al Manzanares, sería ventajoso para el Medio Ambiente que en ese tramo del río Guadarrama exista un lago siempre lleno de agua.

La ingeniería española en el siglo XVIII

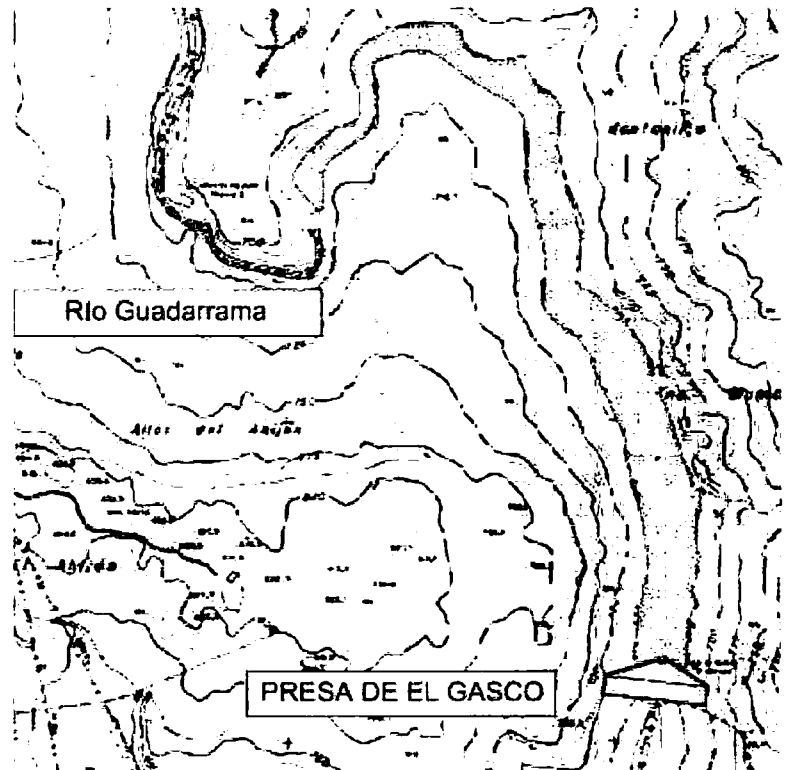
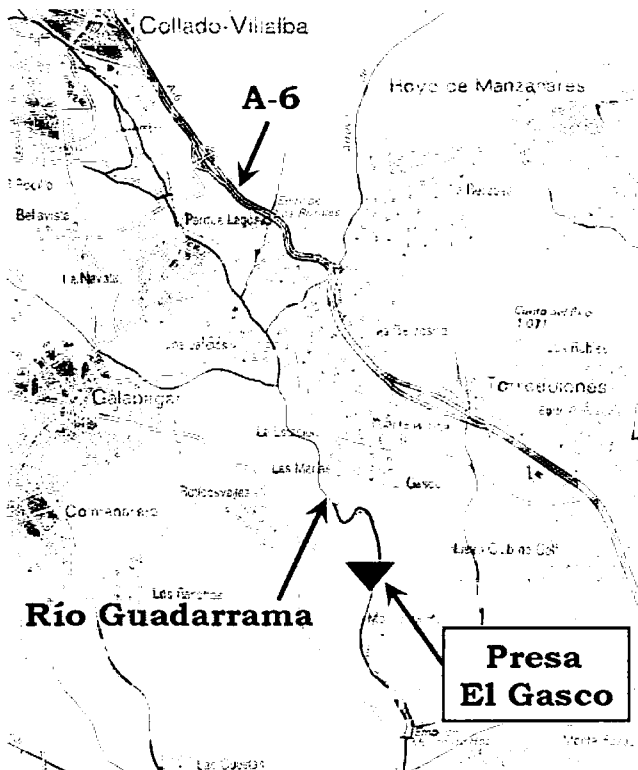
En el siglo XVIII se genera en España mayor intercambio entre sus diferentes regiones y en consecuencia surge la necesidad de mejorar las vías de comunicación. En ello influye de modo prioritario la colonización de América y que, procedentes de allí, se importaban diferentes géneros y bastante cantidad de mercancías.

Fig. 2. Vista del túnel desde agua arriba.



Durante su reinado, Carlos III que había vivido bastantes años en Nápoles fomenta la política de estimulación económica. Encomendó a Carlos Lemaur, ingeniero de origen francés, la realización de diversas obras. De ellas cabe citar el primer tramo del Canal de Castilla y el Paso de Despeñaperros. Para este hubieron de ejecutarse excavaciones voluminosas y difíciles pero, para ir de Castilla a Andalucía, quedó un camino mucho más idóneo que el que antes se seguía pasando por el llamado Puerto del Rey.

Fig. 3. Planta general del embalse.



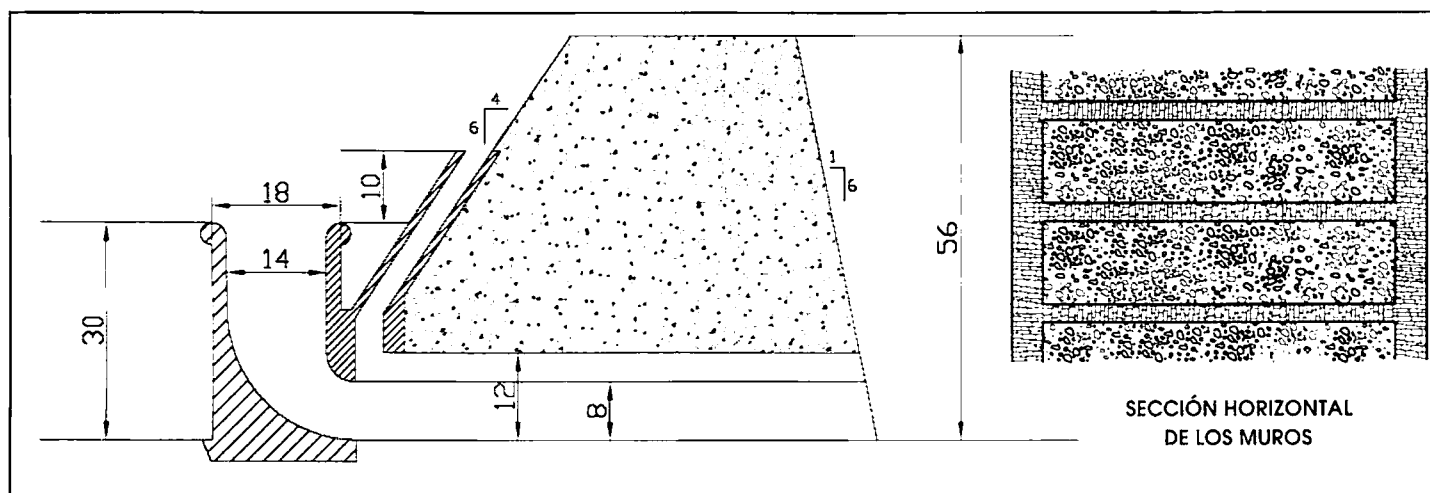


Fig. 4. Sección del aliviadero "morning glory".

Además se pensó hacer navegable el Guadalquivir desde Sevilla hasta donde recibe al Guadalimar y desde aquí a Madrid mejorar el transporte, construyendo tramos de canal donde esto fuese posible.

De acuerdo con tal idea, el primer objetivo fue posibilitar la navegación entre Madrid y Aranjuez. Para ello trasvasar agua del Guadarrama al Manzanares, construyendo una presa en el cañón denominado El Gasco y un canal que atravesase la divisoria entre ambos ríos.

Según se ha dicho antes, se realizó la excavación del canal hasta llegar a un collado idóneo en la citada divisoria y algunos tramos conservan revestimientos que se hicieron en sus paramentos.

Para que el agua llegue al collado, teniendo en cuenta longitud del canal y pendiente requerida para que por él circule el agua, la presa necesita la altura prevista en su proyecto.

Reforma de la presa

El embalse creado por la presa cuya construcción se interrumpió no se ha llenado nunca de agua porque, como "desvío del río" durante su construcción, a través de la presa se dejó un túnel con dimensiones 8 m de ancho y 12 m de altura. La Fig. 2 muestra el túnel visto desde agua arriba. En toda su longitud, la bóveda semicircular de este túnel es de mampostería; sus paredes laterales y su solera también son de mampostería.

Desde final del siglo XVIII pasan por el túnel, sin causar ningún deterioro, todos los caudales del río, incluso los de avenidas fuertes. En ciertos períodos de tiempo ha podido estar el embalse parcialmente lleno, pero la presa se ha mantenido en buenas condiciones.

Un modo idóneo para mostrar que la presa construida en el siglo XVIII tiene buenas condiciones y debe

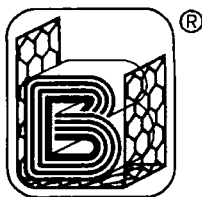
conservarse, es hacer que sirva para crear un lago y que este se parezca lo más posible a un lago natural.

Según se detalla más adelante, de la presa que existe hoy día se puede asegurar que resistirá bien el empuje del agua embalsada hasta una altura de 30 m. Así se conseguiría un lago con 1,4 km de longitud, 60 m de ancho medio y un volumen de agua de 740.000 m³. La cola del embalse llegaría hasta la proximidad de las ruinas del Molino de Juan, lugar por donde cruzaba un camino que viniendo de Torrelodones pasaba hacia el Cerro Barrero. No se inundaría ningún edificio ni ninguna vía de acceso actual. Ver Fig. 3, con la planta del embalse y su ubicación.

Surge la duda ¿este lago artificial podrá hacerse lugar de recreo, o debe limitarse a resaltar la obra que estaba destinada a trasvasar agua al Manzanares? Los terrenos a inundar por el lago son de propiedad privada. Conviene informar a su propietario que el agua de este lago favorecería el desarrollo de vegetación en su entorno y la proliferación de distintos animales. Vendrían aves acuáticas y se puede pensar en ayudar a que se multipliquen los peces y a que se reproduzcan los jabalíes que hay actualmente. Incluso sería acertado hacer que en su entorno vivan ciervos.

Para llenar el embalse hasta la altura antes citada, 30 m, hay que cerrar el túnel por el que hoy día pasa el agua. Una posible solución queda indicada en Fig. 4. En el extremo de agua arriba del túnel se puede construir un cilindro vertical de hormigón, enlazado con el túnel mediante un codo de 90°. Túnel y cilindro unidos formarán un "morning glory" por donde pasará el caudal del río, no solo en días normales sino también en avenidas. En otras palabras, será el aliviadero.

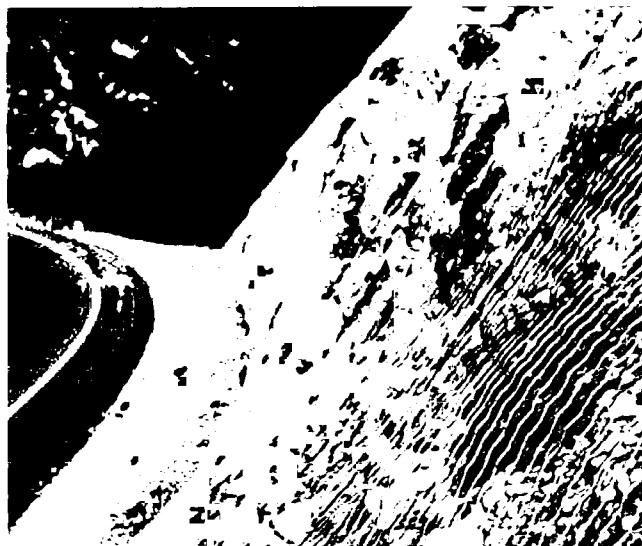
El embalse podrá llenarse hasta una altura igual a la del cilindro que se construya. Por el borde del cilindro verterá el agua a su interior.



A. BIANCHINI, Ingeniero, S.A.

**Nuevo revestimiento
GALFAN®**

**gaviones metálicos
gaviones recubrimiento
enrejados triple torsión
alambres y fibras**



Comercial: Gran Vial, 8 · Tel. 93568 65 15 · Fax 93 568 65 11 · 08170 · Montornès del Vallès
Diputació, 279, 1.ª, 3.ª · Tel. 93 496 13 00 · Fax 93 496 13 01 · 08007 Barcelona
E-mail: bianchini@abianchini.es - comercial@abianchini.es www.abianchini.es

DIRECTORIO DE EMPRESAS



TECNICAS REUNIDAS
INGENIEROS Y
CONSTRUCTORES



INITEC
INFRAESTRUCTURAS

INFRAESTRUCTURAS Y MEDIOAMBIENTE

CAMPOS DE ACTIVIDAD

- AEROPUERTOS Y TRANSPORTE AÉREO
- DESALACIÓN, POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN DE AGUAS
- HIDRÁULICA Y RECURSOS NATURALES
- EDIFICACIÓN/EDIFICIOS SINGULARES
- TRANSPORTE TERRESTRE
- COSTAS Y PUERTOS

ÁREAS DE NEGOCIO

- INGENIERÍA
- CONSTRUCCIÓN
- EXPLOTACIÓN



Rafael Calvo, 3 y 5
28010 Madrid
Tel.: 91 592 39 00
Fax: 91 592 39 01 / 02

e-mail: comercialinf@tecnicasreunidas.es



TECNOLOGIA • EXPERIENCIA • CALIDAD

necso

entrecanales cubiertas



- VIAS DE COMUNICACION
- OBRAS HIDRAULICAS
- OBRAS MARITIMAS
- PLANTAS INDUSTRIALES
- OBRAS SUBTERRANEAS
- EDIFICACION Y ARQUITECTURA
- RESTAURACION Y REHABILITACION

Avda. de Europa, 18 • 28108 Alcobendas (Madrid)
• Tel: 91 663 28 50 • Fax: 91 663 30 99
www.necso.es

En El Gasco la cuenca vertiente tiene una superficie de 305 km². Sobre ella la precipitación media es de 812 mm. Como avenida máxima hay que considerar un caudal de 450 m³/seg.

Quedando junto a la bóveda del túnel actual, parte de su sección sin llenar de agua para que por ella circule aire, el caudal de avenida máxima requiere que el agua tenga una velocidad media de 5,6 m/seg, valor que puede considerarse idóneo.

En el cilindro vertical que puede ser construido, la corona de vertido tiene 50,2 m de longitud. Al verter sobre ella, la avenida de 450 m³/seg tendrá 2,7 m. de altura de cresta.

Para garantizar que haya aire en el interior del túnel y así evitar erosiones por cavitación, al cilindro de entrada del agua se puede adosar un cilindro de aireación.

Otros temas a considerar son los siguientes:

Mientras se construye el cilindro vertical, el agua que llega por el río ha de seguir pasando por el túnel. Para permitirlo hay que dejar en la entrada del túnel un hueco cuyas dimensiones pueden ser anchura 3 m, altura 2 m.

Cuando se haya terminado de construir el cilindro, para que el embalse pueda llenarse será preciso cerrar el hueco que antes se había dejado. Para facilitar esta acción, que deberá ser ejecutada en tiempo lo más breve posible, conviene construir dos muros formando aletas a la entrada del hueco por donde el agua del río entra al túnel. Entre tales muros se podrá verter el hormigón de cierre. Por ello los muros deben tener suficiente longitud, por ejemplo 5 m.

Estabilidad de la presa

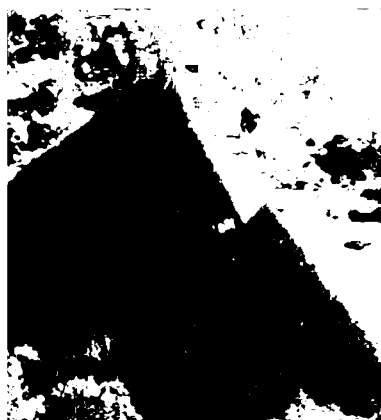
La presa actual tiene en su paramento de agua arriba un muro de mampostería de 2,80 m de espesor. Este muro apoya sobre contrafuertes con espesor de 1,70 m separados 10 m entre ellos.

El conjunto es estable, tanto al vuelco como al deslizamiento, frente al empuje hidrostático generado por un embalse cuya altura de agua sea de 30 m. Pero para aceptar tal estabilidad, con garantía de que no se produzca una rotura, habrían de cumplirse las dos condiciones siguientes:

El muro de agua arriba debe resistir el empuje hidrostático, apoyado en los muros transversales aunque entre estos quede una luz libre de 10 m.

Los muros transversales han de resistir las fuerzas que les transmita el muro de agua arriba cuando el embalse esté con su máximo nivel de agua.

Estas condiciones son las inherentes a una presa de contrafuertes y la de El Gasco no fue diseñada según tal particular. Pero hay un hecho a tener en cuenta, es el si-



Paramento de suso



Paramento de ayuso

guiente; al construir la presa fueron rellenando los huecos entre "contrafuertes", prioritariamente con piedras que eran detritus de la cantera al labrar los bloques para la mampostería.

Sin duda en aquella época ya pensaron que tales rellenos servirían para:

- a) Colaborar a soportar, en los vanos entre "contrafuertes", los empujes que el embalse transmite al muro de agua arriba.
- b) Ayudar a los "contrafuertes" para resistir los esfuerzos que les transmita el muro de agua arriba.

Es lógico pensar que no hay suficiente garantía de que estas condiciones serán satisfechas. Pero se puede conseguir del siguiente modo: *inyectando con lechada de cemento el material que llena los huecos entre muros.*

Para tratamientos como este tiene amplia experiencia la Técnica mundial. Su mayor desarrollo ha sido motivado para impedir posibles filtraciones en relación con embalses de agua y también para corregir filtraciones ya existentes.

Cabe recordar la presa de Canelles. Al llenar por primera vez su embalse aparecieron filtraciones cuya suma de caudales era mayor que 500 litros/seg. Se cortaron mediante inyecciones ejecutadas desde tres galerías perforadas en el macizo donde apoya el estribo izquierdo de la presa. La galería superior, a la misma cota que la coronación de la presa, tiene 1.200 m de longitud (1,2 km). Por debajo de ella fue necesario perforar otras dos galerías pues la presa es de altura h=151 m.

En El Gasco, lo mismo que se ha hecho para otros tratamientos, se podrá inyectar la lechada de cemento desde la actual coronación de la presa. Para que el conducto quede hueco y permita a través de él ejecutar nuevas inyecciones, esto en caso de ser necesario, se puede actuar "en doble circulación".

Fig. 5. Estado actual de la coronación de la presa de El Gasco.



Tal técnica consiste en introducir un tubo que llegue hasta el fondo del taladro perforado. Por este tubo se inyecta la lechada, que puede regresar al exterior por la corona que queda entre el tubo y la superficie del taladro. La parte no inyectada, que sale fuera, regresa a la bomba inyectora. Hay un detector que indica cuando sale al exterior tanta lechada como entra desde la bomba. Entonces en lugar de lechada se inyecta agua, con presión menor. Esto mientras se va sacando al exterior el tubo por el que se realiza la inyección. El taladro, lavado con agua, queda libre para a través de él realizar otras inyecciones.

Se puede afirmar que, siendo idónea la presión de inyección, la masa de fragmentos de piedra que llena los espacios entre muros queda bien "solidificada". Casi transformada en hormigón. Esto ha de comprobarse según se indica después.

El tratamiento de inyección no es necesario en toda la longitud de la presa. Solo en su zona central, la afectada con agua cuya profundidad alcance los indicados 30 m. En principio parece bastarán dos hiladas de taladros verticales, separadas 3,00 m entre ellas y a 3,00 m de distancia del muro de agua arriba. Desde el

borde de este muro se perforará otra hilada de taladros, no verticales sino con inclinación para alcanzar la base de presa equidistantes del muro de presa y de la próxima hilada de taladros. Serán también 3,00 m la distancia entre cada dos taladros de una misma hilada.

Podría resultar necesario inyectar también otros taladros perforados desde el paramento de agua arriba de la presa.

Para decidir si es suficiente el tratamiento de inyecciones realizado, o conviene ejecutar más, se puede investigar la resistencia del "hormigón" mediante una prospección sísmica. Esto mediante un detonador dentro de uno de los taladros y detectores de ondas en lugares convenientes. En paramento de la presa e incluso en otros taladros.

Conclusión

Claramente la presa de El Gasco tiene alto interés técnico-histórico. Por lo tanto debe ser consolidada y además conseguir que su mantenimiento quede asegurado.

La solución aquí propuesta parece tiene importantes ventajas pero lógicamente podrán encontrarse otras soluciones.

Deliberadamente, esta propuesta deja aparte dos puntos bastante importantes y que pueden inducir muchas discusiones. Son, como debe quedar el aspecto estético de la presa y que puede hacerse para que el tiempo futuro no altere sus actuales condiciones.

La Fig. 5 muestra la coronación actual de la presa y cómo en ella han crecido diversas plantas e incluso tres encinas. ¿No será mejor que se mantengan?

Respecto al paramento de agua abajo cabe afirmar que una buena consolidación con inyecciones, extendida a todo el cuerpo de presa garantizaría que no se produzcan más deslizamientos. ¿Habría que poner una capa de revestimiento en las zonas donde hubo deslizamientos o sería mejor que sus huellas sigan manifestando lo que sucedió en la presa de El Gasco? ♦

Referencias:

- Álvarez, Alfonso. *Tipología y seguridad de presas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 2004
- Teresa Sánchez Lázaro, Carlos Lemaury y el Canal de Guadarrama. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. 1995c