

Jaime J. González González

PRESA DE SORIA

UNA HISTORIA DE PROYECTOS,
INFORMES Y NOTAS INFORMATIVAS

GRAN CANARIA 1935 – 1972



PRESA DE SORIA

**UNA HISTORIA DE PROYECTOS,
INFORMES Y NOTAS INFORMATIVAS**

GRAN CANARIA 1935 – 1972

Jaime J. González González

TÍTULOS PUBLICADOS

- 1.- Construcción de la Presa de las Cuevas de las Niñas en Majada Alta (Gran Canaria) 1930 – 1958
- 2.- Construcción, recrecido e incidente de la Presa de Martínón (San Lorenzo) Gran Canaria 1902 – 1988
- 3.- Siete presas, nueve estanques y una tubería. Cortijo de Samsó – Tamadaba, Gran Canaria 1907 – 2009
- 4.- La Presa de las Cuevas de las Niñas en Majada Alta – Gran Canaria (Construcción, estabilidad, *obra y terreno*) 1930 – 2009

Estos libros son *expresión* personal.

JAIME J. GONZÁLEZ GONZÁLVEZ

PRESA DE SORIA

**UNA HISTORIA DE PROYECTOS,
INFORMES Y NOTAS INFORMATIVAS**

GRAN CANARIA 1935 – 1972

Prólogo de Fernando Sáenz Ridruejo

Pantano de Soria

PRESA DE SORIA. UNA HISTORIA DE PROYECTOS, INFORMES Y NOTAS
INFORMATIVAS. GRAN CANARIA 1935 – 1972

© Jaime J. González González

Diseño de la cubierta: Juan Palomo y Jaime González

Foto de la cubierta: Juan Palomo Domínguez

1ª edición: 2010

Depósito Legal: GC. 562 -2010

Imprime: IMPRENTA PELAYO, S.L.
LITOGRAFÍA-IMPRESIÓN-PAPELERÍA
Rafaela de las Casas González, 8
Ampliación Miller Industrial – Lomo Apolinario
35014 Las Palmas de Gran Canaria

Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita del titular del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

*Este libro está dedicado a la memoria del Ingeniero
de Vigilancia de Presas don Manuel Alonso Franco
maestro de presas*

Los áridos para fabricación de hormigones,
caballo de batalla de esta obra.

ÍNDICE

<i>Prólogo</i>	VIII
<i>Agradecimientos</i>	XVI
<i>BAJO EL SIGNO DE FRANCO: PRESA DE SORIA</i>	2
1935. PROYECTO PRESA BÓVEDA.....	7
Cabildo Insular de Gran Canaria	
1953 – 1959. PROYECTO PRESA DE GRAVEDAD.....	18
Alejandro del Castillo y del Castillo	
1959 – 1964. PROYECTO PRESA BÓVEDA.....	36
Comunidad La Lumbre	
1964 – 1972. VIGILANCIA DE PRESAS	79
Madrid	
1973. INAUGURACIÓN OFICIAL DE LA PRESA	197
1991 – ACERCA DEL DOCUMENTO XYZT.....	201
MOPT	
CONSIDERACIONES FINALES	222
UNA PROPUESTA DEL AUTOR.....	225
DOCUMENTOS CONSULTADOS.....	228

PRÓLOGO

Aunque en España había una antigua tradición en la construcción de presas de gravedad arqueadas, el proyecto de las de tipo bóveda empezó con cierto retraso en relación con las de otras tipologías. Sin embargo, a finales de los años cincuenta y durante todos los sesenta, hubo una verdadera eclosión de estas presas, promovidas, en la mayoría de los casos, por las empresas hidroeléctricas. Sin ánimo de ser exhaustivos, tras las pioneras de Alloz y La Cohilla, podríamos citar, las de Eume (1960), Canelles (1960), Belesar (1963), La Jocica (1964), Valdecañas (1964), La Barca (1966), Santa Eulalia (1966), Susqueda (1968), Almendra (1970) y Las Portas (1974). Las fechas consignadas entre paréntesis, que son las de terminación, no siempre responden a las fechas reales de su concepción, proyecto y ejecución pues, en algunos casos, la puesta en servicio se demoró por razones ajenas a la voluntad de sus artífices.

También la administración del Estado se sumó, aunque algo más tarde, a esta corriente, con la construcción de presas tales como las de El Vellón (1967), El Atazar (1972), Quéntar (1975), Quiebrajano (1976), La Baells, (1976), Béznar (1986) o Riaño (1988). Por sus importantes dimensiones, elevado coste y

complicada tecnología, no hubo, en general, otra clase de promotores para este tipo de presas.

La presa de Soria, en la isla de Gran Canaria, constituye una excepción a la regla anterior, pues su promotor fue una Comunidad de Regantes. Este hecho es indicativo, entre otras cosas, del alto valor del agua en la isla. La presa no sólo es la más alta del Archipiélago Canario sino también una de las más altas de España. De hecho, con sus 132 metros, ocupa el lugar número doce en la relación de las de mayor altura y el número ocho si nos fijamos sólo en las de tipo bóveda.

Es, sin embargo, la más desconocida. No existe ni un sólo artículo sobre ella en la abundantísima literatura técnica española, y tampoco aparece entre las 467 presas a las que dedica un apartado específico el *Inventario de Presas Españolas 2006*. Dicho inventario solo se preocupa de las presas potencialmente peligrosas y la presa de Soria ni siquiera goza de ese honor tan discutible. Tampoco corre mejor suerte en el tratado *Ingeniería de Presas*, de Díez-Cascón y Bueno, ni en *La enjundia de las presas*, de Miguel Aguiló. Sólo la presa bóveda de Matalavilla, de 115 metros, en la provincia de León, corre una suerte parecida.

En 2005, en el II Congreso de Historia de las Presas, que se celebró en Burgos, pronuncié una conferencia sobre las grandes bóvedas construidas en España en los años sesenta; pero al basar mi exposición en recuerdos y vivencias personales, tuve

que prescindir de aquellas en las que no había intervenido o que, como es el caso de la de Soria, ni siquiera había visitado.

Fue precisamente en Burgos donde conocí a Jaime J. González González, un geógrafo grancanario, que habló con enorme entusiasmo sobre las obras hidráulicas de su isla. Su interés por estas obras venía de su padre, topógrafo del mismo nombre, que había colaborado en algunas de ellas. Desde entonces, hemos cruzado infinidad de correos, me ha tenido al tanto de sus andanzas y me ha enviado los libros que, sin prisa pero sin pausa, ha ido sacando a la luz sobre diversas presas de Gran Canaria: la de Martínón, la de Las Cuevas de las Niñas - a la que dedica dos libros - y las siete presas y los nueve estanques del Cortijo de Samsó (Tamadaba).

Me envía ahora, con el ruego de que escriba un prólogo, el borrador de este libro sobre la presa de Soria y lo haga con mucho gusto, con la esperanza de saldar mi deuda moral con esta presa. A mí, como soriano, me atrajo desde que, hace ya más de cincuenta años, supe que en Gran Canaria existía un barranco que, por razones que aún ignoro, lleva el nombre de mi provincia natal y que en él se proyectaba la construcción de una altísima presa.

Este libro se basa, en buena medida, en la documentación producida por el antiguo Servicio de Vigilancia de Presas y por eso resulta natural que esté dedicado a la memoria de Manuel Alonso Franco, que fue el ingeniero que, por parte de ese

servicio, ejerció la vigilancia. En el mismo quedan detalladamente expuestas las variadas vicisitudes técnicas y administrativas que jalonaron el arduo proceso de su gestación, empezando por los primeros proyectos, en los años treinta del pasado siglo, siguiendo por el proyecto de 1959 y terminando con la inauguración, por el ministro Fernández de la Mora, en 1973.

Para quienes estudiamos las peripecias biográficas de los ingenieros hidráulicos españoles, este libro, igual que los anteriores de Jaime González, es una valiosa fuente de información. Por sus páginas desfilan, empezando por el patriarca de las obras públicas canarias, Juan León y Castillo, todos los que, como el francés Boucart o los españoles Suárez Galván, Alonso Urquijo, Adolfo Cañas, Manuel Leirós o Alfonso Caballero de Rodas, intervinieron en alguna de las fases previas de los trabajos y los que por parte de la Administración llevaron el control de las obras: el Comisario de Aguas Alfonso Díaz-Agero, Saturnino Alonso Vega, el ingeniero del Servicio Geológico Federico Macau, y los de Vigilancia de Presas José Luis Fernández Casado, Manuel Alonso Franco y Guillermo Gómez Laá.

Quizás los que quedan más en penumbra, y ello es lógico dado el origen burocrático de la documentación manejada, son aquellos a los que, en condiciones normales, habría que considerar como los auténticos protagonistas de la obra: los proyectistas Fedriani y Pérez Cerdá, el coautor del proyecto

modificado Rafael Conejos y el ingeniero encargado de la empresa constructora, José Luis Nistal Bedia.

He tratado de contactar con Luis Fedriani (Sevilla, 1923), pero tiene un estado de salud tan precario que no me ha sido posible entrevistarle. Sí he hablado con Francisco Pérez Cerdá (Alcoy, 1924), aunque la información suministrada no añade nada a lo plasmado en el libro. Tanto Fedriani como Pérez Cerdá eran ingenieros de Eptisa, empresa de proyectos del grupo del Banco Urquijo, pero el proyecto de la presa fue un encargo particular de la Comunidad de la Lumbre. Pronto ascendieron dentro del grupo, pasando a puestos directivos en Energía e Industrias Aragonesas, que Fedriani presidió. Pérez Cerdá, además, en el periodo 1965-1970, desempeñó la Dirección General de la Energía con el ministro López de Letona, de quien era compañero de estudios. Todo ello provocó el que, una vez realizado el proyecto, quedaran al margen de su ejecución y que, para la realización del proyecto modificado, recurrieran al auxilio de Rafael Conejos García (Valencia, 1930). Éste era entonces ingeniero de Eptisa y seguiría después una carrera paralela a las de los anteriores, llegando a ser director general de Energía e Industrias Aragonesas.

La conversación con José Luis Nistal (Santander, 1932) ha sido muy ilustrativa y refuerza la idea, expuesta en las páginas del libro, de que el principal problema técnico, y en consecuencia económico, para el contratista radicó en la dificultad en encontrar los áridos adecuados para los hormigones de la presa.

Narra también Nistal como, durante cierto periodo de tiempo, a solicitud de la administración, cuando Díaz-Agero pasó destinado a Madrid, y ante la ausencia de ingenieros hidráulicos en la isla, se vio forzado a ejercer de Comisario de Aguas, sin abandonar totalmente la dirección de las obras de la presa.

Ha habido una época en que las obras hidráulicas, y en particular las presas, tenían tan mala prensa que resultaba políticamente incorrecto referirse en público a ellas y a los grandes beneficios que, en los países secos, aportan a la sociedad. Afortunadamente, esta tendencia se ha invertido y, ahora, empiezan a escribirse trabajos muy interesantes haciendo historia de las vicisitudes de su construcción y ponderando los esfuerzos, a veces titánicos, de sus constructores. Entre ellos podríamos citar: *De la Toba a Villalba por un Canal*, de Francisco Rodríguez Martí, que recoge los recuerdos gráficos y las vivencias de quienes hicieron posible el Salto de Villalba, en la provincia de Cuenca; *La Construcción de los Saltos del Sil*, en que Susana Chávarri evoca la epopeya de las obras hidráulicas en la provincia de Orense, o *Tres grandes presas andaluzas*, en que Guillermo Bravo describe las de Iznájar, Quéntar y Canales, de que fue autor.

Los libros de Jaime J. González González, y en particular éste sobre la presa de Soria, hacen esa meritoria labor en relación con las obras hidráulicas grancanarias y sería de desear que continuase ocupándose de otras presas de su tierra y que este ejemplo se extendiese a otros ámbitos isleños y peninsulares.

A mi modo de ver, el valor más notable que la obra aporta, y que es común a todos los libros del autor, es el amor a la geografía de su tierra, el interés por sus obras hidráulicas y el esfuerzo de divulgación para que sean conocidas y apreciadas por los grancanarios. Junto a todo ello subyace una velada crítica por la, a su juicio insuficiente, atención que estas obras reciben por parte de las autoridades del archipiélago, para su adecuado mantenimiento.

Sólo me queda desear que lleguen a buen puerto los estudios, actualmente en curso, para un aprovechamiento complementario de esta presa, utilizando su vaso como depósito de un sistema hidroeléctrico de bombeo. La actual proliferación de la eólica y fuentes de energía que carecen de regulación, va a hacer cada vez más necesario el recurrir a la capacidad de las centrales hidroeléctricas para almacenar energía en las horas de valle y suministrarla a la red en las horas punta.

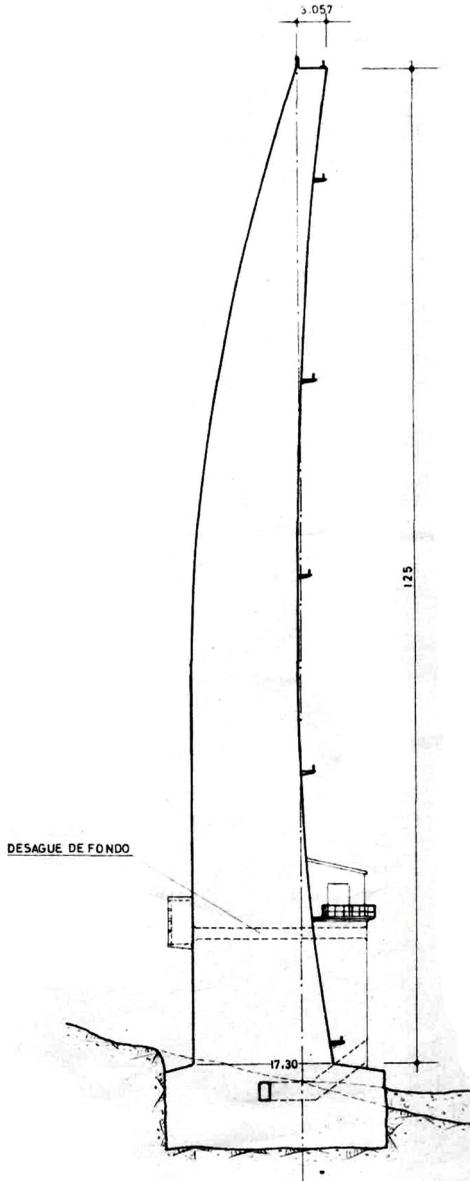
Fernando Sáenz Ridruejo
Ingeniero de Caminos

AGRADECIMIENTOS

El autor quiere agradecer profundamente el apoyo recibido en esta investigación a Penélope Jaime Santana, Fernando Sáenz Ridruejo, Juan Palomo Domínguez, Juan Carlos de Cea Azañedo, Eva María Baño Coello, Sara Monzón Monzón, Carlos de Bethencourt Gallego y a don Juan Ramírez Betancor, *el maestro de la Presa de Soria*.

Estoy extraordinariamente agradecido a todos los colaboradores que han hecho posible la publicación de esta obra: ENDESA, los Arquitectos Eva Martínez Úbeda y Juan Andrés Sánchez Hernández (*JASH13*); el Abogado Urbanista Ángel Baselga Coto (Madrid); las ingenierías Asistencia Técnica Canaria, Trama Ingenieros, 3G Ingeniería y Gestión de Proyectos y Obras, Consulting Técnico de Minas, Análisis Ingenieros y Sasetti Canarias; Industrias de la Pintura (Pinturas Palmcolor); a la Fundación Amurga de la Familia del Castillo; y al Comité Nacional Español de Grandes Presas (SPANCOLD).

Finalmente, también tengo que dar las gracias a la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Madrid); a la Comunidad La Lumbre; al Archivo Central de la Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias; al Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria; al Archivo General Insular de Gran Canaria; y a Cartográfica de Canarias (*GRAFCAN*).

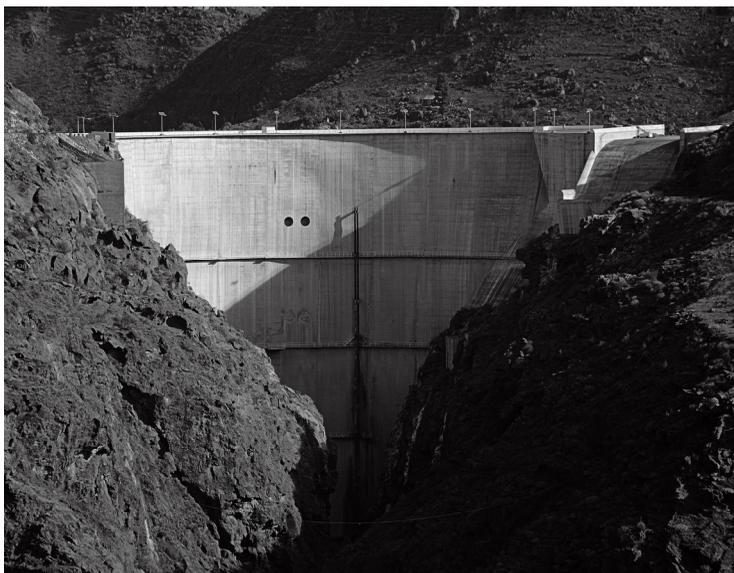


BAJO EL SIGNO DE FRANCO: PRESA DE SORIA

COMUNIDAD LA LUMBRE

PRESA DE SORIA

BAJO EL SIGNO DE FRANCO Y LA DIRECCIÓN DEL
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS SE EMPEZÓ Y
TERMINÓ ESTA PRESA, SIENDO INAUGURADA
EN NOMBRE DEL GOBIERNO POR EL
EXCMO. SR DON GONZALO FERNÁNDEZ DE LA MORA
MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS
Y ACTUANDO DE PRESIDENTE
DON PEDRO DEL CASTILLO Y BRAVO DE LAGUNA
1962 1972



Aguas abajo. Presa de Soria (Foto Jaime González)

Aquellos que vayan a la Presa de Soria tienen la gran oportunidad de leer *in situ* que *bajo el signo de Franco y la Dirección del Ministerio de Obras Públicas* se empezó y se terminó de construir la única presa bóveda que hay en Canarias, pero doy por hecho de que deben de ser muy pocos los que se paran a leer estas pétreas palabras en el estribo derecho del muro.

En este sentido, creo que todos los lectores de esta obra que posteriormente vayan a la presa sabrán que aunque es cierto que las obras de la Presa de Soria comenzaron en 1962, la historia de la construcción de un muro de presa en la *entrada del cañón del Barranco de Soria* se inició antes de 1935.



Aguas arriba. Presa de Soria (Foto Jaime González)



Por los obreros. Por lo nuestro.

(Detalle. Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

Si la construcción consiste en producir ante nosotros una figura única bien visible (O. Spengler, 1923), podemos entonces admitir que la Presa de Soria es una figura única, lo que hace que la historia de su construcción sea la clave para llegar a entender y comprender el valor que tiene esta presa en el conjunto del patrimonio histórico de Canarias. Por lo nuestro.

La observación técnica e íntima de todo el material que se ha podido encontrar de los proyectos, informes y notas que se generaron durante la historia de la construcción de una presa entre 1935 y 1972, es el zócalo que presenta este geógrafo para defender que la *magna* Presa de Soria también forma parte del patrimonio histórico de Canarias.

Por último, *las tracciones, es el caballo de batalla de una presa bóveda*, por lo que debo entonces adelantarle al lector que los primeros 66 metros de la Presa de Soria derivan del *Proyecto de reforma y ampliación del embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria* (1959). *Se trataba de una estructura bóveda muy simple, poco trabajada: ARCOS DE UN SOLO CENTRO Y ESPESOR CONSTANTE; resultaban en la misma unas cargas máximas de 75 Kg/cm² de compresión y unos 25 Kg/cm³ de tracción* (M. Alonso, 1968).



Presa de Soria (Foto Jaime González)



Obra y Terreno. Presa de Soria (Foto Juan Palomo Domínguez)

1935 - PROYECTO

PRESA BÓVEDA EN EL BARRANCO DE SORIA

Después de haber visto el proyecto del embalse de Soria fui para visitar el sitio y he sido agradablemente sorprendido del emplazamiento del futuro muro de presa. La garganta donde se ha proyectado está obra es una de las más notable y de las más impresionante que se pueda ver tanto al punto de vista de la configuración topográfica como al punto geológico. Creo que se trata ahí de un caso quizás único en estas islas y que a este sitio la naturaleza parece proponer y permitir la edificación de una obra de una amplitud inusitada.

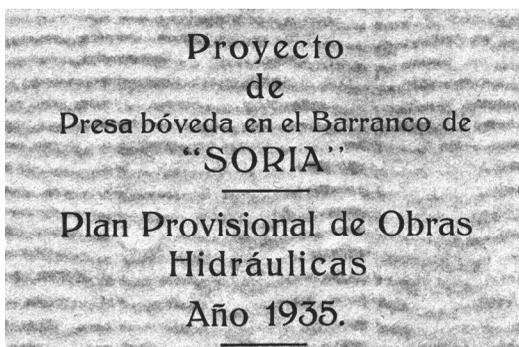
Ingénieur EDMOND DARDEL, 1933

Presa de Soria. Una historia de Proyectos, Informes y Notas Informativas. Gran Canaria 1935 – 1972. La historia de la construcción de una gran presa en el angosto Barranco de Soria comienza en 1930, con el diseño por parte del *Ingeniero de Caminos Sr Suárez Galván* de una presa de gravedad con planta curva de 86,25 m sin cimiento. Un muro de 90 metros de altura.

La capacidad del embalse de esta obra de una amplitud inusitada era de 10.041.250 metros cúbicos, aunque en algunos informes la cifra es la de 11,7 millones de m³. Se trataba de un proyecto muy general producto de una copia de otro que ya había sido presentado para el Barranco Hondo de Artenara por parte del peticionario don José Samsó Henríquez. La altura del muro de este otro proyecto de presa era de 65 metros.

Este *corta y pega* histórico del primer proyecto presentado por el Cabildo Insular de Gran Canaria para el Barranco de Soria fue pronto rechazado por su *vaguedad* y considerado como un anteproyecto (enero de 1933). El Consejo de Obras Hidráulicas hubo de proponer que antes de otorgarse la concesión se revisara el proyecto.

Por lo tanto, el título de la presente obra tiene entonces su concepción y nacimiento en el segundo diseño presentado por el Cabildo Insular de Gran Canaria: el *Proyecto de Presa Bóveda en el Barranco de Soria (Plan Provisional de Obras Hidráulicas de la Provincia de Las Palmas. Año 1935)* del Ingeniero de Caminos don Carlos Morales Lahuerta. Se trataba de un nuevo proyecto debidamente modificado de una presa bóveda de hormigón hidráulico de pared delgada de ángulo y radio variable.



El proyecto de presa de arco en el barranco de Soria, que ahora remite el Cabildo Insular de Gran Canaria, es aquel primitivo proyecto pero adecuado y grandemente modificado para ajustarse mejor a las circunstancias reales y a los nuevos datos adquiridos. (Dirección General de Obras Hidráulicas y Puertos, 1936)

Se ubicó el muro de presa bóveda en el Barranco de Arguineguín *a la entrada del cañón* conocido como Barranco de Soria, de cara al aprovechamiento de las aguas públicas discontinuas del propio barranco y las del Barranco de Chira (estás últimas mediante un azud de 4 m de altura y un canal de 1,50 x 1,90 m en túnel de 780 mts de longitud hasta el Barranco de la Palma).



la entrada del cañón del Barranco de Soria en 1954
(Foto Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire)

El tipo de presa de arco delgado está perfectamente indicado en el muy estrecho cañón de paredes casi verticales y de roca muy dura y compacta que constituye la cerrada.

Dirección General de Obras Hidráulicas y Puertos, 1936

Con el primer proyecto de presa en 1930, de 90 metros de altura con cimientos, el Ingeniero francés Edmond Dardel le propuso al Cabildo Insular de Gran Canaria que el Dr. Jacques Bourcart, *un geólogo de gran valor especializado en el estudio de muros de presa* (E. Dardel, 1933), realizase un examen geológico de la cerrada.

Finalmente, el *Docteur en –sciences–* Jacques Bourcart realizó una visita al Barranco de Arguineguín en septiembre de 1933 en compañía de algunos señores, como el propio Ingeniero Edmond Dardel o el Ayudante de Obras Públicas Simón Benítez Padilla. Las *notas escritas tomadas en el terreno* fueron la base del primer informe geológico del cañón del Barranco de Soria para la construcción de una presa de gran altura. Posiblemente se trate del primer estudio geológico realizado para la construcción de una presa en la isla de Gran Canaria por parte de un especialista.

El *Informe Preliminar sobre un Proyecto de Embalse Regulador en Soria sobre el Barranco de Arguineguín* tiene fecha de 28 de septiembre de 1933, por lo que fue redactado en el mismo mes en el que se realizó la visita de campo. En la introducción del mismo se dejaba claro que el objeto del informe no era otro que el de *examinar la cerrada de un gran embalse regulador proyectado en el Barranco de Arguineguín bajo el pueblo de*

Soria. Y que la presa proyectada se localiza en el fondo de la garganta que atraviesa el Barranco de Arguineguín y que recibe el nombre de Barranco de Soria.

Respecto al *cañón* del Barranco de Soria, Bourcart añadió en el informe que *la garganta es muy estrecha, de paredes verticales, en especial un punto que está situado exactamente en la apertura del cauce con el camino descendente de la Cruz de Soria* (Vista de Soria). Sin duda, esta última apreciación es la *entrada del cañón del Barranco de Soria*, cerrada del muro del Proyecto de 1935 (y de la Presa de Soria finalmente construida).

Hay que destacar que este informe geológico de septiembre de 1933 deriva del Proyecto primitivo de 1930, aunque los dos informes redactados por Bourcart (el *Complementario* tiene fecha de agosto de 1934) fueron posteriormente utilizados en paralelo con el segundo Proyecto presentado por el Cabildo Insular de Gran Canaria en 1935.

devient caillou-teux, Ce remplissage est du a un gros barrage
natural d'eboulement qui se trouve un plus en aval. L'apaisseur
de ce fond ^{doit} mobile se tenir au niveau de 6 metres.

La roche qui constitue la gorge est donc extremement
impermeable en grand absolument non poreuse, inalterable et d'une
extraordinaire resistance a l'écrasement et au cisaillement -
par cotre assez casante aux efforts brisants.

Il y a extremement peu de dérochage a faire dans
l'ordre de 0m m 50 vers la profondeur pour un barrage poids,

Detalle del Informe Preliminar de septiembre de 1933
Archivo General Insular de Gran Canaria

Los dos informes del geólogo francés fueron favorables al establecimiento de una presa en la cerrada del Barranco de Soria que estaba situada *exactamente en la apertura del cauce con el camino descendente de la Cruz de Soria* (Vista de Soria).

En el Informe Preliminar de 1933 no sólo se indicaban las condiciones favorables que presentaba la garganta y la impermeabilidad y la extraordinaria dureza de la roca, sino que también aportaba comentarios sobre los puntos que debían de tenerse en cuenta para llevar a cabo la construcción de una presa.

El proyecto de presa de arco en el Barranco de Soria, que ahora remite el Cabildo Insular de Gran Canaria, es aquel primitivo proyecto pero adecuado y grandemente modificado para ajustarse mejor a las circunstancias reales y a los nuevos datos adquiridos.

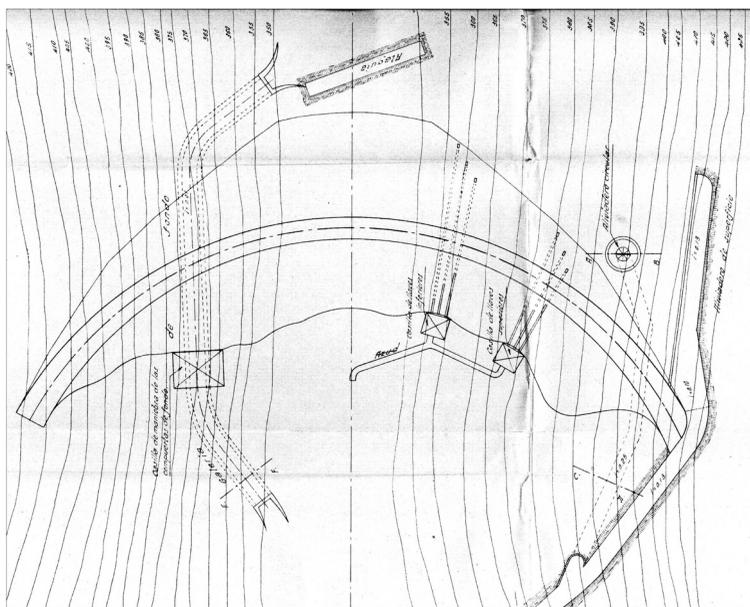
Dirección General de Obras Hidráulicas y Puertos, 1936

extensas; y acaso pudiera también suscitar legal, la circunstancia de haber sido otorgada de Obras Públicas, con facultades de Gobierno y concesiones para las cuales se solicitan ahora en este aspecto que abarca este primer punto de que respectivo a las concesiones o aprovechamiento de esta concesión del Pantano de Soria.

... lo que sobre esto indicaba el Consejo de C... esa en el nuevo proyecto, sino que todo ha de ser en las condiciones de esta concesión. Se habla, en efecto, de presa en el barranco de Majada Alta, y al afecta grandemente al aprovechamiento de

Detalle del Informe de la Dirección General de Obras Hidráulicas (1936)
Archivo General Insular de Gran Canaria

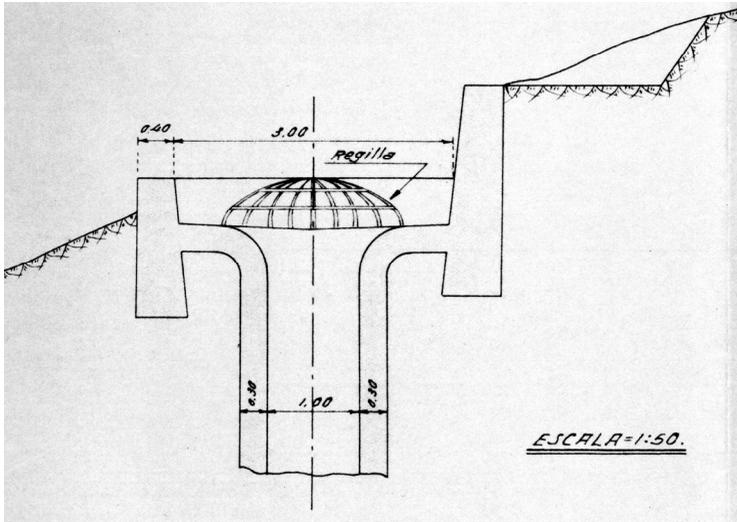
Respecto a las características de la *presa de arco*, en el apartado de cubicación que presenta el *Proyecto de Presa Bóveda en el Barranco de Soria* (1935) se recoge que el volumen de embalse era de 5.385.125 m³, para una altura del muro de 65 metros sobre cimientos (70 metros con cimientos). El ancho de coronación era de 2 metros, mientras que la longitud de coronación de la presa bóveda delgada era de 77,28 metros. 10,21 metros en la base.



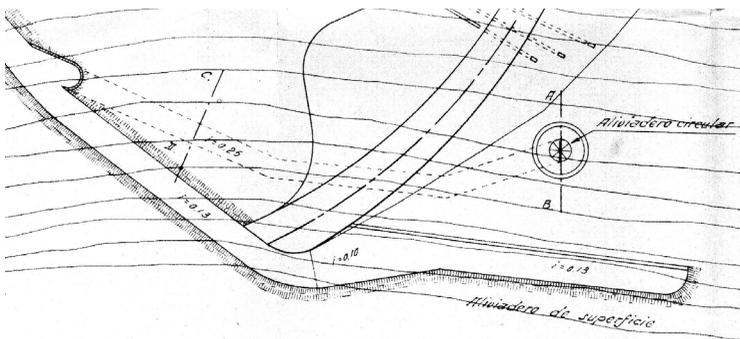
presa de arco delgado (Proyecto de 1935)

De lo *imaginado* por segunda vez a principios de los años 30 del siglo XX, hay que destacar el diseño de dos aliviaderos localizados en la margen izquierda del embalse. Uno de los aliviaderos es circular y se localiza a una cota inferior, por lo que según se describe en el proyecto, *de llegarse a ejecutar el*

aliviadero de superficie se tendría que sustituir el circular por una compuerta automática, quedando la galería como desagüe supletorio complementario del aliviadero de superficie.



Aliviadero circular y detalle del plano de planta



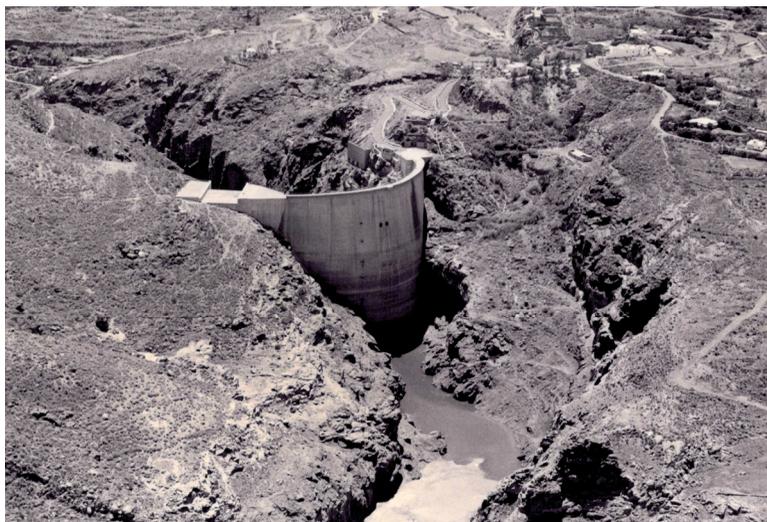
Posteriormente, la Dirección General de Obras Hidráulicas y Puertos del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, a través de la Junta Superior Consultiva, emitió en abril de 1936 un *Informe sobre el Proyecto de Presa Bóveda en el Barranco de Soria, provincia de Las Palmas (Gran Canaria)* donde se comentaban algunos aspectos interesantes sobre los dos informes realizados por el *Docteur en –sciences– Jacques Bourcart*.

En este informe del Ministerio se resaltaba que *los dos informes geológicos concluyen a favor del establecimiento de una presa en la cerrada del Barranco de Soria*, pero también se destacaba la falta de integración que había entre los documentos presentados por el Cabildo Insular de Gran Canaria para el Pantano de Soria, en referencia a los dos Informes geológicos y el Proyecto.

Así pues, se recoge en el Informe de la Junta sobre el Proyecto lo siguiente: *los dos informes geológicos no convencen de la impermeabilidad general del conjunto, aunque lo sean mucho en si mismas, las muy duras y compactas rocas igneas pertenecientes, según dicho geólogo asevera, a la serie riolítica, y cuyas diaclasas son, por lo común, muy finas, estando las más gruesas rellenas de veneros hidrotermales de calcedonia o de cuarzo. Esos informes, además, no tienen valor oficial, no están tampoco avalorados ni por el Ingeniero autor del proyecto, quien ha evitado cuidadosamente emitir su opinión personal, limitándose a extractarlos en español, ni por el Ingeniero Jefe de Obras Públicas de Las Palmas, o por el Inspector Regional, que no informan este proyecto, sin embargo de la importancia que*

tiene, de las no pequeñas dificultades que presenta y de ser el primero de los referentes a la parte Sur de la Isla.

Por último, la presa bóveda delgada fue el primer proyecto serio realizado por parte del Cabildo Insular de Gran Canaria para la parte Sur de la Isla. La mayor parte de las grandes presas construidas por el Cabildo Insular se localizan, precisamente, en la parte Sur de Gran Canaria. Pero tal y como se verá en la presente obra de conjunto, la *magna* Presa de Soria fue finalmente construida bajo la *Cruz de Soria*, pero fue al final la iniciativa privada la que logró poner una bóveda en el congosto del Barranco de Soria. Y es la única presa bóveda que hay en las Islas Canarias (España).



La Presa de Soria desde la Mesa de Soria (año 1999)
(Foto Jaime González)

1953 – 1959. PROYECTO PRESA DE GRAVEDAD

El barranco discurre por un cauce muy estrecho y encajonado por altas paredes laterales que topográficamente presentan óptimas condiciones para ubicar en él el muro de la presa. (1954)

Calificamos en cierta ocasión a Gran Canaria como la “Isla de los Contrastes”, basándonos en la infinidad de caracteres contrapuestos que en ella se observan desde los más variados puntos de vista. (1957)

Federico Macau Vilar

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Presa de Soria. Una historia de Proyectos, Informes y Notas Informativas. Gran Canaria 1935 – 1972. La segunda parte de esta historia sobre la construcción de la Presa de Soria tiene su inicio el 5 de febrero de 1953, cuando don Alejandro del Castillo y del Castillo, Conde de la Vega Grande y de Guadalupe, presentó instancia dirigida al Ilmo. Sr. Ingeniero Jefe de Obras Públicas de Las Palmas solicitando la publicación en el Boletín Oficial de la Provincia de la Nota-Anuncio sobre el aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria.

La Nota-Anuncio fue publicada el 25 de mayo de 1953, y dentro del plazo reglamentario sólo don Alejandro del Castillo y del Castillo presentó un proyecto de muro de presa en la cota 510 del cauce del Barranco de Soria (200 metros aguas arriba de la presa finalmente construida).



Busto de don Alejandro del Castillo y del Castillo
Presa de Soria (Foto Jaime González)

(...) Fue él quien tuvo la feliz iniciativa de esta magna obra hidráulica, y a él, por consiguiente se debe todo el Honor, la satisfacción y la gloria de poder haber contribuido en su tierra con esta y otras muchas obras más (...)



PROYECTO

DE

TERMINACION DE OBRAS Y VALORACION DE LAS EJECUTADAS

QUE SE REDACTA A EFECTOS DEL **AUXILIO ECONOMICO** A SOLICITAR DEL ESTADO, PARA LA REALIZACION DE LOS SIGUIENTES PROYECTOS:

- 1.- EMBALSE inferior en el Barranco de "LA LUMBRE" (774.052 m.³)
- 2.- " superior " " " " (661.853 m.³)
- 3.- " en el Barranco de "SORIA" (2.185.835 m.³)
- 4.- APROVECHAMIENTO en el Barranco de "LA JARRA": 1.490 lts. por sgd.
- 5.- CANAL de ENLACE entre los citados EMBALSES.

TERMINOS MUNICIPALES: San Bartolomé de Tirajana, Mogán y Tejeda

PETICIONARIO: Comunidad "LA LUMBRE"

DOCUMENTOS DEL PROYECTO

- Número 1.- MEMORIA
" 2.- PLANOS
" 3.- PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS
" 4.- PRESUPUESTO
" 5.- TARIFAS

AÑO 1954

J. ALONSO URDUJO
INGENIERO DE CAMINOS
Venegas, 78
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

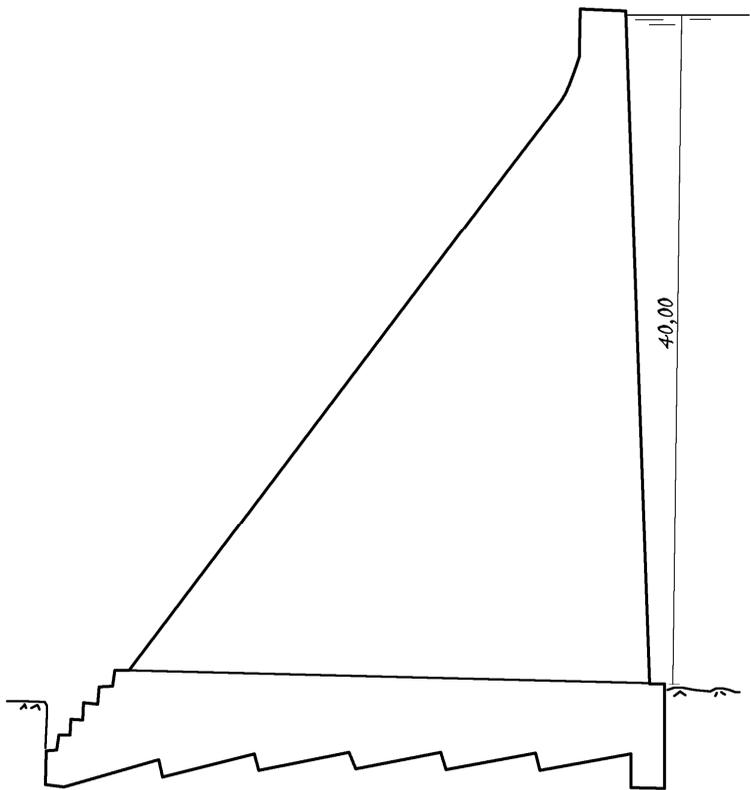
Copia del Proyecto con fecha 1954 (Fuente Comunidad La Lumbre)

... es indiferente que el muro afecte en planta forma recta o curva. Sin embargo, siguiendo la práctica más autorizada, preferimos proyectarlo en arco circular (J. Alonso Urquijo, 1954)

El proyecto presentado en 1953 tenía las siguientes características esenciales: muro de presa de 40 metros de altura y 82 metros de longitud de coronación; presa de gravedad con planta curva y perfil triangular; taludes de 0,72 y 0,05 en los paramentos de aguas abajo y aguas arriba respectivamente. El embalse creado por la presa tenía una capacidad de 2.185.835 m³. Se trataba, por tanto, de un proyecto de presa que reunía las características generales de la mayoría de las presas autorizadas y construidas hasta el momento en la isla: gravedad con sección triangular y de planta curva.

Este proyecto de presa de gravedad con planta curva fue redactado por el Ingeniero de Caminos don Julio Alonso Urquijo, uno de los presistas más importantes que hubo en Gran Canaria entre las décadas 30 y 60 del siglo XX. Por su gran experiencia en el diseño y construcción de muchas presas de mampostería en la isla, me pregunto cuales serían las causas que determinaron la ubicación de la presa en la cerrada de la cota 510 del barranco, frente a la cerrada de la cota 500 en la entrada del cañón del Barranco de Soria (la actual Presa de Soria).

J. ALONSO URQUIJO
INGENIERO DE CAMINOS

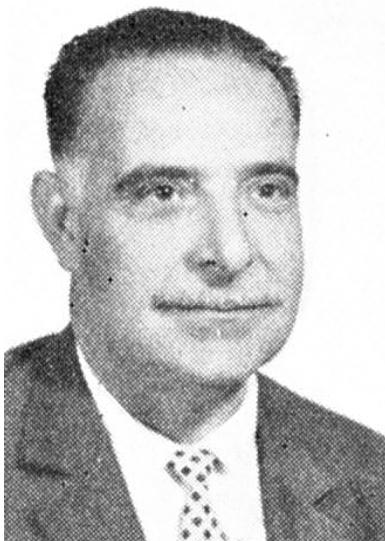


Perfil tipo de la Presa de Soria (Proyecto de 1953)

(Elaboración propia)

El reconocimiento del terreno y confrontación del proyecto se realizó el 27 de noviembre de 1953. El 30 de abril de 1954 el Ingeniero Jefe de Aguas autorizó las obras con sujeción a 15 condiciones, que fueron aceptadas por el concesionario, obteniéndose la concesión el 3 de mayo de 1954.

Posteriormente se le encargó al Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don Federico Macau Vilar, *un técnico importante que sabía humanizar su profesión* (R. Guardiola, 1970), un informe geológico de la cerrada escogida para la ejecución de la presa. El dictamen del reconocimiento del terreno realizado por Macau fue plenamente favorable respecto a la realización de la obra.



Federico Macau Vilar *Ingeniero*
(1917 – 1970)

En el Informe geológico del Barranco de Soria, con miras a la construcción de una presa de 40 metros de altura, y con fecha de noviembre de 1954, Macau escribió que el tramo inferior del barranco *discurre por un cauce muy estrecho y encajonado por altas paredes laterales que topográficamente presentan optimas condiciones para ubicar en él el muro de la presa; que se pueden asegurar las buenas cualidades de impermeabilidad del vaso del embalse; que en general todo el cauce y en particular la zona de ubicación del muro de presa (cota 510) presenta magníficas condiciones de resistencia y cimentación por lo que no son de preveer dificultades en este sentido ni para la construcción ni para la explotación de la obra; que las rocas presentes en el terreno son totalmente útiles y aprovechables para su empleo en las obras de mampostería; y que la cantera deberá situarse en el interior del vaso del futuro embalse con lo que además se ganará en capacidad de agua.*

Curiosamente, el 23 de noviembre de 1954, y a petición del concesionario, el Ingeniero Jefe de Aguas resuelve dejar supeditado el plazo de iniciación de las obras.

En 1958, el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don José Luis Fernández Casado añadió en el informe geológico de la cerrada situada a la cota 500 metros, es decir, 200 metros aguas abajo del Proyecto de presa de 1953, que *la dificultad de ejecutar la obra del canal (desde la cota 510 del Barranco de Soria hasta el Tablero de Maspalomas) fue, desde muy antiguo, lo que impidió llevar a cabo la realización de la presa (en referencia a la de 40 metros de altura).*

La explotación del canal sin embalse regulador resulta a todas luces inadecuada, no solamente por sacar rendimiento reducido a las obras construidas sino que también se dejan sin explotar grandes extensiones de terreno preparado para el cultivo.

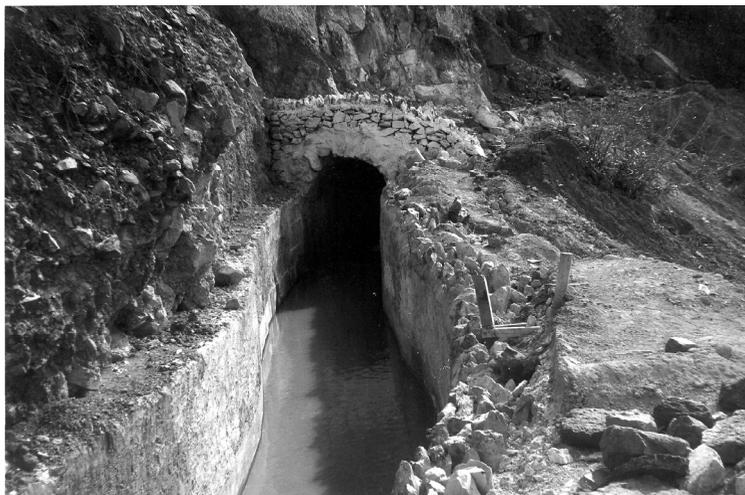
José Luis Fernández Casado, 1958



Canal La Lumbre (Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

Respecto al Canal La Lumbre, Fernández Casado también escribió en el Informe de 1958 que se trataba de *una obra audaz de ingeniería. A través de terreno muy difícil se ha construido un tramo de 18 Km de los que 6 son en túnel. La sección mojada es de 1,50 m x 1,50 m. Se bifurca en otros dos canales de sección 0,70 m x 0,70 m con longitud total de 12 Km y finalmente, existen una serie de pequeños canales y conducciones que llevan las aguas a los terrenos de cultivo. Al finalizar el tramo*

principal se encuentra la presa de La Lumbre (...) La voluntad e inteligencia desplegada por Don Fermín Monzón Barber, Director Gerente de la Comunidad de La Lumbre, ha sido un factor determinante en la realización de estas obras.



Canal La Lumbre (Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

En octubre de 1961, el propio Director Gerente de la Comunidad de La Lumbre escribiría que *el transporte del agua desde el embalse hasta la zona de cultivo ha supuesto la más dura prueba; ante el desaliento general, la Comunidad optó por realizar primeramente este canal de transporte, para demostrar con su ejecución, la viabilidad del mismo. La primera etapa ha terminado con la realización de la pista de acceso al embalse de Soria, acondicionamiento de la zona para su ejecución y compra de terrenos afectados por el embalse.*



Don Fermín Monzón Barber y el Ingeniero de Caminos don Alfonso Caballero de Rodas y Colmeiro durante una visita al Canal de La Lumbre en los años 50. (Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

En el año 1972 se realizó una investigación sobre los canales y las tuberías principales de la isla de Gran Canaria por parte del Ayudante Técnico del Proyecto Canarias SPA-15 don Jaime González Pérez (Topógrafo. Servicio Hidráulico de Las Palmas), a fin de tener una idea general del movimiento de las aguas entre las diferentes cuencas vertientes de la isla.

Según se recoge en este magnífico trabajo de campo, y hasta la fecha de 1972, se habían construido en la isla de Gran Canaria unos 152,7 kilómetros de canales y unos 534 kilómetros de tuberías. Auténticos transvases de agua. Y patrimonio histórico.

En este inventario de 1972 aparece la siguiente síntesis sobre el viejo canal, cuyo tramo final todavía no había sido recrecido:

CANAL LA LUMBRE

Propietario - Comunidad La Lumbre

Canal de aproximadamente 25 Kms de longitud y sección variable, que parte de la presa de Soria, y finaliza en el Tablero de Maspalomas. Lugar donde dispone de un importante punto de reparto hacia toda aquella zona. A la altura de Mesa de Mazagar, en el Bco. de la Tabaquera tienen un embalse regulador denominado La Lumbre. A partir de este punto el canal reúne no muy buenas condiciones por lo que en la actualidad se disponen a recrecerlo.

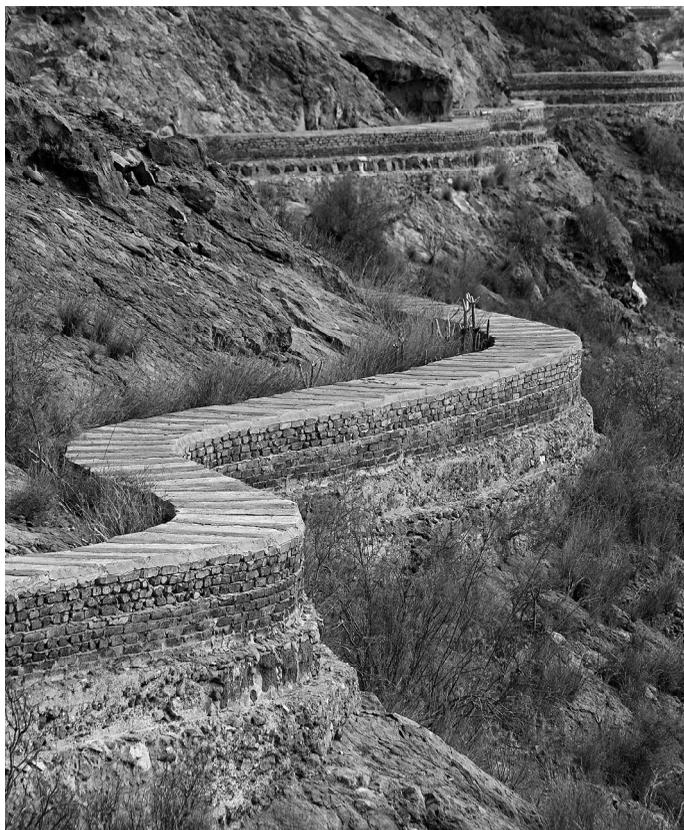
Jaime González Pérez, 1972
Topógrafo. Servicio Hidráulico de Las Palmas



Canal La Lumbre recrecido en los años 70 del siglo XX
(Foto Jaime González)



Jaime González Pérez *Topógrafo*



Camino de mampostería y hormigón (Foto Jaime González)

El 24 de enero de 1958 don Fermín Monzón Barber solicitó, como apoderado de don Alejandro del Castillo y del Castillo (Presidente de la Junta Directiva de la Comunidad La Lumbre desde el 18 de diciembre de 1954) y otros señores, el cambio del emplazamiento del muro de presa de Soria trasladándolo unos 200 metros aguas abajo de la ubicación escogida en el Proyecto de presa de 1953 (gravedad, planta curva y 40 m de altura).



Busto de don Fermín Monzón Barber
Presa de Soria (Foto Jaime González)

... motor de la "empresa imposible"

La solicitud del cambio de emplazamiento del muro de presa salió a información pública en el *BOP* de 9 de abril de 1958. El reconocimiento del terreno se efectuó el 23 de mayo de 1958 y el 26 de septiembre de 1958 la Jefatura de Aguas resolvió acceder al cambio solicitado, con sujeción a las mismas condiciones de la concesión otorgada el 3 de mayo de 1954.

Con el cambio de cerrada a la cota 500, más estrecha, angosta y honda que la cerrada de la cota 510, se dieron cuenta de que las posibilidades de embalse del nuevo emplazamiento no iban a quedar agotadas con la construcción de la presa de gravedad de 40 m de altura. Las nuevas condiciones topográficas de la cerrada (de laderas verticales) permitían la construcción de una presa de mayor altura, por lo que la Comunidad La Lumbre decidió realizar los estudios y tramites necesarios para tal fin.

En este sentido, el 17 de octubre de 1958 don Fermín Monzón Barber, como Director Gerente de la Comunidad La Lumbre, presentó en la Dirección General de Obras Hidráulicas una instancia en la que se solicitaba autorización para elevar el muro de presa de 40 a 135 metros de altura, con lo que la capacidad del embalse pasaría de 2.185.835 m³ a 38.000.000 m³; y suplicando que por parte de los Servicios del Ministerio de Obras Públicas se hiciera un estudio geológico del vaso que permitiera redactar un nuevo proyecto de presa.

Así pues, y por orden de la Dirección General de Obras Hidráulicas, el Ingeniero don José Luis Fernández Casado efectuó una visita al terreno que dio lugar al *Informe Geológico acerca del reconocimiento efectuado en el Barranco de*

Arguineguín o de Soria para establecer un embalse con presa situada a la cota 500 metros (Gran Canaria). 27-12-1958

Fernández Casado inicia el informe geológico señalando que *el barranco de Soria reúne excelentes condiciones para establecer un embalse, tanto por lo que respecta a la impermeabilidad del vaso como a las condiciones de la cerrada. Puede decirse que el problema fundamental que se plantea es el derivado de la construcción de una presa de cierta importancia, cuya altura debe ser limitada prácticamente por las condiciones topográficas de la cerrada. Como esta altura podría ser de unos 135 m y, además la estrechez del cañón en donde se ubicará la obra aconsejan una solución tipo bóveda, es necesario realizar meticulosos reconocimientos y prospecciones que nos confirmen de una manera rotunda la favorable impresión que se saca de un reconocimiento ocular.*

Respecto a la cerrada, por su configuración topográfica y del aspecto de la roca en las laderas, cabe decir que pocos lugares se encontrarán más apropiados para construir una presa bóveda de gran altura, en nuestro caso limitada por la cota topográfica. Naturalmente la importancia de la obra exige observaciones minuciosas.

José Luis Fernández Casado *Ingeniero*

Al tratarse *de una obra de importancia*, Fernández Casado indica que *el problema geológico en realidad no existe, pero es necesario ponerse en guardia frente a posibles accidentes que*

por muy minucioso que sea el reconocimiento ocular pueden pasarnos desapercibidos, por lo que de cara a los aspectos técnicos, en el informe se propone que la presa disponga de galerías que se prolonguen unos 25 metros en cada ladera, y que era conveniente emprender por etapas la construcción de la presa.

En definitiva, el Informe de finales de 1958 aconsejaba, por las dimensiones de la cerrada, que la solución apropiada fuera una presa de tipo bóveda. En palabras de Fernández Casado, *hay que hacer entrar en juego las reacciones que pueden crearse en las laderas. El estado de estas laderas es satisfactorio para crear dichas reacciones.*

En mi opinión, si José Luis Fernández Casado hubiese conocido la existencia del Proyecto del Cabildo Insular de Gran Canaria de los años 30, el de una presa bóveda de hormigón hidráulico de pared delgada de ángulo y radio variable, sin duda alguna lo habría mencionado en el informe geológico de finales de 1958. Aun así, su informe fue la causa del diseño inmediato de una presa bóveda en la cerrada con laderas verticales en la entrada del cañón del Barranco de Soria.

El *Proyecto de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria*, de la Comunidad “La Lumbre”, tiene fecha del 11 de mayo de 1959, mientras que el informe del Ingeniero José Luis Fernández Casado tiene fecha de 27 de diciembre de 1958.



Laderas verticales y fondo natural del cauce del Barranco de Soria
(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

1959 – 1964. PROYECTO PRESA DE BÓVEDA

... la eclosión de las presas de bóveda durante la década de los sesenta del pasado siglo XX en España se debió a que en muy poco espacio de tiempo se produjeron importantes avances tecnológicos que acarrearón una floración de grandes presas de esta tipología.

Fernando Sáenz Ridruejo, 2005

Presa de Soria. Una historia de Proyectos, Informes y Notas Informativas. Gran Canaria 1935 – 1972. La tercera parte de esta historia comienza con la visita que el 7 de enero de 1959 realizaron a la nueva cerrada del Barranco de Soria don Fermín Monzón Barber, el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don Francisco Pérez Cerdá, y los Ingenieros Topógrafos don Luis Valvueda Vega y don Isidro de Pablos Quirós. Este reconocimiento ocular del barranco tuvo como objetivo la delimitación del área por parte del Ingeniero para que los Topógrafos realizaran el levantamiento taquimétrico de la zona de emplazamiento de la presa.

Cuatro meses más tarde ya había proyecto de presa bóveda para la cota 500, con el nombre de *Proyecto de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria* (11 de mayo de 1959).

Los autores del proyecto de la Presa de Soria de 1959 fueron los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos don Luis Fedriani Isern y don Francisco Pérez Cerdá.

Provincia de Las Palmas - Isla de Gran Canaria
Terminos Municipales de San Bartolomé de Tirajana,
Mogán, Tejeda y Artenara

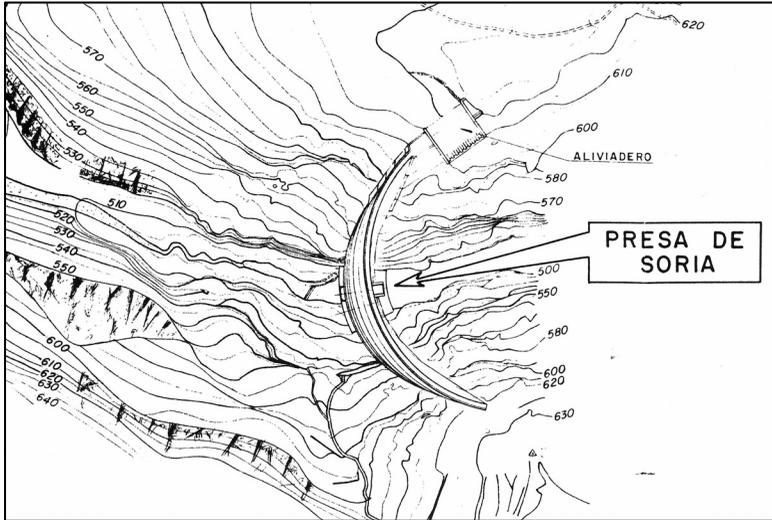
PROYECTO
de
Reforma y Ampliación del Embalse
para aprovechamiento de aguas públicas
discontinuas en el Barranco de Soria

Peticionario:
COMUNIDAD "LA LUMBRE"

Ingenieros de Caminos:
D. Francisco Pérez Cerdá
D. Luis Fedriani Isern

Año 1959

(Fuente Comunidad La Lumbre)



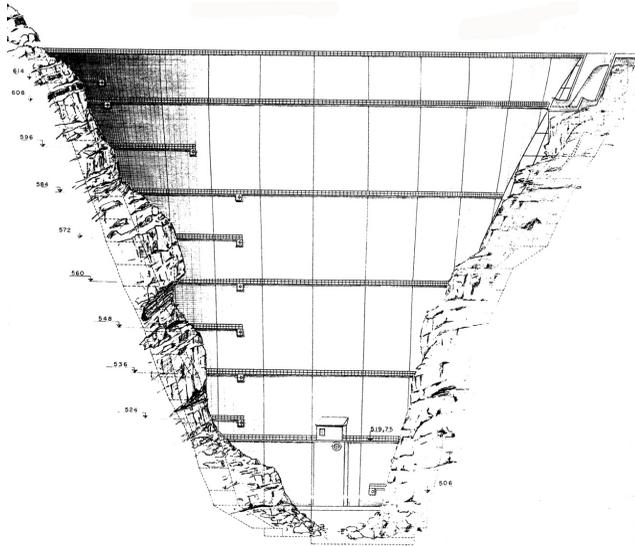
Situación de la presa bóveda en el Barranco de Soria (1959)

(Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)

Respecto al Proyecto de 1959, aportamos a continuación la síntesis que sobre el mismo realizó el Ingeniero de Caminos don Manuel Alonso Franco en enero de 1964:

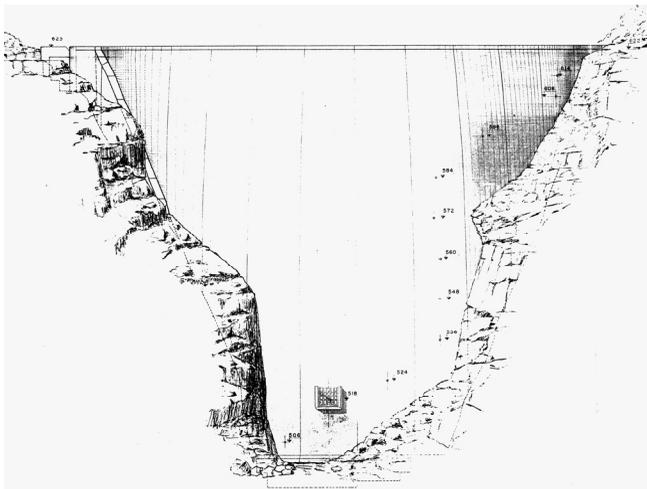
Se trata de una presa bóveda de 122 m sobre el cauce y de 130 m sobre cimientos. La bóveda propiamente dicha (122 m) tiene un ancho en la base de 17,30 m y 3,057 en coronación. Descansa sobre un zócalo que tapona el cauce estrecho del barranco con planta ligeramente arqueada y espesor bastante de 26,50.

La cota del cauce en la cerrada es la de 500 y la de coronación la 622, siendo la 620 la de máximo embalse y la del labio fijo del aliviadero.



Aguas abajo

Proyecto (1959)



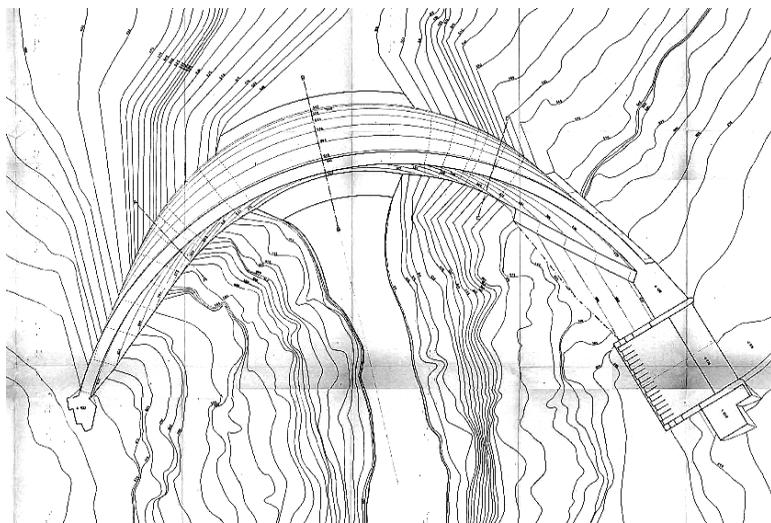
Aguas arriba

Proyecto (1959)

(Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)

El volumen del embalse creado es de 26.000.000 m³ y la superficie de la cuenca receptora es de 26 Km².

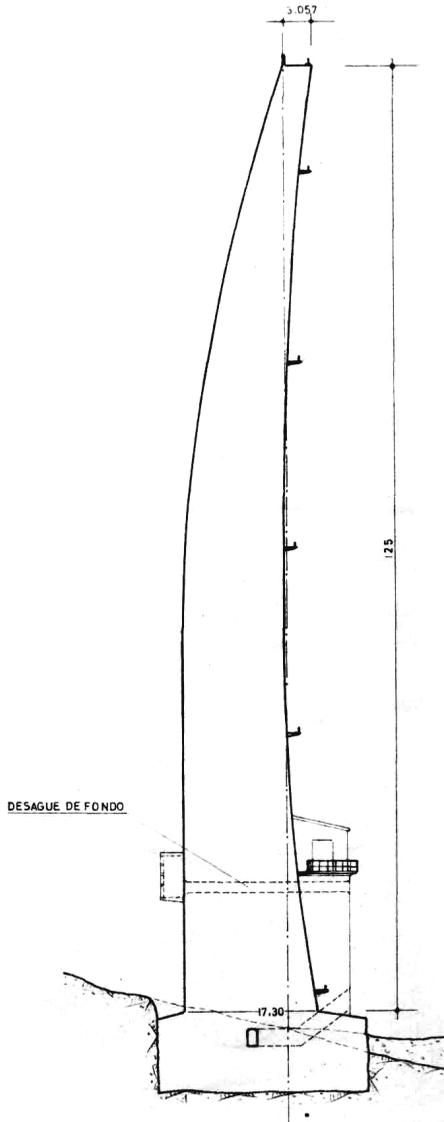
La bóveda está formada horizontalmente por arcos de espesor constante y directriz circular. Sus trasdoses forman un cilindro de generatrices verticales y de radio 65 m hasta la cota 548. A partir de ella los radios son variables con la altura alcanzando en coronación el valor de 84,53 m.



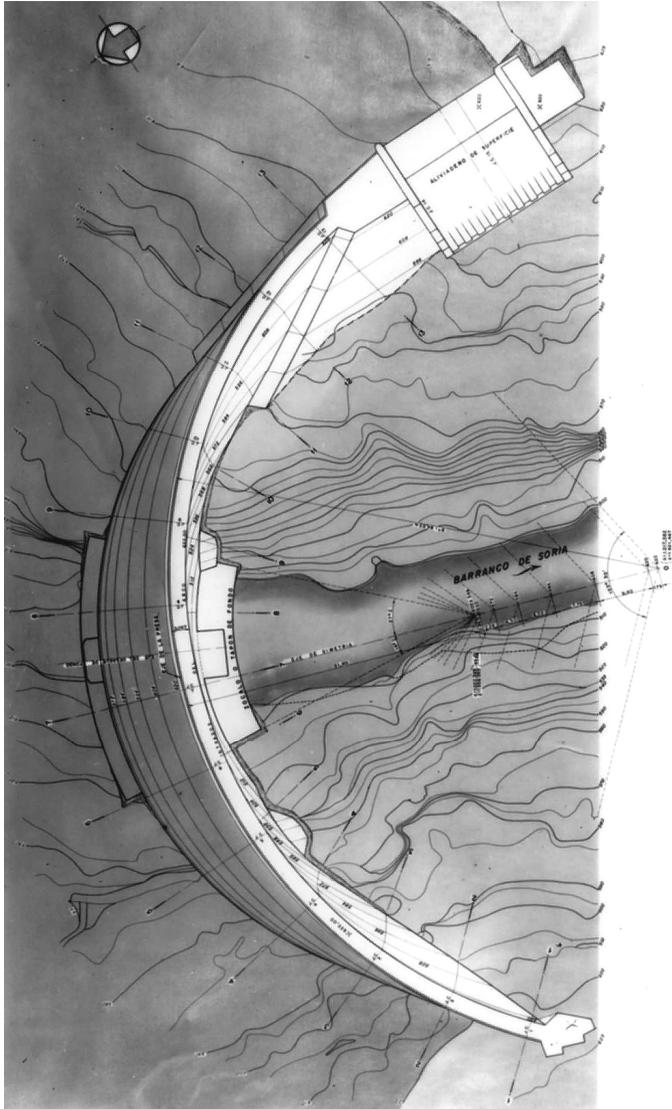
Planta de la presa bóveda de Soria del Proyecto de 1959

(Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)

El aliviadero de labio fijo y a la cota 620 está ubicado en el estribo izquierdo. Con una longitud de 23 m y una altura de lámina de 2 m está previsto que desagüe una crecida de 170 m³/seg. Descarga directamente sobre el barranco mediante una solera dentada.



Perfil tipo de la presa bóveda de Soria del Proyecto de 1959
 (Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)



Plano general de la presa. Proyecto de 1959
 (Fuente Comunidad La Lumbre)

conducción. Su desagüe medio es de 700 l/seg. La toma inferior está por debajo del desagüe de fondo a la cota 506.

Para la inspección y vigilancia figura una galería longitudinal que atravesando el tapón de fondo se prolonga en la ladera por ambos lados.

Consideraciones más destacadas sobre el Proyecto. Informe de la Jefatura de Obras Públicas de Las Palmas. Las Palmas, 5 de diciembre de 1959

Los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos don Adolfo Cañas Barrera y don Manuel Leirós aportaron a finales de 1959 unas *consideraciones* muy interesantes sobre el *Proyecto de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria (11 de mayo de 1959)*.

A tenor de que estas *consideraciones* de los ingenieros de la Jefatura de Obras Públicas de Las Palmas no fueron nunca mencionadas con posterioridad en las notas e informes que conforman la historia de la construcción de la gran Presa de Soria, así como tampoco en la elaboración del *Documento XYZT de la Presa de Soria* por parte del MOPT en 1991, es por lo que ahora las incluimos en esta obra de conjunto a modo de reconocimiento:

El cálculo de la bóveda efectuado por el método de "ajuste en clave", se aplica en realidad solo al estudio de la ménsula central hallando por este procedimiento las tensiones máximas de compresión en ella resultantes, en las hipótesis más

desfavorables, al prescindir en el cálculo de las zonas de la misma sometidas a tracción. El cálculo efectuado por el método abreviado de "cargas de prueba", considerando el empuje del agua sin subpresión, se aplica al estudio de los arcos, añadiéndoles el efecto de temperatura, calculado como actuando sobre los mismos considerados como independientes. Para juzgar la exactitud de los cálculos debemos hacer las siguientes consideraciones, a la vista de los resultados obtenidos. Vemos, en primer lugar que las tensiones, en planos horizontales en las ménsulas y verticales en los arcos, producidas por cargas de agua sin considerar subpresión, obtenidas por el método abreviado de "cargas de prueba", difieren de las halladas, con la misma hipótesis de carga, por el método de "ajuste en clave", menos de 3 kg/cm² en las ménsulas, y de 4,5 y 8 kg/cm² en las claves y arranques de los arcos respectivamente, coincidiendo sus signos. Esta pequeña diferencia de tensiones en la ménsula central entre uno y otro método, indica que, el cálculo de la máxima tensión de trabajo que puede producirse en la misma, en las hipótesis más desfavorables, efectuado por el método de "ajuste en clave" es bastante exacto, si consideramos el método abreviado de "cargas de prueba" como un procedimiento de cálculo aproximado a la realidad. En segundo lugar observamos que las tensiones, en planos verticales, obtenidas en las claves y arranques de los arcos, por el método de "ajuste en clave", considerando cargas de agua sin subpresión, difieren de las obtenidas en dichos puntos por el mismo procedimiento de cálculo considerando cargas de agua con subpresión y suponiendo, además, fisurada la zona de la ménsula central sometida a tracción, menos de 3,7 y 7,3 kg/cm² respectivamente, coincidiendo sus signos. Por tanto, las tensiones en los arcos calculadas, como antes se dijo, sin tener en cuenta la subpresión, ni las posibles fisuras en las ménsulas, tampoco deben diferir notablemente de las que se hallarían considerando también esos efectos y, por consiguiente, pueden considerarse

suficientemente aproximadas a las que se producirán en la realidad. En conjunto, creemos que los cálculos efectuados suministran un orden de magnitud de las tensiones que juzgamos bastante para el estudio de la bóveda, teniendo, además, en cuenta que una mayor exactitud de cálculos se vería afectada por la mayor o menor aproximación de las hipótesis hechas, ya que, como sabemos, ni el material que forma la bóveda es homogéneo y elástico, ni la retracción, subpresión, peso propio, temperatura y deformación de cimientos supuestos coincidirán con los reales. Por estas mismas razones sería difícil efectuar un ensayo en modelo reducido acorde con la realidad, creyendo más interesante realizar un estudio, suficientemente completo, de las deformaciones de la bóveda y de sus cimientos, durante los tiempos de explotación de los embalses parciales que se produzcan, si se efectúa la construcción de la bóveda en varias etapas, lo que permitirá modificar las siguientes si aquellas lo muestran necesario, o, si se hace en una sola etapa, durante los períodos de explotación de los sucesivos embalses parciales que se logren llevando dicha explotación supeditada a estas mediciones durante el tiempo que las mismas lo aconsejen, en este último caso, no se podrán, prácticamente, corregir los defectos que puedan encontrarse en la obra, pero tiene, sin embargo, la ventaja de trabajar más de acuerdo con las hipótesis de cálculo, ya que en él se suponía el peso propio actuando sólo sobre las ménsulas, lo que se cumple en este caso y no en la construcción por etapas.

En los cuadros que resumen al final del anejo número 3 las tensiones principales, las tangenciales y las de deslizamiento efectivo máximo, obtenidas por el método abreviado de "cargas de prueba" para cargas de agua sin considerar subpresión, vemos que aparecen tracciones en el trasdós de arranques e intradós de clave de los tres arcos inferiores debidas al trabajo como arcos, y también tracciones en el

trasdós de la clave del arco inferior debido al efecto de la ménsula central. El criterio de resistencia de materiales de Mohr-Cauchy, que se verifica con suficiente aproximación en los de tipo frágil, considera la rotura de los mismos dependiente solamente de las dos tensiones principales extremas, diciendo que aquella se producirá si el círculo de Mohr correspondiente a esas dos tensiones principales corta a la curva intrínseca de resistencia del material, obtenida como envolvente de los mayores círculos de Mohr para todos los estados límite posibles de dicho material. Teniendo en cuenta el coeficiente de seguridad, se deduce de esta curva intrínseca de resistencia la curva análoga de resistencia de trabajo del material, que no debe ser cortada por los círculos de Mohr correspondientes a las tensiones principales de trabajo calculadas, si la bóveda tiene los coeficientes de seguridad previstos. Al aplicar este criterio a las tensiones principales obtenidas, resumidas en los cuadros antes citados, considerando, además, que aumentarán las tensiones de tracción al añadir el efecto de la temperatura, vemos que el trasdós de arranques e intradós de clave de los tres arcos inferiores y el trasdós de clave del arco inferior no trabajan con los coeficientes de seguridad supuestos, por cortar los círculos de Mohr correspondientes a sus tensiones principales extremas a la curva intrínseca de resistencia de trabajo del hormigón, siendo probable su fisuración. Por esta razón, y siguiendo el método habitual en estos casos, se estudian en el Proyecto las nuevas tensiones que se producen, en estos arcos y la ménsula central, al prescindir de las zonas solicitadas a tracción por considerarlas fisuradas y, por tanto, sin contribuir a la resistencia. Las tensiones en la ménsula se calculan entonces por el método de "ajuste en clave", considerando fisurada su base y actuando cargas de agua con subpresión y descenso de temperatura, obteniéndose valores admisibles. En los tres arcos inferiores, de manera análoga, se suponen aplicados los esfuerzos producidos por las

cargas de agua sin subpresión, obtenidos por el método abreviados de "cargas de prueba", a sus arcos interiores añadiendo los efectos que sobre estos produce la temperatura, apareciendo sólo cargas de compresión y encontrándose así la máxima en la bóveda, que se produce en el trasdós del arco a la cota 550. Las tensiones así obtenidas son correctas dentro de los márgenes de aproximación debidos a las hipótesis y métodos de cálculo, y cumplen el criterio de Mohr-Cauchy con los coeficientes de seguridad previstos, excepto en el trasdós de la clave del arco inferior en que, por coincidir dicho trasdós de clave con el del arco interior, las tensiones de compresión allí obtenidas en planos verticales se producen juntamente con tracciones elevadas en planos horizontales debidos al efecto de la ménsula central en el trasdós de su base. Sin embargo creemos que, como las tensiones de compresión que se producen en el arco interior inferior, por efecto arco, no son muy elevadas, podrá modificarse dicho arco interior separando su clave de la zona en que se producen tracciones en la base de la ménsula, por efecto ménsula, y obtenerse entonces compresiones admisibles, coincidentes con tensiones de compresión producidas por el efecto de la ménsula central.

Los coeficientes de seguridad de la presa están basados en la relación entre la tensión máxima hallada en la bóveda, como antes se dice, y la resistencia del hormigón colocado en la misma a los veintiocho días, y en el incremento que dicha resistencia experimentará con el tiempo y concretamente al año. En el Pliego de Condiciones se fija la resistencia, bastante elevada, que debe alcanzar el hormigón a los veintiocho días, suponiendo ésta en el caso más desfavorable un coeficiente de seguridad de 2,7 y esperando que el aumento de dicha resistencia al cabo del año eleve ese coeficiente hasta 4,5. Para comprobar esto creemos conveniente que se estudie, en primer lugar, sobre probetas, con el árido y cemento que se usen en la presa, y en condiciones de todo tipo

análogas a las que se observarán en ella, la variación de resistencia que experimenta el hormigón entre veintiocho días y el año, y, en segundo lugar, extrayendo alguna probeta de la presa, que se compruebe su resistencia en relación a su edad, preferiblemente al año de fabricada.

Se ha observado que no se hace ningún estudio o consideración respecto a la variación de tensiones que puede provocar la galería de visita y exploración, ubicada en el zócalo, ni la de drenaje, situada en el estribo de gravedad, ni, incluso, los conductos de toma. Por ir la galería de visita del zócalo próxima a zonas de tracciones, y en zona de compresiones bastante elevadas, creemos que sería prudente armarla, y, también, para evitar concentraciones de tensiones, redondear sus esquinas modificando un poco su sección transversal. También podría ser prudente el armado del hormigón que forma la galería de drenaje del estribo de gravedad e incluso del que rodea los conductos de toma. Creemos que esto no produciría prácticamente aumento del presupuesto.



Adolfo Cañas Barrera *Ingeniero*
(Foto cedida por la familia del presista)

Acerca de los puntos más destacados del proyecto de la presa con relación al Informe Geológico de 1958 (02.04.60)

En un informe con fecha de 2 de abril de 1960, y de autores desconocidos, acerca de los puntos más destacados del proyecto de la presa con relación al Informe Geológico realizado por el Ingeniero José Luis Fernández Casado (diciembre de 1958), se indica que *en la Memoria del Proyecto se habla del Informe Geológico y se apoya en el mismo.....para lo que les conviene (establecer una presa bóveda.....).*

En este informe se destacan los siguientes puntos:

- 1.- Sobre la galería de fondo de 25 m en la roca se indica que *tal vez fuese más conveniente elevar un poco esta galería con objeto de que estuviese siempre practicable sin necesidad de bombeo.*
- 2.- Respecto a las demás galerías que se mencionaban en el Informe Geológico de 1958, en el Informe de abril de 1960 se señala que *no hay referencia en el proyecto.*
- 3.- Que *la presa tiene suficiente sección para poder establecer galerías en diferentes planos, pero si esto no se juzga conveniente, no se debe prescindir de las galerías en las laderas.*
- 4.- Sobre las juntas, se indica que el proyecto recoge que *se inyectarán para ir estableciendo los embalses parciales y que será necesario ejecutar esta operación repetidas veces, por lo se añade en el Informe lo siguiente: el dispositivo que siguen para esto no lo vemos muy claro.*

5.- Que en el proyecto *no se dice nada* de los conductos de seguridad en la masa de la presa, para añadir: *lo creemos bastante interesante ya que permitirían un mayor control del hormigón. Y que al hablar de drenajes (pliego de condiciones) parece que se refieren sólo al tramo entre la galería inferior y roca, disponen tubos porosos de 30 cm de diámetro, disposición que creemos errónea.*

A pesar del título que tiene el informe, lo que realmente destaca de su lectura son los comentarios que acerca del Proyecto de 1959 se aportan al final, y que resultan muy interesantes de cara a los acontecimientos posteriores en la historia de la construcción de la Presa de Soria.

Así pues, los desconocidos autores del Informe de abril de 1960 añadieron al final del mismo lo siguiente:

En el cálculo de la presa, se ha tenido en cuenta el efecto de la subpresión en las ménsulas. Se consideran dos tercios de la carga de agua. Parece más lógico no haber establecido reducción.

En el cálculo de los arcos no se tiene presente el efecto de la subpresión (por lo menos así lo creo).

Resultan cargas relativamente fuertes (75 Kg por cm²) admitiendo la hipótesis arco interior y cierto fisuramiento en las ménsulas.

Considerando la acción de la subpresión más de acuerdo con la realidad, es probable que las cargas máximas resulten algo más elevadas.

Respecto a la temperatura se parte de datos recogidos en el Aeropuerto de Gando y en el Puerto de la Luz, lo que no parece que puedan estar muy de acuerdo con los del lugar de ubicación de la presa.

También, en el estribo artificial se considera una subpresión de 0,60. Dispone de una galería que en cierto modo se podría conseguir aminorar los efectos de la misma siempre que se dejasen conductos prolongados por sondeos.

Informe geológico acerca del Proyecto de 1959

A propuesta de la Sección de Concesiones de la Comisaría Central de Aguas, el Ingeniero de la Jefatura de Sondeos, Cimentaciones e Informes Geológicos, José Luis Fernández Casado, redactó un Informe Geológico sobre el Proyecto de 1959 que tiene fecha de 22 de abril de 1960.

Tras una breve introducción, donde se insiste que en el Informe Geológico realizado a finales de 1958 se recomendaban *una serie de reconocimientos que podrían efectuarse durante la marcha de los trabajos, dada la importancia de la obra*, Fernández Casado basa su informe sobre el Proyecto en los siguientes puntos: galería de fondo, galerías intermedias, juntas transversales, estribo artificial, desagüe de fondo y algunas cuestiones sobre el control y vigilancia de la presa.

Los reconocimientos propuestos se orientan, no sólo a investigar posibles accidentes, sino también a establecer una continuidad orgánica y estructural entre fábrica y terreno, de manera que pueda observarse el comportamiento de la obra en todo momento (construcción o en cualquier etapa de la explotación) y poder rectificar en caso necesario.

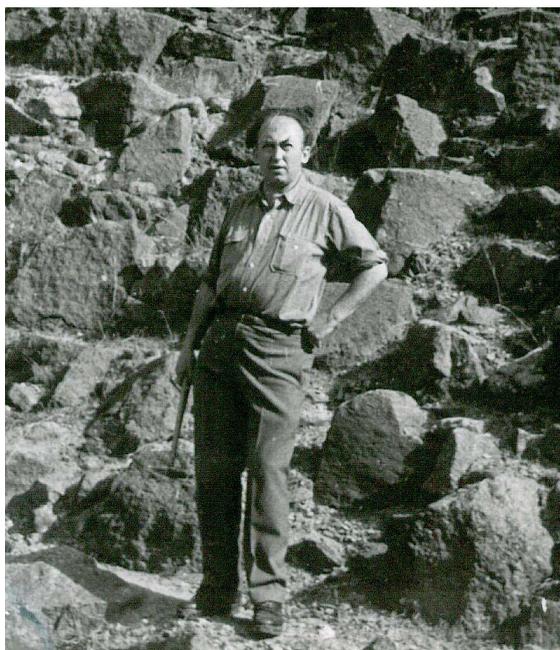
José Luis Fernández Casado, 1960

Respecto a la galería de fondo, Fernández Casado escribe que la misma, *prolongada en las laderas, es elemento fundamental de la presa, ya que permite de una manera inequívoca averiguar si existen fracturas en la roca con pie a la altura del cauce, y que en el reconocimiento de la roca del cauce, es necesario establecer un control que permita la observación del comportamiento de la cimentación en cualquier periodo de explotación del embalse.* Posteriormente señala que deben introducirse unas modificaciones que no afectan a la estructura del proyecto y que son fácilmente realizables, como la de elevar un poco la galería, prolongarla en el terreno y complementarla con una serie de sondeos.

Por lo que respecta a las galerías intermedias, indica que *el sistema de seguridad y vigilancia que establece la galería inferior, debe extenderse a todas las zonas de la presa; para añadir a continuación de que en los Servicios Geológicos son partidarios de establecer la continuidad de una galería entre las dos laderas prolongando la galería en el interior de la fábrica (galerías a diversos niveles en presas bóvedas son relativamente*

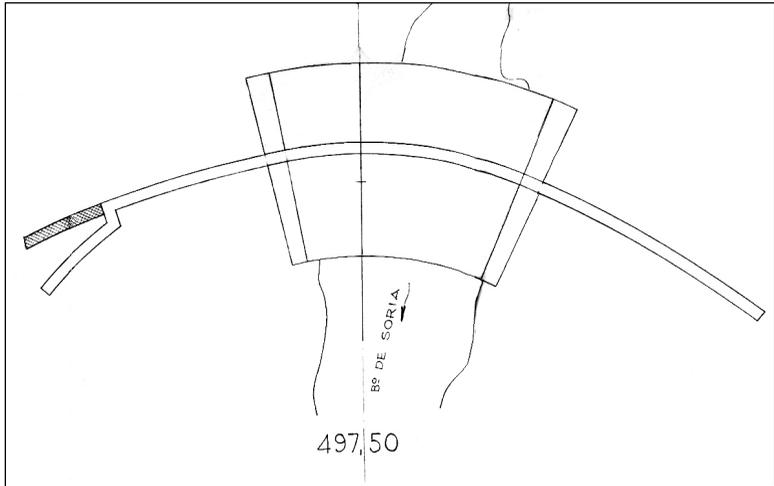
corrientes), frente a una pasarela adosada al paramento de agua abajo de la presa.

Esta última propuesta que introduce Fernández Casado en el informe se debe a que las galerías intermedias por el interior permitirían de una manera efectiva el control de la permeabilidad de la fábrica, y en caso necesario corregirla, o bien *detectar cualquier fisura que se produzca accidentalmente*. Respecto a la subpresión, se consigue un aminoramiento de su acción.

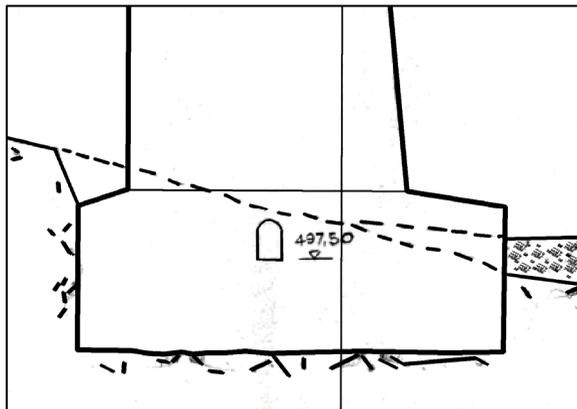


José Luis Fernández Casado *Ingeniero*

**El *maestro de presas* en la antigua Presa de San Lorenzo (Martín),
con el objeto de velar por la seguridad de las presas españolas (1964)
(Foto Vigilancia de Presas)**

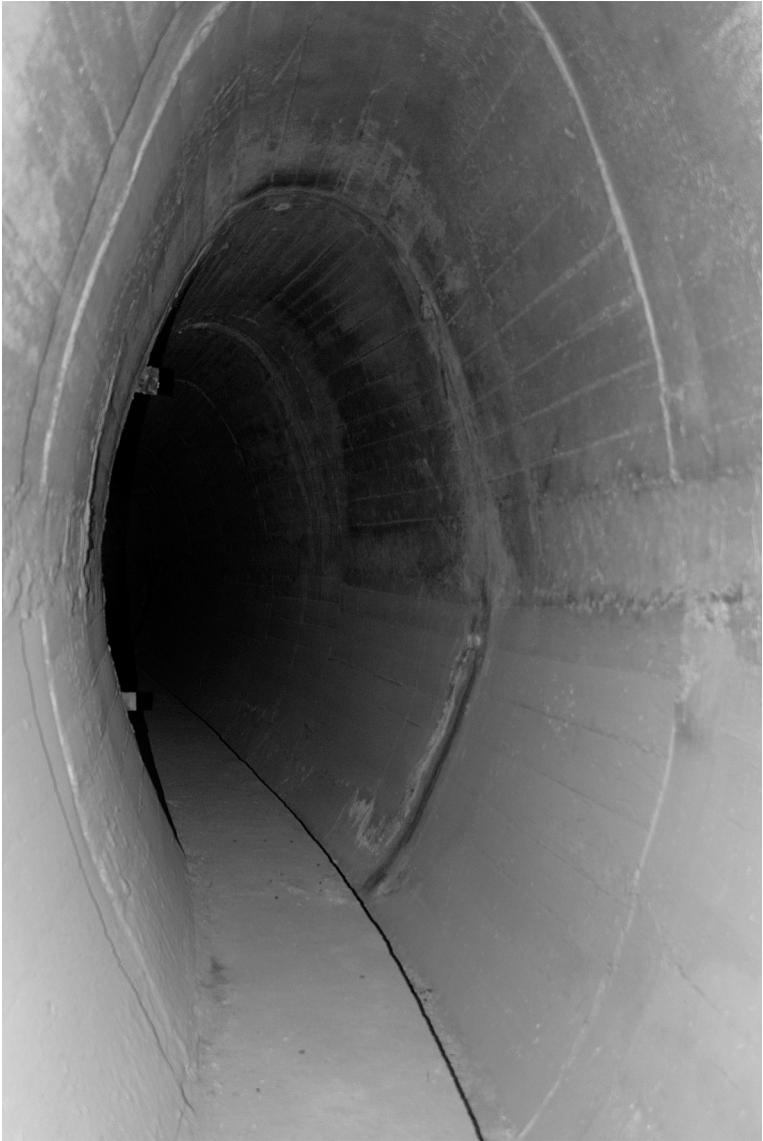


Galería de fondo (Sección horizontal)



Galería de fondo (Detalle sección vertical)

(Modificado. Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)



Galería intermedia superior (Foto Jaime González)

Tras los breves comentarios que añade sobre las juntas transversales y el estribo artificial, José Luis Fernández Casado termina el informe señalando para el desagüe de fondo, que es de *importancia capital para el control de embalse desde el punto de vista de su seguridad, garantizar el funcionamiento del desagüe de fondo o en su defecto el de uno intermedio a cualquier nivel del embalse.*

Por último, incluye que *sería interesante disponer de péndulos para medir directamente las deformaciones de la obra*, así como el de estudiar la instalación de un montacargas que facilitara la observación y vigilancia de la presa.

Observaciones al proyecto de presa (Noviembre de 1960)

En otro informe de 1960, se aportan importantes observaciones al Proyecto de 1959, entre las que hay que destacar la que indica que *los cálculos efectuados parecen excesivamente simplificados tratándose de un proyecto de ejecución y no un simple anteproyecto. En efecto, hacen las siguientes simplificaciones:*

- 1.- No han tenido en cuenta los ajustes tangenciales y de torsión.
- 2.- Sólo han considerado la posibilidad de fisuración de la ménsula central.
- 3.- Engloba el efecto de los terremotos en el de las avenidas.

4.- En el ajuste de ménsula central no tienen en cuenta las cargas concentradas en arranque de los arcos.

5.- En el cálculo general no calculan las características elásticas de los arcos sino que las obtienen a base de interpolaciones en las tablas que tiene el Bureau of Reclamation.

A estas simplificaciones, el desconocido autor indica que la primera y la tercera las considera justificadas; en cuanto a la segunda, que *al menos, a priori no es imposible que sea de peores efectos la fisuración en un lateral*; en la cuarta que *deberían haber tenido en consideración la transmisión de esfuerzos de la ménsula que descansa sobre el arranque*; y para la quinta, que *no parece admisible para la presa definitivamente aceptada el basar los cálculos en datos tan inciertos como son los obtenidos en la interpolación de las tablas del Bureau of Reclamation, de los que pueden derivar, y de hecho seguramente derivarán, discrepancias notables entre los resultados que tienen obtenidos y los que habrían aparecido siguiendo unos cálculos más correctos.*

En resumen estimamos que debería abordarse nuevamente un cálculo más correcto de la presa para llegar a la solución que haya de ejecutarse, incluyendo también el modelo reducido. Además un estudio más serio permitiría llegar también a menores tensiones de trabajo.¹

¹ Todo apunta a que este informe fue realizado por Fernández Casado

Así pues, parece que estas observaciones pueden haber sido hechas por el Ingeniero Fernández Casado. En una Nota Informativa de 1968, el Ingeniero de Vigilancia de Presas Manuel Alonso Franco señaló que fue Fernández Casado el que denunció, para la Comisión de Normas de Grandes Presas, *las cargas excesivas a que está sometida la estructura en comparación con realizaciones similares de Italia, y recomendaba la comprobación de este extremo por medio de un cálculo más afinado o por medio de un modelo elástico.*

Con fecha de 30 de noviembre de 1960 la Comisión de Normas de Grandes Presas llega a las siguientes conclusiones:

1.- La presa bóveda elegida está bien concebida y bien encajada en el terreno, siendo aceptables las incidencias con las laderas, y la naturaleza de la roca de cimentación es de buena calidad.

2.- Se ha efectuado el cálculo con bastante rigor mediante el ajuste radial entre 6 arcos y 9 ménsulas.

3.- Se llega después de los cálculos a tensiones máximas que son alcanzables por los hormigones que se pueden fabricar en España.

4.- Las simplificaciones adoptadas en los cálculos, unido a las tensiones extremas resultantes (de 65 a 75 Kg/cm² de compresión y de 15 a 25 Kg/cm² de tracción) por un lado, así como la comparación con las cargas máximas (unos 50 Kg/cm² de compresión y 8 Kg/cm² de tracción) que presentan otras presas análogas como Lumiei y

Santa Giustina, en Italia, por otro parecen dar a entender que sea posible llegar a tensiones de trabajo del hormigón menos exigentes.

5.- La comprobación de esta posibilidad resulta conveniente por medio de un cálculo más afinado o por medio de modelo.

6.- Debe revisarse el Pliego de Condiciones.

7.- También parece conveniente prever para la obra, la instalación de un ascensor, así como la conveniencia de algún armado de la presa, cálculo e influencia del estribo, de los conductos, conveniencia de galerías y necesidad de instalaciones de instrumentos para la medida de deformaciones, etc.

El escrito de la Comisión finaliza añadiendo que *las innovaciones que se proponen no son del todo esenciales y podrían ser impuestas como prescripciones en la concesión.*

Finalmente, el Proyecto de 1959, el de una presa bóveda de 120 metros sobre cimientos ubicada a la entrada del cañón del Barranco de Soria, fue autorizado en Madrid el 28 de enero de 1961 por la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas.

De las catorce condiciones impuestas por la resolución del Ministerio, destacan la primera, la tercera y la cuarta. La primera porque se dice que *las obras se ajustarán al proyecto que ha servido de base a la petición*; la segunda porque *la inspección y*

vigilancia de las obras e instalaciones, tanto durante la construcción como durante la explotación del aprovechamiento, estarán a cargo de la Comisaría de Aguas de Canarias; mientras que en la cuarta condición se indica que durante la ejecución de las obras se observarán doce prescripciones, entre las que se incluyen todas las que fueron propuestas por la Comisión de Normas de Grandes Presas en diciembre de 1960.

A tenor del párrafo anterior, hay que destacar que en 1968, el Ingeniero de Vigilancia de Presas don Manuel Alonso Franco escribiría en una *Nota sobre la Presa de Soria que el proyecto fue aprobado (28 de enero de 1961) con una serie de recomendaciones más que prescripciones.*

Con la aprobación del proyecto por parte del Ministerio de Obras Públicas en enero de 1961, la Comunidad La Lumbre convocó en febrero de ese mismo año un concurso de ámbito nacional con objeto de contratar la construcción de la presa. En el pliego de bases que regiría en el Concurso y la Contrata de las obras de la presa, se indicó que *la ubicación de las obras es en el Barranco de Soria, término municipal de San Bartolomé de Tirajana (Gran Canaria), y es accesible por una pista de unos 25 Km, en gran parte propiedad del Concesionario, cuya utilización cederá gratuitamente al Constructor. La pista arranca de la carretera general de Las Palmas a Maspalomas en un punto que dista unos 66 Km de Las Palmas.*

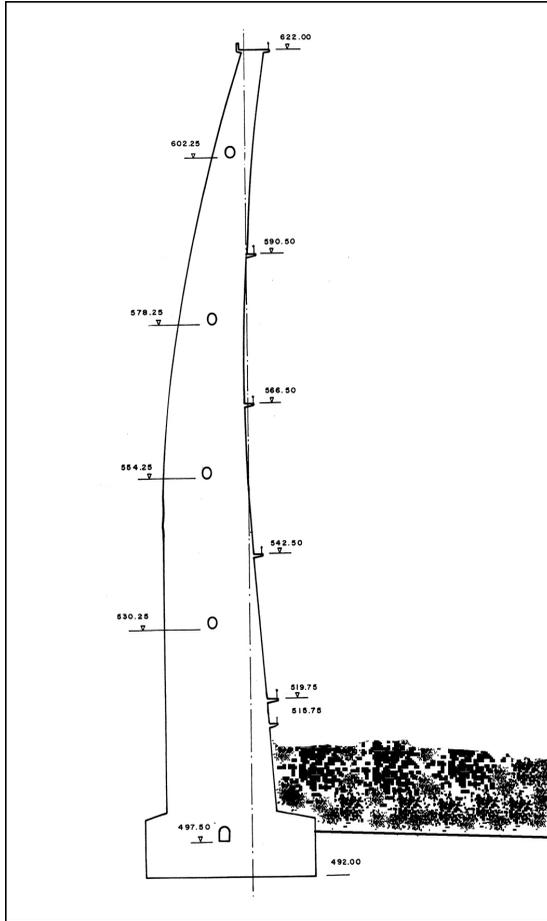
Hay que indicar que la ubicación de las obras en el barranco también formaba parte del término municipal de Mogán, mientras que la pista de acceso a la cerrada del Barranco de

Soria, para la construcción de la presa junto a la Vista de Soria, arrancaba desde la carretera general C-812 a su paso por el tramo final del Barranco de Arguineguín (K66).

En el apartado de ejecución de las obras del pliego de bases, se le exige explícitamente al Constructor que *disponga a pie de obra de un Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos con experiencia en esta clase de trabajos*; y que *cuidará a sus expensas de la policía y limpieza de las zonas de ocupación para la ejecución de las obras, y a la terminación de éstas, será obligación suya limpiar la obra de escombros y materiales sobrantes.*



escombros y materiales sobrantes en el cauce (Foto Jaime González)



Perfil tipo. Presa y *escombros* (Modificado)

La potencia de *escombros* y *materiales sobrantes* sobre el cauce natural puede ser de unos 15 metros a pie de presa. Aguas abajo este gran depósito de hormigón y rocas se extiende unos 200 metros. En mi opinión, este fenómeno espacial forma una parte muy importante de la historia de la construcción de la presa. Otro *yacimiento* de historia.

Las obras de la presa dieron comienzo en junio de 1961, pero no se nombró como Director de la Obra al Ingeniero de Caminos don Saturnino Alonso Vega hasta el 7 de diciembre de 1962.

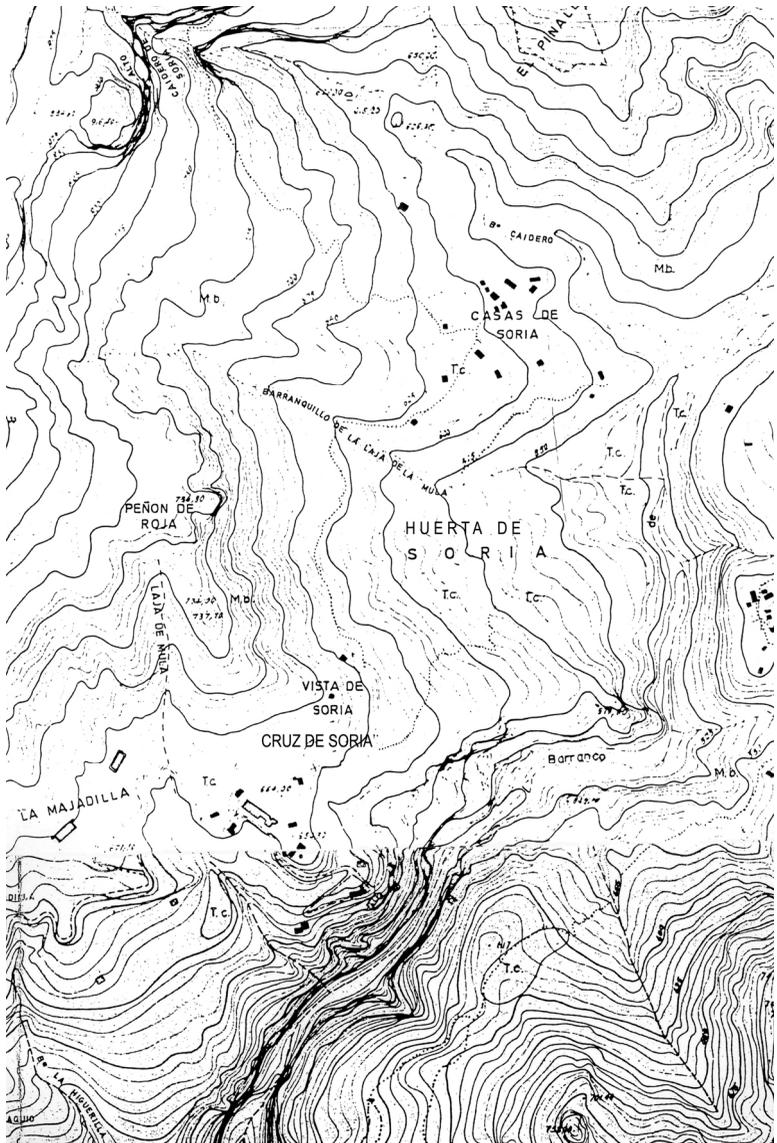
El 14 de octubre de 1961 don Fermín Monzón Barber escribiría que *la segunda etapa, cuya realización se ha comenzado este año, comprende principalmente la ejecución de la presa bóveda de 130 ms. de altura desde cimientos.*



La presa desde aguas abajo (Foto Jaime González)



Inicios de la construcción: silo de áridos y excavaciones
Año 1962 (Foto Comunidad La Lumbre)



Toponimia y localización de las obras de la Presa de Soria (1962)
 (Modificado. Se han añadido los nombres Huerta de Soria y Cruz de Soria)



Instalaciones de obra (enero de 1962 – GRAFCAN)

En la foto aérea de 1962 se observan las instalaciones de obra de la Presa de Soria. Destacan las edificaciones; la pista de tierra de acceso al silo de áridos; el camino de acceso al cauce; El Tanque; y la grúa Derrick venteada de la margen derecha. Además, también podemos ver los dos caminos que parten de la *Cruz de Soria*, uno en dirección a la Huerta de Soria y el otro que desciende hacia las casas de Lomo del Conejo.

Informe acerca de las excavaciones para la cimentación de la Presa de Soria en la isla de Gran Canaria (1962)

Con motivo de la cuarta prescripción de la resolución por la que se autorizó en enero de 1961 a la construcción de la Presa de Soria, respecto a la *excavación correspondiente al zócalo o tapón de fondo y la perforación de galerías de exploración de las laderas*, el Servicio Geológico de Obras Públicas (S.G.O.P.) designó al Ingeniero de Caminos don Federico Macau Vilar para que realizase una **visita de reconocimiento al terreno** de cara al estado de las excavaciones de la cimentación de la presa.

La visita a las obras fue realizada en compañía del Ingeniero de Caminos don Saturnino Alonso Vega, de los Servicios Hidráulicos de Canarias.

En el Informe acerca de las excavaciones para la cimentación de la presa, con fecha de marzo de 1962, Macau aporta al principio una interesante síntesis sobre las características de la obra.

CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA según Macau Vilar

El embalse creado por la presa de Soria tendrá una capacidad de 26.000.000 m³

La presa proyectada es del tipo bóveda con una altura de 122 mts sobre el cauce y 130 mts incluidos los cimientos. Las directrices de los arcos son circulares y su espesor constante.

Las excavaciones se calculan en un total de 45.670 m³ en roca y de unos 3.000 en acarreos.

El volumen de hormigón previsto es de unos 9.000 m³ en cimientos y otros 145.000 m³ en el cuerpo de la presa.

El espesor máximo en la base es de 16,91 m.

En el estribo izquierdo se ha proyectado un aliviadero de superficie de 23 mts de longitud, por el que con una altura de lámina de agua de 2 mts podrá desaguar un caudal de 220 m³/seg.

De los cálculos del proyecto, se deduce que, las máximas tensiones a que estará sometido el hormigón son de 65 a 75 Kg/cm² a compresión y de 15 a 25 Kg/cm² a tracción.

Posteriormente, Macau plantea que por el aspecto externo del terreno en los frentes de excavación abiertos, para la cimentación de ambos estribos, se observan diferencias bastante acusadas del uno al otro. Mientras el estribo izquierdo, presenta una relativa compacidad y uniformidad, en el derecho, aparece una mayor abundancia de diaclasas, líneas de fractura y juntas, casi todas ellas rellenas con una fina película de arcilla, con evidentes señales de haber habido circulación de agua a través de las mismas. Algunas de estas diaclasas están abiertas.

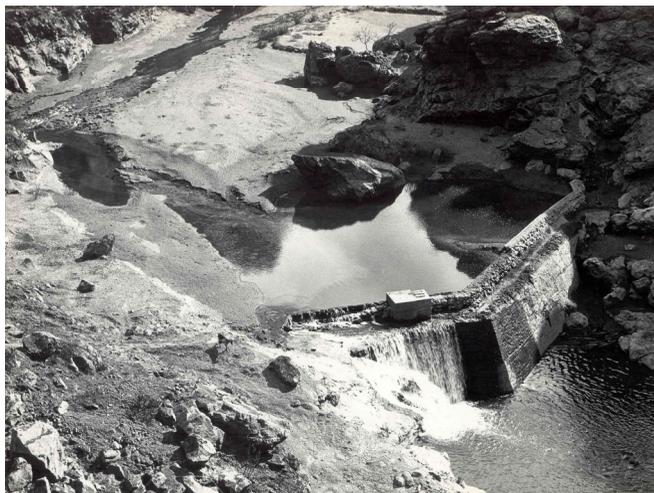
Finalmente, Federico Macau Vilar indica en las conclusiones del informe lo siguiente:

- *que hay que dedicar especial atención a la margen derecha;*
- *que interesa que se realicen pruebas de impermeabilidad para comprobar el estado y comportamiento de las diaclasas, juntas y superficies de contacto y roturas;*
- *que conviene comprobar el efecto de cosido que las inyecciones de cemento en las laderas, especialmente en la derecha, pueden conseguir entre los bloques en que se haya dividida la masa rocosa que las constituye;*
- *que recomienda el levantamiento de un plano de diaclasas;*
- *que hay que tener en cuenta la existencia de las zonas alteradas que presenta la roca en las laderas;*
- *que se deben obtener probetas orientadas de acuerdo con la dirección de los esfuerzos que ha de soportar a las diversas alturas afectadas por la obra;*
- *que para el control y vigilancia del comportamiento del terreno y de la obra, conviene establecer cuanto antes una red geodésica que enlace las zonas afectadas por las obras y por el vaso con bases fijas convenientemente situadas;*
- *que dado el carácter ácido y la composición de las rocas no puede aceptarse directamente el establecimiento de la cantera para los áridos del hormigón en cualquier sitio sin haber antes estudiado y comprobado la acción que los elementos silíceos*

activos que contienen, pueden ejercer sobre el tipo de cemento que se vaya a emplear;

- y que no existiendo hasta el presente más galerías que la formada por el túnel de desviación del barranco, se procure establecer el sistema previsto cuanto antes.

En una Nota escrita a mano encontrada en el Informe, el autor escribió la palabra *Nada* sobre el asunto de la margen derecha; que de la mayoría de las conclusiones se ocuparía el Servicio Geológico; que era *necesario buscar el plano topográfico de conjunto y situar en el las diaclasas*; que de la red geodésica se ocuparía Alfonso Díaz Agero (Comisaría de Aguas de Canarias); y que el tema de las galerías estaba en marcha. También añadió el siguiente comentario: *hay que facilitar el acceso.*



Depósito provisional de agua para la obra

(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

1.^o Nota
2.^o Se ocupa el Servicio Geológico
3.^o Se ocupa el Servicio Geológico
4.^o Es necesario buscar el plano topográfico de
conjunto, situar sobre el de draceros,
→ 5.^o Tomar muestras, hacer estudio petrográfico. ←
6.^o La toma de muestras se realiza el Servicio Geológico
se mandare a analizar. La segunda parte
hay que pedir parte a Fernando, Baldo. →
Laboratorio central.
7.^o Se va a ocupar Alfonso Díaz Alfo de la Comisión
de Durcor sobre los andenes, darlos a Marcan.
Manda hacer otros de más.
8.^o Esta en marcha, hay que facilitar el acceso.

Fotografía para Marcan
Preparar obra de interés interviene
el Servicio Geológico
Preparar informe del túnel. ←
Sacar proyecto cubos de la primera
amanda del fondo, de la primera
amanda de la central.

Nota encontrada en el interior del Informe de Macau de 1962
(Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)



④ ASPECTO DE LAS DIACLASAS EN LOS FRENTES DE EXCAVACION.

Foto tomada por Federico Macau Vilar en 1962
(Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)

Sin embargo, algunas diaclasas están abiertas, y aparte de los inconvenientes que ello pueda representar desde el punto de vista mecánico, hay que tenerlo también muy en cuenta, al considerar la impermeabilidad requerida para el conjunto.

Es ilustrativo a este respecto el caso de una diaclasa observada en la roca de la margen derecha en el fondo del cauce a poca distancia aguas arriba del punto de ubicación de la presa.

En la foto n° 4 ofrecemos un detalle del aspecto de otra de estas diaclasas (estribo derecho).

Federico Macau Vilar, 1962

“la presa sólo pierde por los riscos”



Don Juan Ramírez (Foto Jaime González)

Geografía humana de un hombre que ha estado junto a la Presa de Soria desde su construcción. Esta foto fue tomada el 23 de enero de 2010 en el interior de la galería superior, durante una visita de reconocimiento ocular de la presa por parte del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don Carlos de Bethencourt Gallego y del que suscribe. *Estar en la imagen.*



Galería en roca con diaclasas (estribo derecho, cota 602,25)
(Foto Jaime González)

Acta de Reconocimiento de la Presa de Soria (1963)

El 18 de abril de 1963 se reunieron en la Presa de Soria don Alfonso Díaz Agero, en representación de la Comisaría de Aguas de Canarias; el Ingeniero don Federico Macau Vilar, en representación del Servicio Geológico del Ministerio de Obras Públicas; don Fermín Monzón Barber, Director Gerente de la Comunidad La Lumbre; y el Ingeniero de Caminos don Saturnino Alonso Vega. Esta reunión en la cerrada se realizó para reconocer el estado de las excavaciones para los cimientos y las galerías de auscultación.

Según se recogió en el acta realizada por la Comisaría de Aguas de Canarias, *los representantes del MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS* autorizaron el hormigonado del tapón de fondo.

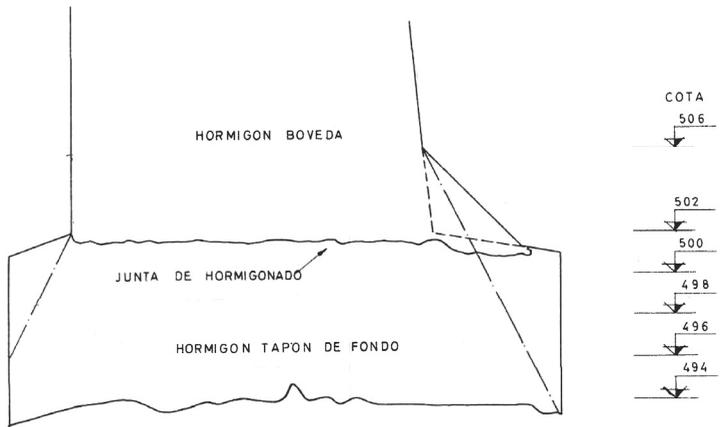


R.1354. Presa del Barranco de Soria. Tapón de fondo y bloque central. 11-1-64 (GRAN CAÑARIA)

(Fuente Vigilancia de Presas. Madrid)



excavación correspondiente al zócalo o tapón de fondo
Año 1963 (se observa la entrada de la galería en roca)
(Foto Comunidad La Lumbre)



El fondo de la Presa de Soria (Foto Jaime González)

1964 – 1972. VIGILANCIA DE PRESAS

La Sección de Vigilancia de Presas es el organismo encargado de velar por el cumplimiento de todas las disposiciones relativas a la seguridad de estas construcciones.

La Sección de Vigilancia está encargada de recoger las experiencias individuales para ponerlas al servicio de las obras futuras o al de posibles modificaciones de las existentes.

José Luis Fernández Casado, 1961

Presa de Soria. Una historia de Proyectos, Informes y Notas Informativas. Gran Canaria 1935 – 1972. En febrero de 1964 Vigilancia de Presas comienza su actuación con Soria.

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria del Barranco de Soria (Gran Canaria) en el mes de enero de 1964 (Sección de Vigilancia de Presas)

Soria fue una de las 17 presas que visitaron los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos don Manuel Alonso Franco y don José Luis Fernández Casado en enero de 1964, con el objetivo de *aumentar el grado de seguridad de las construcciones.*

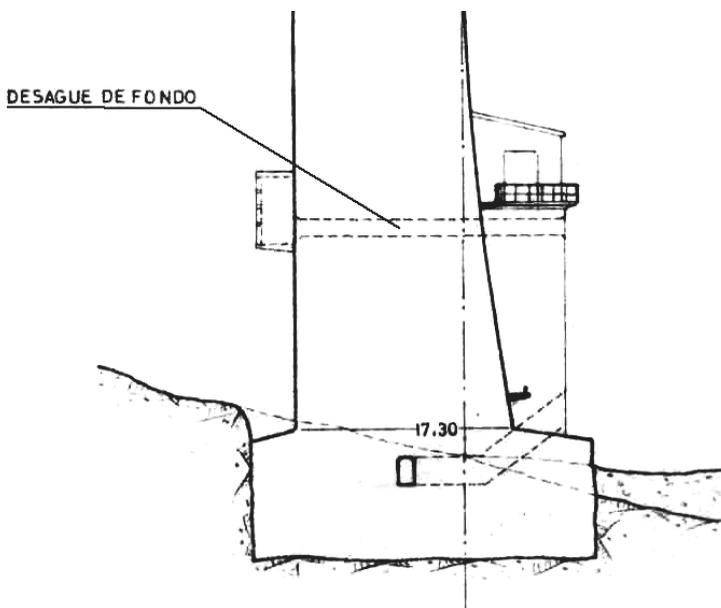
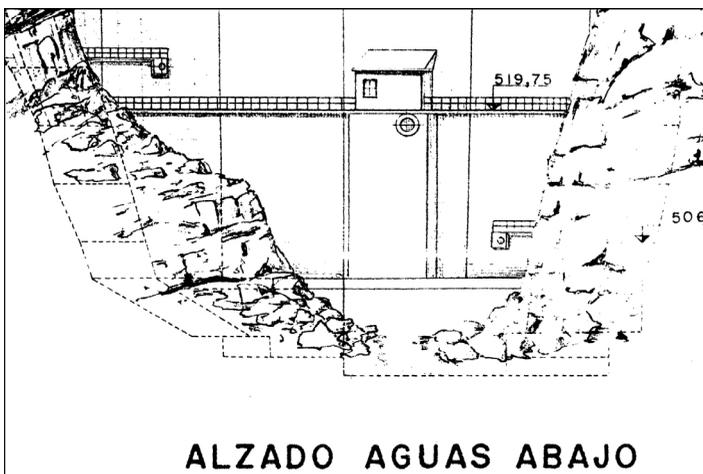
Las otras presas inspeccionadas fueron las de Tamaraceite, Martínón (San Lorenzo), Pintor, Piletas (Artiles), Marquesa, la *represa* del Pinto, la presa *moderna* del Pinto, Ayagaures, Chira, Cuevas Blancas, las dos presas escalonadas de Tenoya, Cuevas de las Niñas (Majada Alta), Caidero de la Niña, Parralillo y la cerrada de la que hubiera sido la Presa de Cazadores.



Reconocimiento. (Fuente Vigilancia de Presas. Madrid)

Las dos visitas a las obras de la presa se realizaron en compañía de don Alfonso Díaz Agero, como Ingeniero Encargado de la Comisaría de Aguas de Canarias; y de don José Luis Nistal, Ingeniero de la empresa constructora (Ramón Beamonte).

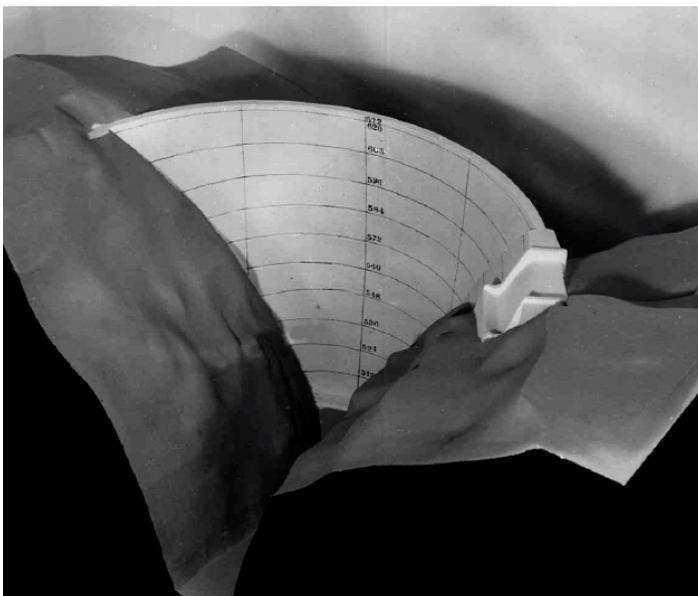
Como consecuencia de las visitas y del examen del Proyecto de 1959, el Ingeniero Manuel Alonso Franco realizó unos comentarios e impresiones sobre el desagüe de fondo, el estribo izquierdo, las juntas transversales, las inyecciones de las juntas, las galerías, los aparatos de control, las pruebas de permeabilidad, el enlucido de los paramentos, los accesos a la obra, la falla de aguas abajo y los hormigones.



El desagüe de fondo del Proyecto de 1959
(Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)

Sobre el desagüe de fondo comentó que *en la vigente Instrucción para proyecto, construcción y explotación de Grandes Presas se exige la instalación como mínimo de dos desagües de fondo para prevenir la avería de uno de ellos, y que dada la categoría de la presa que nos ocupa (estructura bóveda de 130 m. de altura) debe de cumplirse esta prescripción.*

Respecto al estribo izquierdo, Alonso Franco añadió que *en el plano de Secciones del mismo se aprecia que topográficamente este estribo queda mal encajado en el terreno. También indicó que ya se había deducido la conveniencia de modificar y agrandar dicho estribo como consecuencia del ensayo efectuado en modelo reducido.*



Uno de los dos modelos del ensayo (Fuente Vigilancia de Presas)

El ensayo en modelo reducido fue realizado en el Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción del M.O.P (Madrid), con fecha de 15 de marzo de 1963. El informe lo suscribían don Fernando de Arriaga, Jefe de la Sección de Presas y don Carlo Benito como Ingeniero Director del Laboratorio.

PETICIONARIO: Comunidad de Aguas de la Lumbre de las Palmas de Gran Canaria.

ENSAYOS SOLICITADOS: Determinación por medio de ensayos sobre modelo reducido, de las isostáticas y tensiones principales en los paramentos de una presa, y medida de res. corrimientos - en el paramento de aguas abajo, efectos, todos ellos, originados por empuje hidrostático.

Composición de las tensiones anteriormente determinadas, con las debidas a peso - propio facilitadas por el Peticionario.

Según el Peticionario, la presa ensayada corresponde al embalse del Barranco de Soria.

Las galerías situadas en el interior de una presa sirven como medio eficaz para el control y vigilancia de la misma (Alonso Franco, 1964).

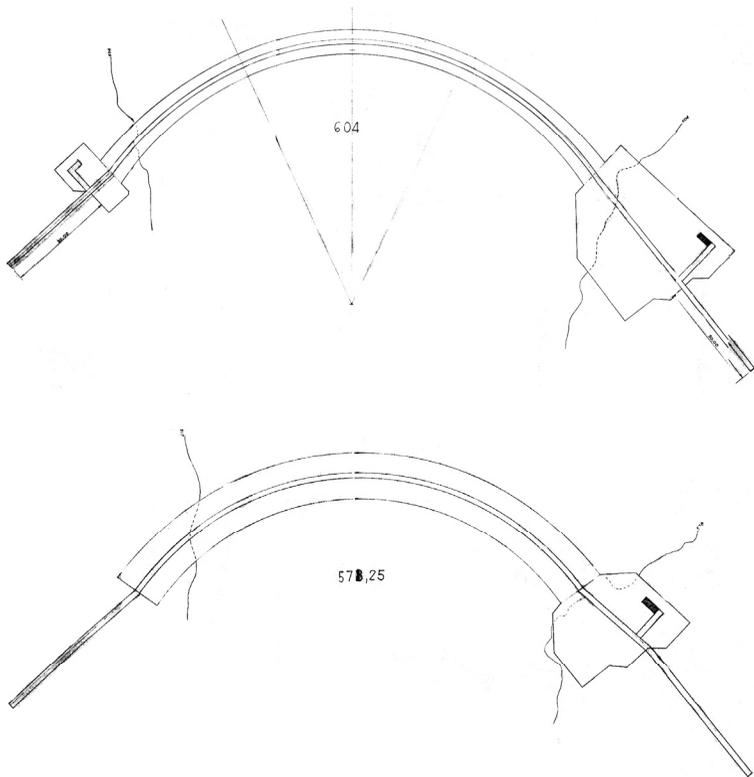
En este primer informe de Vigilancia de Presas también destacan los comentarios que Manuel Alonso Franco realiza sobre la prolongación de las galerías en el terreno, al suministrar *datos interesantes sobre la naturaleza del mismo*, y porque *sirven para su control y vigilancia durante el primer llenado del embalse*.

Hasta el año 2011, el nivel del embalse de la Presa de Soria sólo ha superado los 80 metros en varias ocasiones: en 1971 (83 mt); en 1979 (82 mt); en 1991 (89 mt.); y en marzo de 2010 (86 mt).



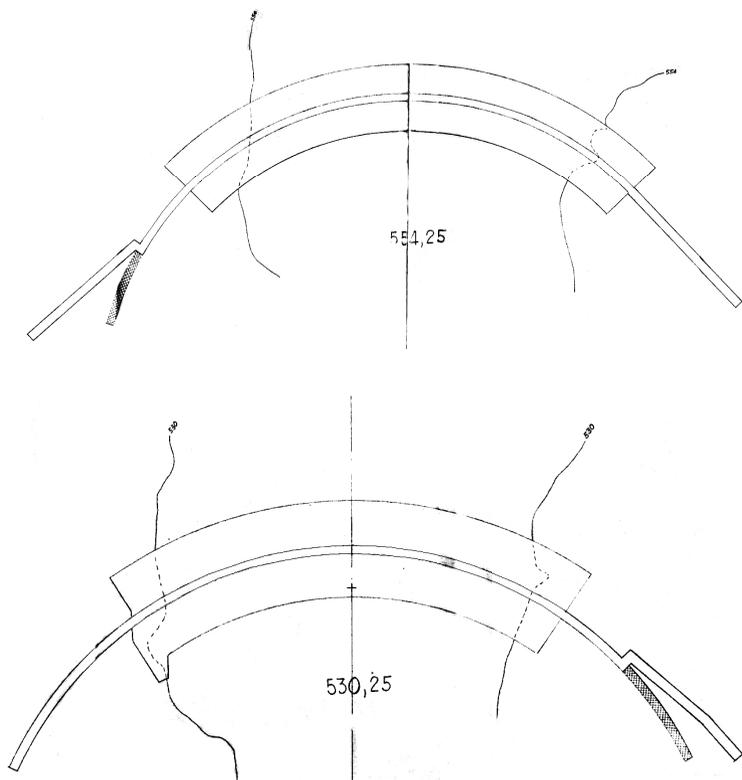
La Presa de Soria desde la Mesa de Soria (28 – 02 – 2010)
85,10 m de carga de agua (Foto Jaime González)

Alonso Franco continúa indicando en la Nota de marzo de 1964 que las galerías *efectúan también la importante labor de drenaje de las laderas; pero para que ello sea eficaz deben de situarse o dirigirse lo más agua arriba que se pueda. Si en una presa de gran curvatura en planta las galerías en el terreno siguen la prolongación continua de las del interior de la presa, como ocurre en la de Soria, el drenaje que efectúa en el macizo rocoso de la cerrada es poco eficaz pues se produce muy aguas abajo. La solución ideal en este tipo de presas se obtiene a base de quebrar la alineación de estas galerías en sus primeros metros del terreno para dirigirlas hacia agua arriba y disponer sus ejes aproximadamente en un plano vertical.*



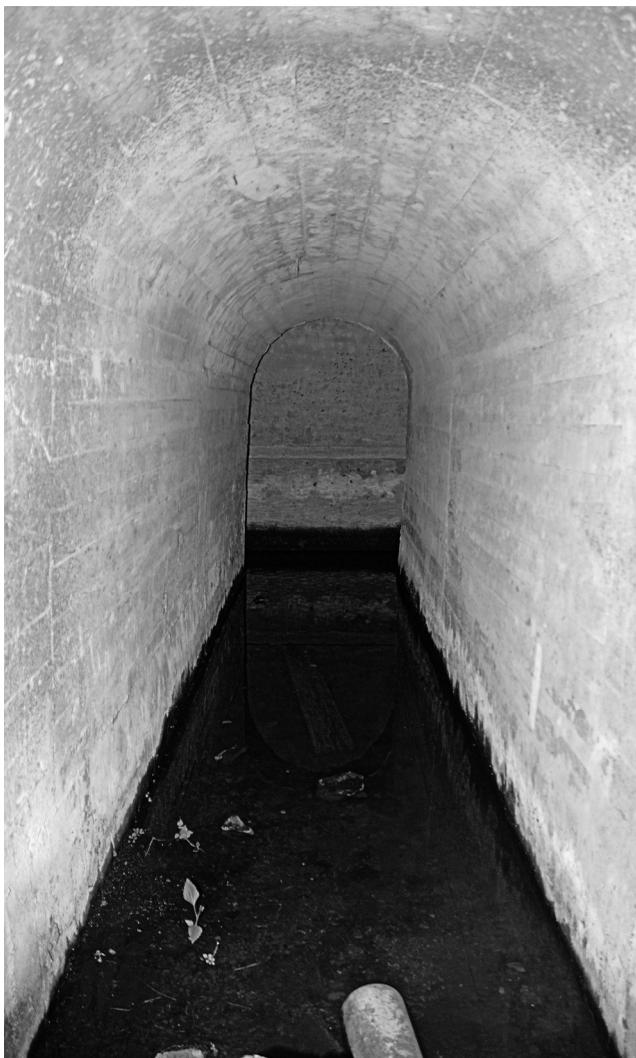
PRESA DE SORIA		
GALERIAS		
SECCIONES HORIZONTALES		
ESCALA 1:250	FECHA 23.08.66	Nº 4.03

Secciones de las galerías (1966)
 (Fuente Consejería de Obras Públicas y Transportes del Gobierno de Canarias)



...las galerías en el terreno siguen la prolongación continua de las del interior de la presa, como ocurre en la de Soria, el drenaje que efectúa en el macizo rocoso de la cerrada es poco eficaz pues se produce muy aguas abajo.

Manuel Alonso Franco, 1964



Entrada a galería con agua (cota 530,25)
(Foto Jaime González)

Al final de esta primera Nota Informativa sobre las obras de la Presa de Soria, don Manuel Alonso Franco determina la conveniencia de celebrar una reunión de los Ingenieros Projectistas con el personal técnico de la Sección de Vigilancia de Presas *para discutir y acordar* sobre los temas apuntados anteriormente.

El día 6 de abril de 1964 se celebró dicha reunión en la Dirección General de Obras Hidráulicas (Madrid). A la misma asistieron los Ingenieros Luis Fedriani, coautor del Proyecto de 1959; Federico Macau Vilar, del Servicio Geológico de Obras Públicas; y José Luis Fernández Casado y Manuel Alonso Franco de la Sección de Vigilancia de Presas.

Entre los diferentes puntos tratados, destacar que se determinó que se mantendría el desagüe de fondo y las tomas de agua previstas en el proyecto; que los autores del Proyecto se encargarían *de dibujar la situación que han de tener las galerías en su prolongación en el terreno*; y que debido al estudio sobre modelo reducido *se ha visto la necesidad de rigidizar el estribo izquierdo. De esta manera la estructura bóveda resulta más simétrica y hay un mejor reparto de cargas.*

También se acordó que el Ingeniero Director de la Obra don Saturnino Alonso Vega debía redactar mensualmente un *boletín de información* que se enviaría a la Sección de Vigilancia de Presas a través de la Comisaría de Aguas de Canarias. Por último, se dejó constancia en el informe de la reunión de *la demolición del hormigón ejecutado en el cuerpo de la presa*, así de que no parecía correcto que en la Dirección General no se

tuviese conocimiento de tal decisión ni de las causas que lo habían motivado.

En el Boletín Informativo de la Presa de Soria del primer trimestre de 1964, con fecha de mayo, Alonso Vega escribió lo siguiente sobre la *demolición del hormigón ejecutado en el cuerpo de la presa:*

MARCHA DE LA OBRA.

Durante este trimestre no se hormigonó - por encontrarse defectuoso el hormigón colocado en bóveda; se hizo un estudio sobre el hormigón puesto en la obra y cuyo control había sido erróneo por estar - la prensa de la Junta de Obras del Puerto descorregida. Se acompaña en el Anejo nº 2 un estudio sobre - este hormigón que dio como resultado la necesidad de picar el hormigón de la bóveda. Se comenzó el picado del hormigón de bóveda el día 9 de marzo de 1.964.

La obra estuvo prácticamente paralizada, - mientras se hizo una nueva campaña de ensayos para de terminar las características del nuevo hormigón.

-BOLETIN INFORMATIVO-
PRESA DE SORIA

1er. trimestre de 1.964.

Con anterioridad a la redacción del primer boletín informativo de las obras de la Presa de Soria, el Ingeniero don Saturnino Alonso Vega había escrito en una carta enviada a don Manuel Alonso Franco, y con fecha de 21 de marzo de 1964, que *lo que se está demoliendo es el hormigón de bóveda. Cuando estuvisteis os dije que estábamos consultando sobre la bondad del hormigón en algunos de los tajos y después de hacer múltiples ensayos de probetas sacadas “in situ”, se ha llegado a la conclusión de que no alcanza la resistencia que exige el Pliego de Condiciones, por lo que se está demoliendo esta parte del hormigón; quiero haceros saber que no ha habido gran divergencia con la contrata en este punto, lo que dice mucho a favor de Beamonte y una vez que ambos hemos visto que en algunos puntos se alcanza una resistencia de 180 kg/cm², sin mas se ha llegado a la conclusión de picarlo.*

Naturalmente ahora estamos convencidos de que hay que dar mayor margen de seguridad a la resistencia en las probetas y se pretende emplear hormigón que de en probetas 300 kg/cm², para lo que estamos introduciendo modificaciones en la granulometría, tipo de cemento y menor relación A/C empleando aireante.

Esta carta debió de llegar a manos de Alonso Franco días después de la reunión celebrada en la Dirección General de Obras Hidráulicas. Por eso a principios de abril la Dirección General no tenía todavía conocimiento de las causas que habían motivado *la demolición del hormigón ejecutado en el cuerpo de la presa de Soria.*



Escombros en el cauce producto de la demolición del hormigón ejecutado en el cuerpo de la presa (Foto Vigilancia de Presas)

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) el día 9 de abril de 1964 (Sección de Vigilancia de Presas)

*No basta que una presa sea concebida y realizada dentro de una técnica depurada; es preciso poder comprobar en todo momento que **lo imaginado** se cumple y, aún más, disponer de los medios que permitan rectificar si se considera conveniente, especialmente de los dispositivos, que en el caso hipotético de un estado de peligro, anulen automáticamente las posibles consecuencias. La vigilancia tiene en este aspecto un papel preponderante.*

José Luis Fernández Casado, 1961

El día 9 de abril de 1964 Fernández Casado realizó una visita a las obras en compañía de los Ingenieros Alfonso Díaz Agero y Saturnino Alonso Vega.

Según se expone al principio de la Nota Informativa, *el día de la visita estaba terminándose la demolición del hormigón colocado por encima del tapón de fondo (unos 3.000 m³).*

Como consecuencia de este hecho, Fernández Casado añade que *la presa que se construye exige hormigones de alta calidad (las cargas de trabajo alcanzan unos 75 kg/cm² a compresión y más de 15 kg/cm² a tracción) y en consecuencia excelente calidad de áridos y cemento, además de una esmerada fabricación del hormigón. Se ha estudiado la mejora de los áridos especialmente la arena y, así mismo, es posible emplear un cemento que de mayores resistencias.*

A continuación añade que *es posible llegar a tensiones límites más reducidas modificando la estructura de la presa*. En esos momentos Vigilancia de Presas no había recibido todavía los resultados de los ensayos en modelos reducidos, por lo que Fernández Casado plantea cuatro *recomendaciones*, entre las que hay que destacar la PRIMERA:

Antes de reanudar el hormigonado se presentará un estudio de las modificaciones a introducir en el proyecto, con el fin de reducir las cargas límites, procurando que las compresiones máximas no rebasen 60 kg/cm^2 y las tracciones 10 kg/cm^2 . En todo caso las tensiones resultantes deben ajustarse a la Instrucción vigente. Debe presentarse, igualmente, el estudio comprobativo en modelo reducido.

En el Boletín Informativo del segundo trimestre de 1964 se escribió lo siguiente sobre la *marcha de la obra*:

Hasta el 23 de abril de 1.964 se continuó con la demolición de la bóveda. (Se había empezado dicha demolición - el 9 de marzo de 1.964-véase boletín informativo 1er. trimestre).

El día 30 de abril de 1.964 se dio por acabada la nueva Campaña de Ensayos-con la que se definió el nuevo cemento, dosificación y áridos a emplear.

Con fecha 14 de mayo de 1.964 con los resultados de la anterior Campaña de Ensayos, se reanudó el hormigonado de la bóveda (véase boletín "Campaña de Ensayos"-Presa de Soria). Se adjuntan memoria y gráfico en el Anejo núm. 2.

Como datos de obra durante este 2º trimestre señalemos:

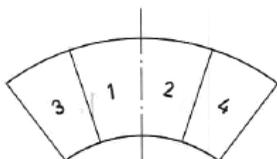
-que a la cota 5 m. sobre la superficie del tapón de fondo se han colocado dos tuberías para desagües de fondo de 30 cm. de diámetro y otra a los 0,75 m. de igual diámetro.

-los m³. de hormigón puesto en obra han sido:

MES	M ³ . HORMIGON
Mayo	2782
Junio	2428,5

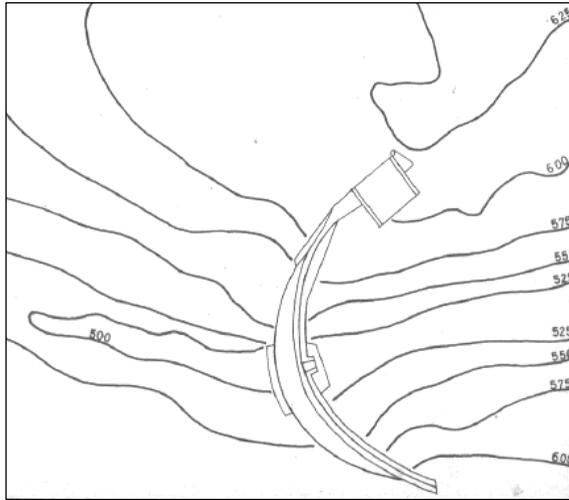
-las cotas de tajos sobre la superficie del tapón de fondo han quedado al final de este 2º trimestre en

T A J O	COTA (m)
1	5,2
2	2,0
3	2,3
4	7,8



Boletín Informativo
Las Palmas de Gran Canaria, julio de 1964

(Fuente Vigilancia de Presas)



Planta empleada en los primeros Boletines Informativos
(Fuente Vigilancia de Presas)

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria en el Barranco de Soria en la isla de Gran Canaria el día 2 de octubre de 1964 (Sección de Vigilancia de Presas)

La segunda visita a las obras por parte de don Manuel Alonso Franco se realizó en compañía de los Ingenieros don Saturnino Alonso Vega y don José Nistal Bedia.

En esta Nota Informativa Alonso Franco incluye una breve historia de la obra:

En el pasado mes de marzo se procedió a la demolición del hormigón colocado (unos 3500 m³) en la bóveda propiamente dicha, como consecuencia de las bajas resistencias dadas por las probetas confeccionadas con dicho hormigón y contrastadas con

los resultados obtenidos en las probetas sacadas posteriormente in-situ.

Hecho un estudio de las máximas cargas de trabajo en el tapón y comprobada la calidad del hormigón del mismo por la rotura de 20 probetas sacadas in-situ se llegó a la conclusión de considerar como útil el hormigón colocado en dicho tapón de fondo.

Posteriormente se describe en la nota la nueva campaña de ensayos llevada a cabo para *lograr la fabricación de un hormigón de buena calidad capaz de resistir, con el coeficiente de seguridad, las altas cargas de trabajo de la estructura.*

Con la rotura de 1.112 probetas de ensayo se fijaron las características y la composición ideal del hormigón a colocar en el cuerpo de la bóveda. *Estas son:*

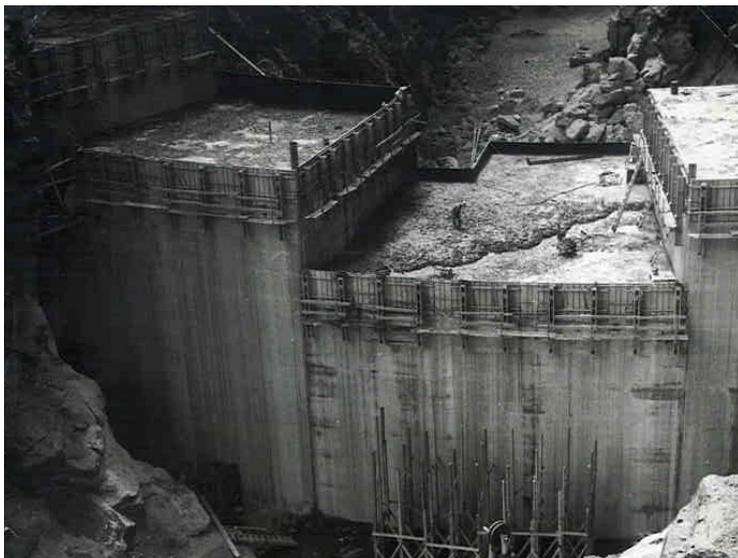
Cemento tipo Atlante dosificado a 300 kg; una granulometría determinada formada con áridos de machaqueo y arena de playa; adición de 500 c.c. de aireante; y unas resistencias medias de

a	7 días.....	232 Kg/cm ² .
a	28 días.....	298 "
a	90 días.....	349 "

Con una dispersión estándar inferior al 10%. Estas resistencias cubren con exceso lo exigido en el Pliego de Condiciones de la obra.

Respecto al estado de la obra, Alonso Franco escribió en la nota informativa que *reanudado el hormigonado en el segundo trimestre, el día de la visita había colocados unos 18.000 m³ en la bóveda aparte de los 8.000 m³ del tapón de fondo. El ritmo medio de colocación es de unos 3.000 m³ al mes con un máximo de 200 m³ al día.*

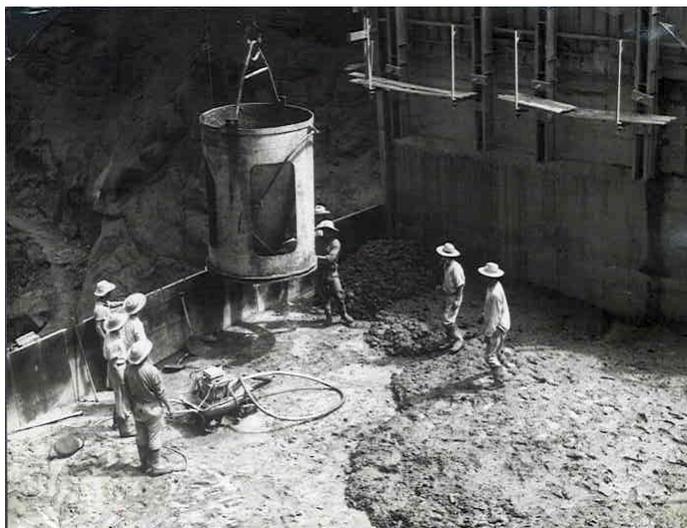
La ejecución de la obra podemos calificarla de esmerada. Un hormigón semi-seco de excelente aspecto (descenso máximo del cono de 5 cm); una puesta en obra correcta con unos paramentos de superficie inmejorables sin la más mínima coquera (...) Los distintos tajos están ordenados y un esmerado cuidado y limpieza se observa en toda la obra.



Vista desde agua arriba (Foto Vigilancia de Presas)



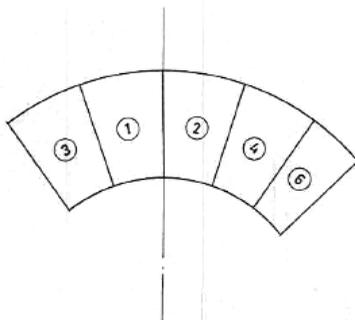
Excavación del estribo derecho



Hormigonado de un bloque con el *cacharrón*
(Fotos Vigilancia de Presas)

Las cotas de los tajos sobre la superficie del tapón de fondo han quedado al final de este 3º trimestre en:

T A J O	C O T A (m.)
1	17,25
2	11,74
3	12,57
4	15,63
6	20,63



Boletín Informativo
Las Palmas de Gran Canaria, noviembre de 1964

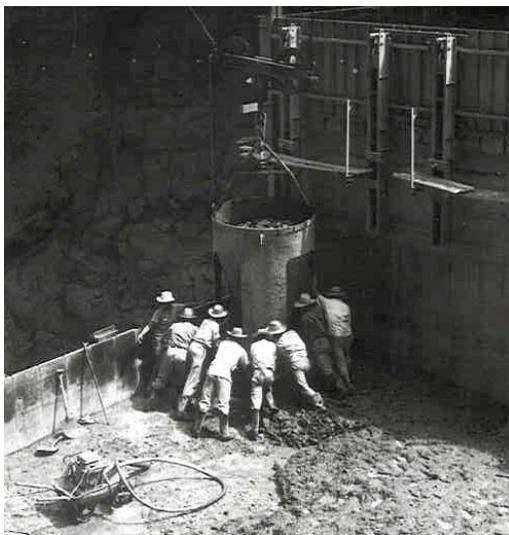
(Fuente Vigilancia de Presas)

Al final de la Nota de octubre de 1964 Alonso Franco hace un *juicio crítico de la obra*, indicando que *en esta segunda fase (después de la demolición de la bóveda) ha mejorado en todos sus aspectos y su ejecución podemos calificarla de buena*, para resaltar a continuación algunos puntos relacionados con el hormigón, como *la falta de uniformidad de los hormigones*.

En la Nota del Negociado adjunta, Fernández Casado añade que según la Nota Informativa y el Boletín de Información trimestral, *se desprende que el hormigón que se ejecuta en Soria ha mejorado notablemente*. Ahora bien, también aporta varias consideraciones sobre el tema de los hormigones, ya que *los resultados de rotura parecen indicar irregularidades en la fabricación del hormigón o en sus componentes*.

Al final de la nota, el Ingeniero Jefe del Octavo Negociado incluye dos consideraciones interesantes, la primera se refiere a los boletines de información, señalando que *resultan un conjunto de datos, o bien, una simple recopilación sin que se muestre la debida preocupación por lo que pudiera desprenderse de trabajos tan delicados e interesantes* (en referencia a los sondeos e inyecciones).

En cambio, el último punto de la nota se refiere al Proyecto de 1959, al indicar que *las reformas a introducir en el proyecto de la Presa, cuya necesidad queda de manifiesto del estudio del modelo reducido, deben concretarse en un proyecto anejo, como se ha indicado repetidas veces. No cabe prolongar por más tiempo esta situación anómala*. 20 de octubre de 1964.



Esfuerzo y tesón (Foto Vigilancia de Presas)

Los Boletines Informativos trimestrales eran realizados por el Ingeniero don Saturnino Alonso Vega; y en el del tercer trimestre de 1964 aparece una información muy interesante acerca de las canteras y la densidad del árido empleado:

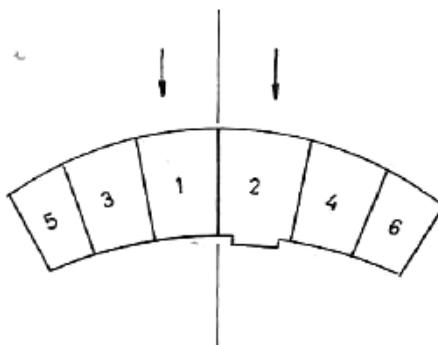
Hay que destacar en este 3º trimestre que habiéndose en parte desechado y en parte agotado la cantera que estaba dentro del vaso de la Presa y tras previos análisis de otras posibles canteras - con fecha 8-7-64 se inició la explotación de la situada cerca del poblado denominado "Barranquillo Andrés" y al lado de la pista de acceso - los análisis del árido de esta cantera señalan gran mejora con relación a la anterior - es también significativo el aumento de la densidad de este árido de 2,52 sobre la del anterior que era de 2,37.

Según el último Boletín Informativo de 1964, con fecha de febrero de 1965, en octubre del 64 se había iniciado *la construcción de la segunda fase de la escalera de acceso a la obra – aguas abajo;* y se había *continuado con el hormigonado de la bóveda.*

Saturnino Alonso Vega aportó en el boletín el siguiente *croquis* sobre la marcha de la obra:

-Las cotas de los tajos sobre la superficie del tapón-
de fondo han quedado al final de este 4º Trimestre en :

Tajo	Cota (m)
1	28,34
2	20,94
3	23,86
4	25,21
5	27,03
6	27,12



Boletín Informativo (Fuente Vigilancia de Presas)

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) los días 3-4 y 6 de marzo de 1965 (Sección de Vigilancia de Presas)

La primera visita a las obras de la Presa de Soria por parte del Ingeniero de Vigilancia de Presas don Guillermo Gómez Laá se realizó en compañía de los Ingenieros don Saturnino Alonso Vega y don José Luis Nistal Bedia, así como de los Ayudantes de Obras Públicas don Santiago Cavero y don Jaime La Huerta.

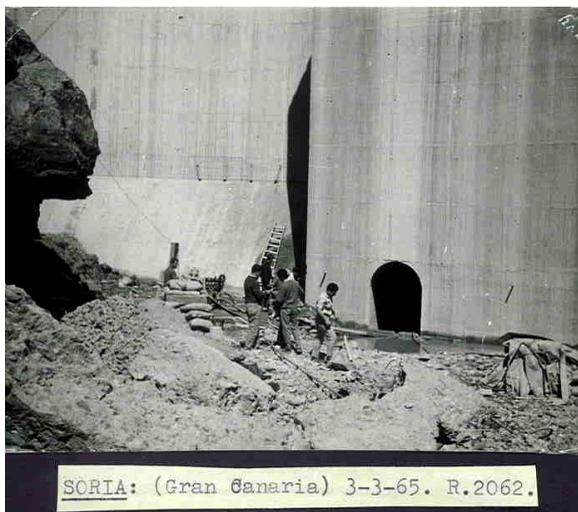
Esta visita tenía como objetivo *asistir a la inyección de sellado provisional de las juntas de la bóveda*. Ahora bien, en esta nota informativa Gómez Laá aportó unas interesantes impresiones acerca de la marcha de la obra, con la presa hormigonada hasta la cota 530 aproximadamente, en sus 6 bloques centrales.

Las juntas entre tongadas están limpias, con la superficie suficientemente rugosa, y el árido grueso limpio para garantizar la unión entre ambas tongadas (1,50 m de altura); el hormigón se vibra cuidadosamente y no ofrece disgregaciones, parece que lleva algún exceso de agua; en efecto, en algún paramento se localizan pequeñas fisuras horizontales, seguramente superficiales, motivadas por retracción vertical distinta en paramentos y en el interior.

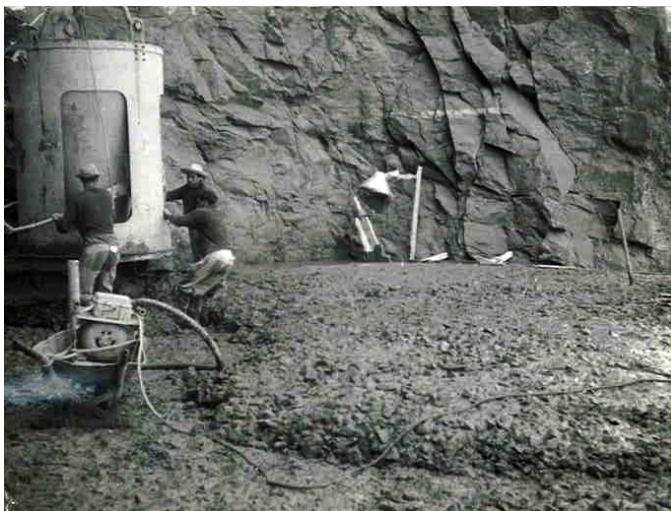
Las resistencias son buenas, si bien las dispersiones se mantienen elevadas (20%); tendemos a achacar gran parte de este fenómeno a dispersiones en la granulometría. El hormigón se está haciendo con tres tamaños de áridos: grava y gravilla procedente del machaqueo del producto

de cantera, y arena de río procedente del propio barranco; posiblemente la granulometría de los tamaños superiores sea muy variable, convendría afinar este punto ya que no aparece factible económicamente hormigonar con cinco tamaños de áridos.

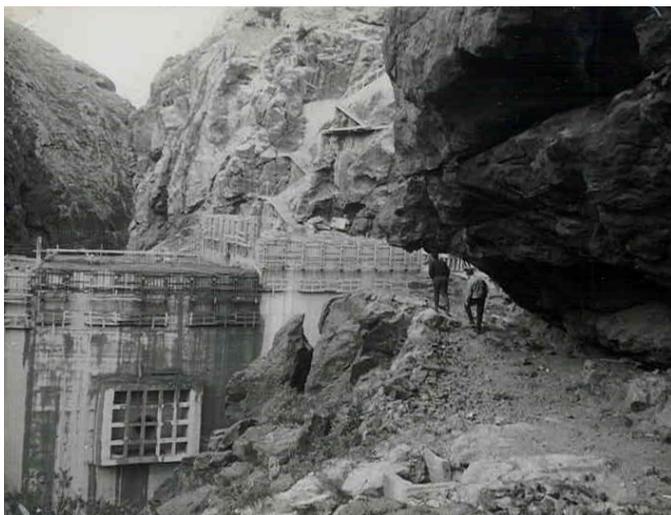
Se recorrió la galería baja, que entra en roca 35 m por cada lado; esta galería se sitúa en la pastilla de hormigón de cierre del cauce, a la cota 500 y por debajo de donde arrancan las juntas transversales de la bóveda. La impermeabilidad de la roca parece reducida, desde el punto de vista estructural. También se visitó la galería a la cota 530 que penetra unos 30 m en la margen derecha, en roca; aparentemente el nivel freático es alto. Lo mismo una que otra galería se prolongan en roca aproximadamente en sentido tangente a los arcos.



Entrada a la galería baja (Vigilancia de Presas)



Detalle del *cacharrón* manejado por los obreros



Desagüe de fondo, tajos, escaleras, cañón, diaclasas, hormigón

(Fotos Vigilancia de Presas)

Gómez Laá continúa la nota informativa añadiendo un comentario muy interesante sobre el Proyecto de 1959, opinión general de la Sección de Vigilancia de Presas:

La presa está formada por arcos de un solo centro; ello no es inconveniente en la parte baja, donde se aloja una bóveda cilíndrica en un valle de paredes muy verticales; pero al llegar a las partes altas, más tendidas, originan un apoyo de la presa en la roca en sentido que se aproxima a la tangencia; nuestra opinión es que debería cambiarse la parte alta de la bóveda de modo que los arcos fueran de tres centros, con radios de curvatura mayores en los arranques; con ello se mejoraría la incidencia de los arcos en la roca; disminuyendo simultáneamente las tensiones en las ménsulas; el aumento de tensiones que se produciría en los arcos puede suplirse aumentando su espesor en arranques.

En general, esta presa tendrá un problema de subpresión en las laderas; este aspecto se soslaya fácilmente mediante un adecuado drenaje; a este fin colaboran eficazmente la prolongación de las galerías de la presa en las laderas.

Respecto al tema de la subpresión, en la nota se exponen los puntos de vista de la Sección sobre este problema, indicando que *se deberían de perforar galerías en roca de 15 o 20 metros en ambas laderas, y no en dirección tangente a los arcos, sino en el sentido de la cuerda, y si es posible más hacia aguas arriba, con ello se logra disminuir sensiblemente la subpresión y captar fácilmente las filtraciones sin que salgan agua abajo.*

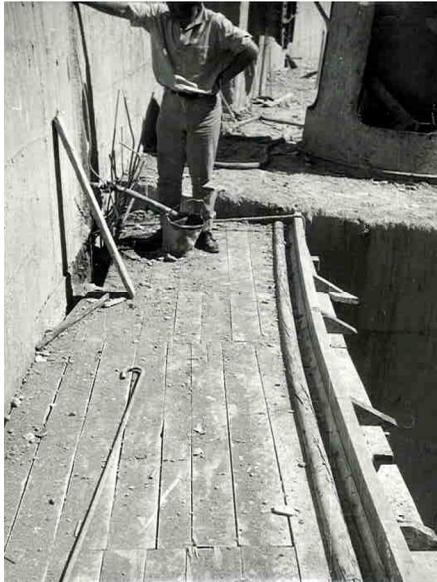


Importantes filtraciones por el risco con la carga de agua en 86 metros
27 de marzo de 2010 – Ladera izquierda (Foto Jaime González)

En cuanto al tema de la *inyección de sellado provisional de las juntas de la bóveda*, objeto de la visita a la obra, la Nota Informativa de marzo de 1965 finaliza exponiendo que *la inyección se ha realizado con garantías de buena ejecución; que quedaba por limpiar y recuperar la totalidad de los conductos de inyección y drenaje; que convenía sustituir los cubrejuntas planos, por otros flexibles; que era evidente la necesidad de realizar otra o más fases sucesivas de inyección, pero aumentando sensiblemente las presiones; y que el tipo de junta plana, y el sistema de inyección empleado garantiza el relleno y drenado de la junta; creemos que es el más eficaz de cuantos conocemos.*

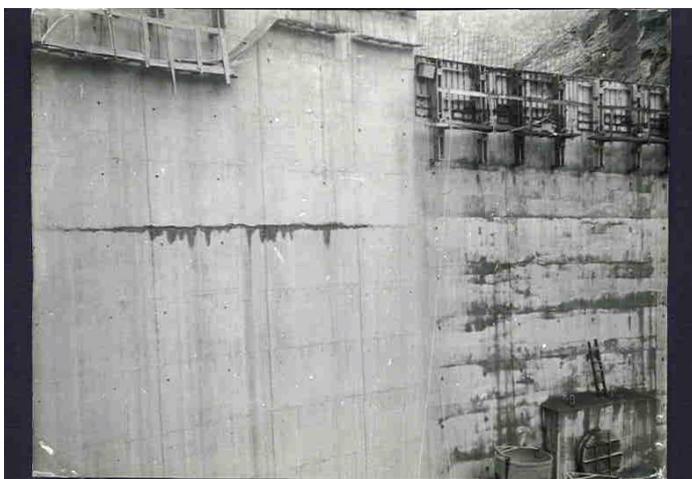


Inyección de juntas



(Marzo 1965)

(Fotos Vigilancia de Presas)



SORIA: Junta de trabajo marcada a. abajo por la humedad. R.2036.

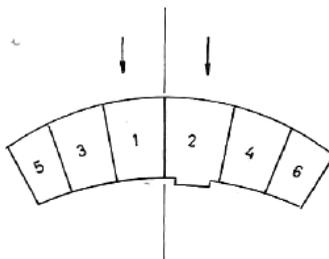


SORIA: (G.C.) R.2059.

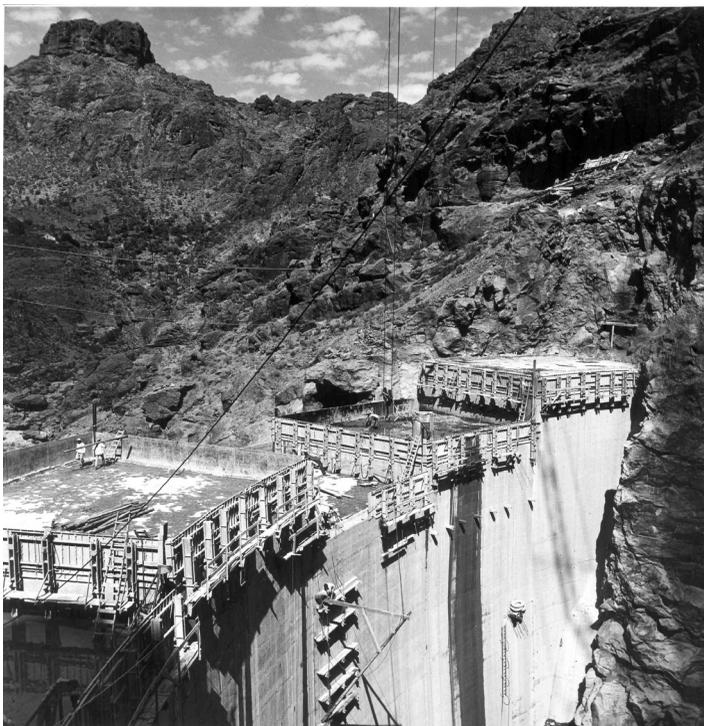
Inyección de juntas (Fotos Vigilancia de Presas)

Según el Ingeniero Alonso Vega, las cotas de los tajos al final del primer trimestre de 1965 eran las siguientes:

Tajo	Cota (m)
1	536,46
2	530,68
3	533,49
4	530,28
5	536,70
6	536,77



Detalle de los tajos y desagüe de fondo de la Presa de Soria
(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)



Detalle de los tajos de la Presa de Soria desde aguas abajo
(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Isla de Gran Canaria) con motivo de la visita del 9 de julio de 1965 (Sección de Vigilancia de Presas).

Los Ingenieros de Vigilancia de Presas don Manuel Alonso Franco y don Guillermo Gómez Laá realizaron en julio de 1965 una visita de inspección a las obras de la construcción de la Presa de Soria en compañía de los Ingenieros de Caminos don Saturnino Alonso Vega y don José Luis Nistal Bedia.

El redactor de la segunda Nota Informativa del año de 1965, don Manuel Alonso Franco, comienza indicando que *sigue la ejecución de la obra con toda normalidad, con un ritmo de hormigonado de 4.500 a 5.000 m³/mes, habiéndose alcanzado, el día de la visita, los 48 m de altura en el bloque más alto y 43 m en el más bajo.*

El aspecto de la obra es francamente bueno. La calidad obtenida en el tratamiento de las juntas horizontales entre tongadas es muy aceptable (...) Es también buena la colocación del hormigón que se vibra cuidadosamente y sin que se produzcan disgregaciones, ni coqueras visibles exteriormente en los paramentos. Estos, encofrados con tableros metálicos no acusan irregularidades apreciables en su línea. Corroboración esta buena ejecución, y a la vez es consecuencia de ella, la impermeabilidad que tiene la fábrica. (...) Las resistencias obtenidas en laboratorio sobre los hormigones hechos en obra son buenas. (...) Sin embargo la dispersión obtenida en estos resultados es elevada. En el boletín de información correspondiente al 4º trimestre de 1964, se señala que este valor es de 17,6%, cifra inadmisible y más aún teniendo en cuenta que se trata de hormigones ricos (300 kg de cemento). Debe de estudiarse a fondo este valor, no debería de ser superior al 12%.

Según el segundo Boletín Informativo de 1965, con fecha de agosto, se había continuado con el hormigonado de la bóveda durante el segundo trimestre del año, siendo los *datos de obra* los siguientes:

BOLETIN INFORMATIVO
PRESA DE SORIA
2º TRIMESTRE DE 1.965

- 1 - El 13-5-65 empezaron los retoques de excavación en la ladera izquierda.
- 2 - El 21-5-65 se apreció una fuga de agua que iba desde el tajo núm 5 (cota 542,81) hasta debajo de la escalera es- tribo derecho (cota 525,50).
- 3 - El 28-5-65 se empezó la excavación en roca de la segunda- galería de bóveda (cota 554,25).
- 4 - El 24-6-65 se tuvo que volver a explotar la antigua cantera sita en el vaso de esta Presa, denominada "Cantera del tanque" por estarse agotando la "Cantera Bilo. Andrés", - sita en la pista de acceso a la Presa.
- 5 - El 30-6-65 se dio por agotada la "Cantera Bilo. Andrés".

Se colocaron dos nuevos desagües con sus válvulas co- rrespondientes en el tajo núm. 4 y se hormigonó la 1ª galería de bóveda.

	TAJO	COTA (M)
	1	544,08
	2	539,09
	3	542,67
	4	542,52
	5	545,87
	6	545,64

Antes de continuar con la Nota Informativa de julio de 1965, parece oportuno indicar que en el tercer trimestre de 1964 se había iniciado la explotación de la cantera ubicada en las cercanías del asentamiento de población de Barranquillo Andrés. El árido de esta cantera supuso una gran mejora con relación al árido de la *Cantera del Tanque*, que estaba situada dentro del vaso de la Presa de Soria. Pero tal y como se indicaba en el segundo Boletín Informativo de 1965, en junio se había tenido que *volver a explotar la antigua cantera de la presa (Tanque)*, al quedar agotada la *Cantera Barranquillo Andrés*.



Estación de machaqueo de áridos
(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

Alonso Franco continúa la Nota Informativa de julio de 1965, con fecha de 5 de agosto, señalando que *una vez visitada la obra se discutieron en la oficina los siguientes puntos sobre la estructura de la presa:*

a) La incidencia de la bóveda en su parte alta, sin ser del todo inadmisibles, no es muy buena. Podría mejorarse dando a los arcos superiores una curvatura menor en los arranques. (...)

b) Drenaje de los macizos rocosos de apoyo. (...) No está previsto en el Proyecto drenaje alguno de la roca. Discrepamos totalmente sobre esta cuestión siendo nuestro criterio el siguiente: No es correcto hacer una presa sin drenar no sólo la fábrica sino también la roca donde se apoya. Si esto es una norma general, debe considerarse como elemento fundamental para mejorar la seguridad de la estructura, en el caso que nos ocupa, por tratarse de una presa bóveda importante (130 m de altura) y que como hemos señalado anteriormente no se ha logrado una muy buena incidencia en la parte superior.

Este drenaje se lograría uniendo las galerías ya perforadas en roca por medio de sondeos perforados en ellas. Dispuestas así las cosas se reduciría la subpresión en el macizo rocoso que ha de absorber los empujes de los arcos. No quedaría del todo correcto este sistema debido a la posición que tienen las actuales galerías (tangentes al arranque de los arcos); deberían haberse hecho (no hay inconveniente en perforar otras) siguiendo una dirección más hacia agua arriba. En este sentido nos hemos expresado repetidas veces ante los Ingenieros autores del Proyecto y figura como una de las conclusiones en la nota resumen de la conversación sostenida entre dichos ingenieros y los de Vigilancia de Presas y Servicio Geológico (8 de abril de 1964)

Tal y como se puede comprobar, el Ingeniero de Vigilancia de Presas insiste con profundidad sobre el tema del drenaje de los macizos rocosos y sólo recuerda el tema de la incidencia de la bóveda en su parte alta, ya que esta cuestión ya había sido tratada por Gómez Laá en la Nota Informativa de marzo de 1965.

El tercer tema tratado *en la oficina* de la obra fue el de la inyección de las juntas transversales para el mes de septiembre, por lo que *se discutieron diversos puntos sobre el sistema empleado con el fin de corregir algunas deficiencias observadas*. Ahora bien, el último punto tratado por los cuatro Ingenieros en julio de 1965 lo aportamos en su totalidad de cara a los acontecimientos de diciembre de 1965, recordando que en el día de la visita la altura en el bloque más alto era de 48 m y de 43 m en el más bajo.

d) Dado el estado actual de la obra, el Ingeniero Director de la misma debe exigir de los autores del Proyecto la entrega del estudio que modifica el estribo izquierdo de la presa como resultado de los ensayos realizados sobre modelo reducido. Estos aconsejaban la rigidización de dicho estribo.

En la Nota del Negociado adjunta, con fecha de 20 de agosto de 1965 y firmada por Fernández Casado, se comunica que *se está conforme con las observaciones recogidas en la Nota Informativa, y se considera de interés reproducir el resumen de la reunión habida sobre el particular, el 15 de Julio pasado*.

Así pues, el 15 de julio de 1965 había tenido lugar en Madrid una reunión entre los Ingenieros de Vigilancia de Presas

Fernández Casado y Gómez Laá con el Ingeniero Pérez Cerdá, uno de los autores del Proyecto de 1959.

Resumen de la reunión habida con D. Francisco Pérez Cerdá acerca de la Presa de Soria (Gran Canaria).

Los puntos que se discutieron en la reunión fueron los siguientes:

- a) Posibilidad de mejorar la incidencia de la presa en sus estribaciones altas.
- b) Organización de las galerías en la roca de los estribos.

Fernández Casado indica que *estos temas se han tratado repetidas veces, y, dada la marcha de los trabajos, se considera necesario llegar a conclusiones concretas.*

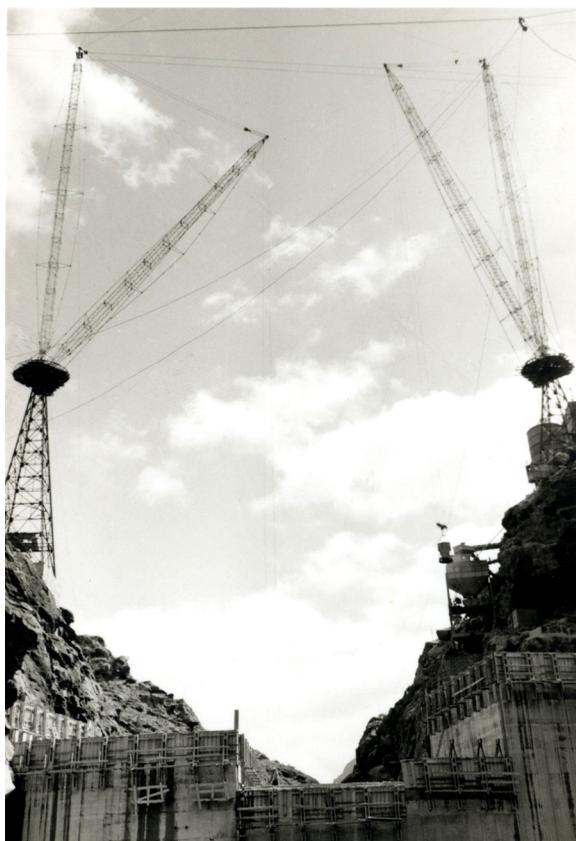
Respecto al apartado a), hay ventaja en sustituir la directriz circular por otra que se adapte mejor a las cargas existentes, con lo cual se consigue mejores incidencias entre presa y estribos; probablemente mejor distribución de tensiones y disminución en los valores máximos.

La sección variable en la directriz, es otra de las mejoras que interesa introducir, que además sirve en el sentido de disminuir posibles desplomes en las ménsulas de los arranques.

En cuanto a las galerías, Vigilancia de Presas planteó que *la ejecución de las galerías es asunto que no debe demorarse. Hay que conjugar la conveniencia de que su conjunto pueda fácilmente conectarse, sin que se pierdan las ventajas de*

establecer las pantallas de seguridad (drenaje, y posibles inyecciones) en la zona de agua arriba.

La Nota del Negociado finaliza indicando que en la reunión se había llegado a la conclusión de que la solución de los temas apuntados debía recogerse en un anejo al proyecto, e incluso, que era indicado ejecutar un ensayo en modelo reducido de las modificaciones que se introdujeran.



Grúas Derrick venteadas (Foto Servicio Hidráulico LP)

En el tercer Boletín Informativo de 1965, con fecha de noviembre, el Ingeniero Alonso Vega informó que durante el trimestre se había continuado con el hormigonado de la bóveda, aportando los siguientes *datos de obra*:

1.- El 12-7-1965 se empezó la 2° galería de bóveda, zona de roca, estribo izquierdo.

2.- El 2-8-65 se empezó la 2° pasarela.

3.- El 5-8-65 se empezó a explotar otra cantera, la cual denominaremos "Cantera A", sita en la nueva carretera que pasa por el poblado de Soria. Empezó a llegar piedra de esta cantera a la machacadora el 12-8-65.

4.- El 13-8-65 se apreciaron grietas en los tajos n° 5 y 6, regados defectuosamente. Se les colocaron unas parrillas de defensa.

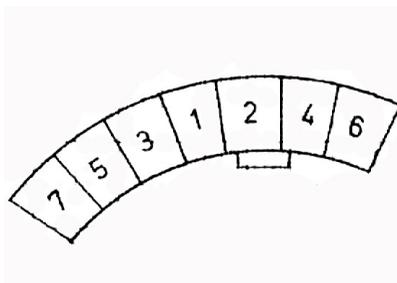
5.- El 7-9-65 se hormigonó un nuevo tajo; el n° 7.

Se empezó a limpiar los escombros sitios aguas abajo y próximos a la obra. Se colocaron hasta la 2° pasarela las válvulas y tuberías de desagüe correspondientes.

Entre los datos de obra aportados en el tercer Boletín Informativo, cabe destacar el de la explotación de una tercera cantera próxima al asentamiento de población de Soria que pasó a denominarse como *Cantera A* (bajo el Caidero de Soria a la izquierda); y el que se empezara a limpiar parte de los *escombros y materiales sobrantes* localizados en el cauce aguas abajo de la presa, en el fondo del *cañón* del Barranco de Soria.

A finales de septiembre las cotas de los tajos eran las siguientes:

Tajo	Cota (m)
1	555,10
2	551,33
3	553,38
4	554,76
5	559,64
6	550,57
7	554,88



Obreros trabajando con esmero en la estación de machaqueo de áridos
(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

Notas sobre la Presa de Soria. Dirección General de Obras Hidráulicas. Madrid, 14 de Noviembre de 1965.

En noviembre de 1965, la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas le envió unas notas sobre la Presa de Soria al Ilmo. Sr. Director de los Servicios Hidráulicos de Canarias.

El motivo de estas notas desde Madrid eran que en el Proyecto de 1959 las tensiones que en él figuraban resultaban elevadas (cargas límites de unos 80 kg/cm² a compresión y unos 25 kg/cm² a tracción) y sobre todo la estabilidad e incidencia del estribo izquierdo eran deficientes. La Dirección General dejaba las cosas claras desde el primer apartado de las notas:

La necesidad de introducir las pertinentes modificaciones en el proyecto ha estado siempre presente por parte de la Sección de Vigilancia de Presas e incluso por la Comisaría de Aguas de Canarias (al menos mientras pertenecía a la misma el Ingeniero D. Alfonso Díaz Agero).

Por parte del Concesionario (*la Comunidad La Lumbre*) esta inquietud no se ha manifestado e incluso, dada su actitud, pudiera deducirse que cuenta introducir solamente unas elementales reformas en el estribo izquierdo de la presa. En otras palabras, entendemos que por la parte del Concesionario no se ha creado una conciencia justa del problema y que las indicaciones formuladas respecto al mismo son consideradas como trabas y gastos que se oponen a su supuesta actividad redentora.

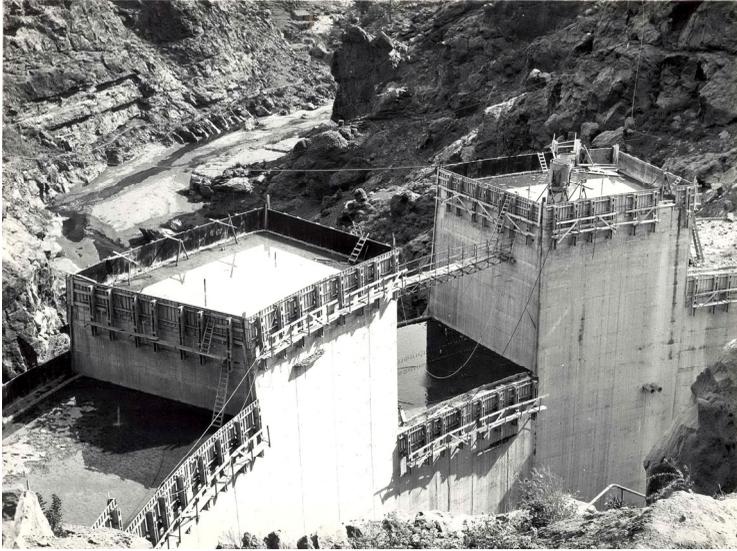
La presa se construye con fondos adelantados por el Estado y dado lo adelantada que se encuentra la construcción (unos 60 metros sobre el cauce) interesa parar las obras a esta cota y no proseguirlas hasta tanto no queden definitivamente aclarados los problemas estructurales planteados.

A continuación Madrid aporta los *textos* en los que puede fundamentarse la paralización de las obras a los 60 metros sobre el cauce. En resumen los *textos* son los siguientes:

- *Que las prescripciones impuestas a la concesión llevan implícitas la necesidad de revisar y, en su caso, reformar el Proyecto.*

- *Que en la Nota Informativa de la Sección de Vigilancia de Presas de fecha 20 de octubre de 1964, redactada por el Ingeniero Manuel Alonso Franco, se decía que las reformas a introducir en el proyecto de la Presa deben concretarse en un proyecto anejo. Escrito cuya ignorancia no puede alegar la Dirección de la obra.*

En el siguiente apartado de estas notas dirigidas a los Servicios Hidráulicos de Canarias, y denominado *Proyecto de orden de la Dirección General*, Madrid dispone que antes de proseguir las obras por encima de la cota 60 se efectuará un reconocimiento conjunto entre la Comisaría de Aguas de Canarias y la Jefatura de Sondeos; y que *la reanudación de las obras de la presa por encima de la cota 60 se hará de acuerdo con las modificaciones a introducir en el Proyecto, las cuales serán examinadas por este Centro Directivo.*



Estado de los tajos 6, 4 (tomas), 2, 1 y 3 de la bóveda de Soria
(Fotos cedidas por la familia de don Fermín Monzón)

Con posterioridad a las notas enviadas a los Servicios Hidráulicos de Canarias, la Dirección General de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas se dirige con fecha de 11 de diciembre de 1965 a la Sección de Vigilancia de Presas, para informarle de la resolución tomada: *no se reanudarán las obras de la presa por encima de la cota 60 m sobre el cauce, hasta que por la Dirección General de Obras Hidráulicas se apruebe el proyecto reformado, a que se refiere el informe de la Sección de Vigilancia de Presas de octubre de 1964.* También se indicó en el escrito que era conveniente que en *el reconocimiento de las obras asista asimismo el Servicio de Vigilancia de Presas.*

Nota acerca de la reunión celebrada en las oficinas de la Sección de Vigilancia de Presas con objeto de fijar las directrices para la redacción de un Proyecto Reformado de la Presa de Soria (Gran Canaria). Madrid, 18 de diciembre de 1965.

Asistieron a esta reunión los Ingenieros siguientes: D. Francisco Pérez Cerdá y D. Luis Fedriani Isern, autores del Proyecto; D. Saturnino Alonso Vega, Director de la Obra y D. José Luis Fernández Casado y D. Manuel Alonso Franco, de Vigilancia de Presas.

Alonso Franco comienza la nota indicando los puntos que fueron discutidos:

a).- Galerías y conductos en el terreno, correspondientes a los estribos de la presa.

b).- Modificaciones de la incidencia de la presa con el terreno y, en consecuencia, modificaciones en la directriz de los arcos. Mejoras en las tensiones, etc.

c).- Reconsideración de las temperaturas alcanzadas durante el proceso de endurecimiento del hormigón y posibles ventajas de un armado de piel (en ambos paramentos).

d).- Posibilidad de embalses parciales.

A continuación se aportan en la Nota las directrices de los puntos indicados, que son en resumen las siguientes:

Respecto al apartado a, debe tenerse presente la gran fragilidad de la roca, que se traducen en una acentuada tendencia a figurarse en gran extensión cuando se emplean explosivos. Es, pues, necesario tomar las debidas precauciones en la ejecución de las galerías.

Las galerías, además de responder a un reconocimiento directo de las laderas (diaclasado, posibles fisuras de descompresión, etc.), debe contribuir a establecer un drenaje eficaz de los apoyos de la presa. La dirección hacia agua arriba o en caso límite correspondiendo con la cuerda del arco, parece indicada. (...)

Por lo que se refiere al apartado b no debe perderse de vista la conveniencia de mejorar en lo posible las tensiones máximas en la presa.

Respecto al apartado c, no hay que olvidar la alta temperatura que alcanza el hormigón (unos 60°) lo que puede dar lugar a la aparición de fisuras. (...)

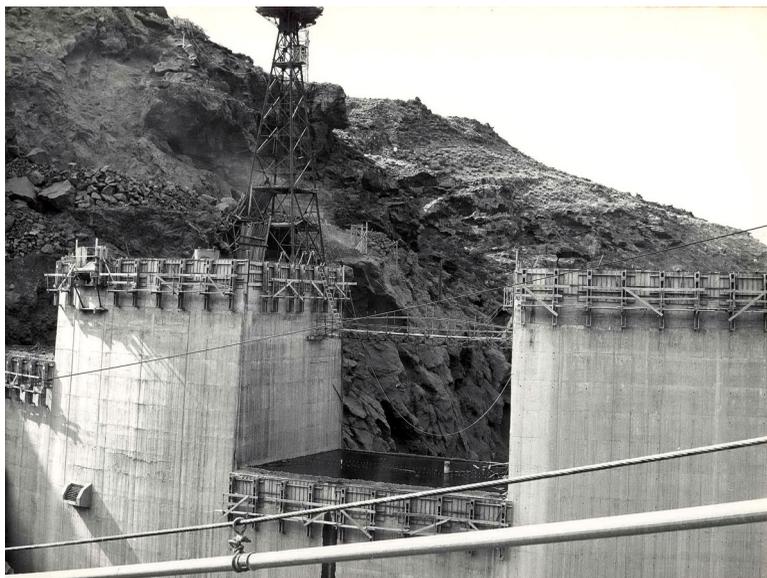
El apartado d está directamente relacionado con los problemas que pueda plantear la inyección de las juntas. Podría ser solución hacer en la parte alta de la presa la inyección parcial de las juntas, para lo cual habría que limitarla a espacios definidos y no a toda su extensión.

Nota acerca del escrito *Reforma y Ampliación de la Presa del Barranco de Soria (Gran Canaria)* de la Delegación de Las Palmas de los Servicios Hidráulicos de Canarias (de fecha 22 de diciembre de 1965). (Sección de Vigilancia de Presas)

El Ingeniero de Vigilancia Manuel Alonso Franco comienza esta breve nota, con fecha de 21 de enero de 1966, indicando la propuesta que se hace en un escrito de la Delegación de Las Palmas de los Servicios Hidráulicos de Canarias sobre la Presa de Soria: *la continuación de las obras en la presa por encima de la cota 60 (contada desde el fondo del cauce), dejando un aliviadero provisional con el fin de que el nivel en el embalse no rebase la mencionada cota.*

A continuación se indica que la resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas es que *no se reanudarán las obras de la presa por encima de los 60 m sobre el cauce, hasta que se apruebe el proyecto reformado; y que en consecuencia no es posible juzgar si las reformas a introducir afectan a la zona de la presa cuya continuación se solicita.*

La resolución de la Sección de Vigilancia de Presas fue la siguiente: *no es posible continuar la construcción de la presa por encima de la cota 60 a contar del cauce, en tanto que, no se conozcan las reformas a introducir en la estructura por encima de dicho nivel.*

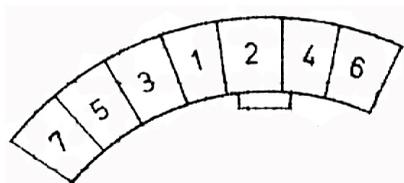


Detalle de los tajos 4 (tomos), 2 y 1 de la bóveda de Soria
(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

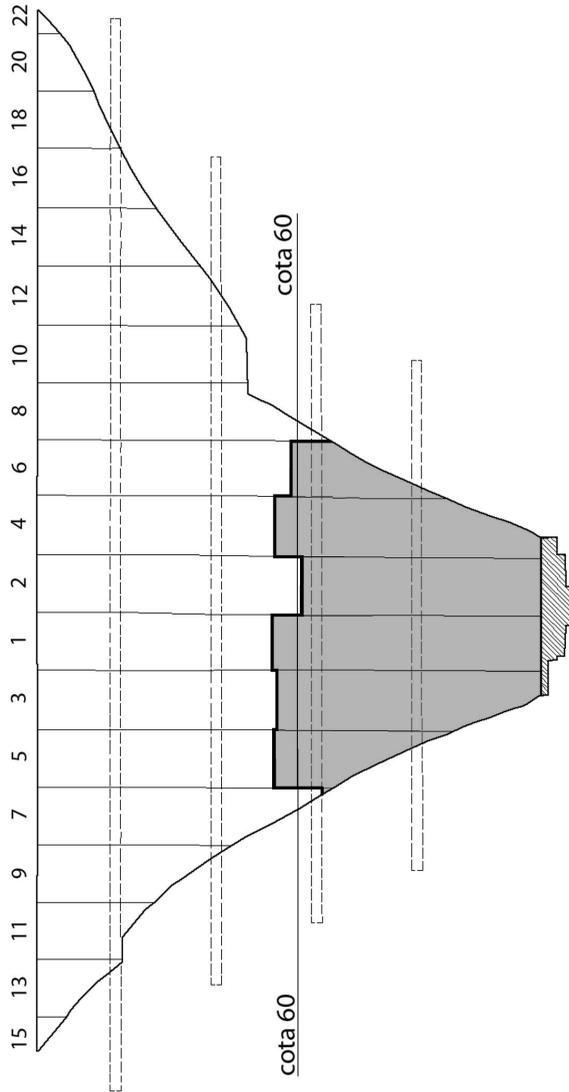
En el cuarto Boletín Informativo de 1965, sin fecha junto a la firma, el Ingeniero de Caminos Saturnino Alonso Vega informó que durante el último trimestre se había continuado con el hormigonado de la bóveda, dándose por terminada la primera fase de la misma. Los datos de la obra sólo hacen referencia al establecimiento de una estación de aforo aguas abajo de la presa en la zona conocida como *El Brusco*; y que a mediados de

diciembre de 1965 se habían iniciado los trabajos previos para las excavaciones en el estribo izquierdo (segunda fase de la obra). Las cotas de los tajos sobre la superficie del tapón de fondo a finales de diciembre eran las siguientes:

Tajo	Cota (m)
1	567,03
2	557,45
3	564,09
4	565,47
5	565,76
6	562,81
7	554,80



Estos datos ponen de manifiesto que en enero de 1966 todos los tajos menos el segundo y el séptimo ya estaban *por encima de la cota 60 (contada desde el fondo del cauce)*. Véase a continuación un alzado desde aguas abajo de la Presa de Soria a partir del alzado empleado durante la construcción del muro.



Alzado desde aguas abajo. Diciembre 1965 (Elaboración propia)

Presa de Soria (Gran Canaria) Nota Informativa sobre la reunión celebrada en las oficinas de la División de Vigilancia de Presas con el fin de examinar las reformas a introducir en la estructura de esta presa – bóveda. 18 de febrero de 1966

Asistieron a esta reunión los Ingenieros del Proyecto don Luis Fedriani, don Francisco Pérez Cerdá y don Rafael Conejos; mientras que por parte de Vigilancia de Presas lo hicieron don José Luis Fernández Casado, don Guillermo Gómez Laá y don Manuel Alonso Franco.

Esta Nota Informativa apenas recoge información sobre el tema de las reformas a introducir en la estructura de la presa bóveda de Soria. Sólo se indica que se examinaron las reformas propuestas por los autores del Proyecto; que se deduce con ello de que no se introducirán variaciones en los tres bloques centrales de la presa; y de que no habrá impedimento en hormigonar en esos tres bloques centrales, a pesar de estar suspendida la obra desde el 11 de diciembre de 1965.

En cambio, en el **resumen interno de la reunión celebrada en Vigilancia de Presas**, con fecha de 18.02.66, si que se recoge toda la cuestión tratada sobre las reformas a introducir en la estructura de la presa bóveda de Soria:

Se examinaron los planos de una posible solución de presas con arcos de inercia variable, utilizando también arcos de tres centros en cada paramento para conseguir esta variación de espesor.

En principio, pareció muy adecuado el encaje de los arcos, tanto por la mejora del ángulo de incidencia en la ladera como por el aumento de inercia en los empotramientos. Sin embargo, e hizo notar, que si bien las mejoras de tensiones se harían patentes al realizar la comprobación, no podría, en ningún caso, ser muy notables.

El Sr. Fernández Casado estuvo de acuerdo y manifestó que lo importante era conseguir mejorar algo las condiciones actuales.

Después de examinar diferentes aspectos de los problemas planteados, se acordó:

1. Preparar los "Imputs" para procesar en el ordenador la solución de presa encajada.
2. Enviar a don Saturnino Alonso Vega los planos donde se define esta solución para que la Comunidad La Lumbre esté informada.
3. A la vista de esta solución y teniendo en cuenta que no se podrán introducir variaciones en los **cuatro bloques centrales**, comunicarlo a La Lumbre para que el Director de la Obra recabe el oportuno permiso de la Comisaría de Aguas **para continuar hormigonando en estos bloques por encima del arco a la cota 566**, el cual, continúa sin variación en relación con el proyecto de Concesión.
4. Vigilancia de Presas está de acuerdo en conceder el permiso anterior.
5. En la preparación de "Imputs" y en el proceso de cálculo se tardará una semana

aproximadamente. Después se tendrá una nueva reunión con Vigilancia de Presas para comentar los resultados.

6. Mientras se realiza el cálculo de la presa, se estudiará un sistema de galerías y drenes, aprovechando, en lo posible, las galerías construidas de forma que quede garantizada la ejecución de la pantalla de inyecciones y para conseguir disminuir en todo lo posible los efectos de la subpresión. Una vez encajada la solución, se examinará con Vigilancia de Presas. Se estuvo de acuerdo en preparar un abundante sistema de drenaje sobre todo en el estribo izquierdo.

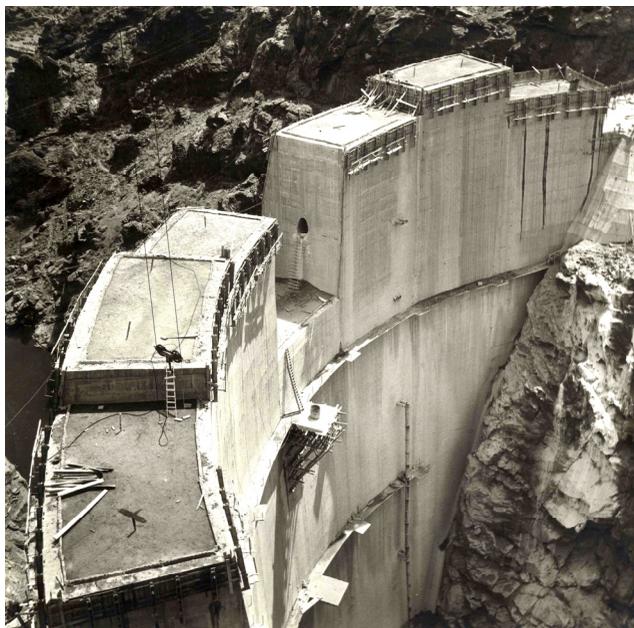
Madrid, 18 de febrero de 1966

El siguiente Boletín Informativo que ha podido ser consultado, tras la suspensión de las obras en la cota 60 en diciembre de 1965, es el del Segundo Trimestre de 1967. En este Boletín con fecha de junio de 1967 se recoge la siguiente información sobre la marcha de la obra: *se ha continuado con el hormigonado de la bóveda y del estribo izquierdo de la Presa.*

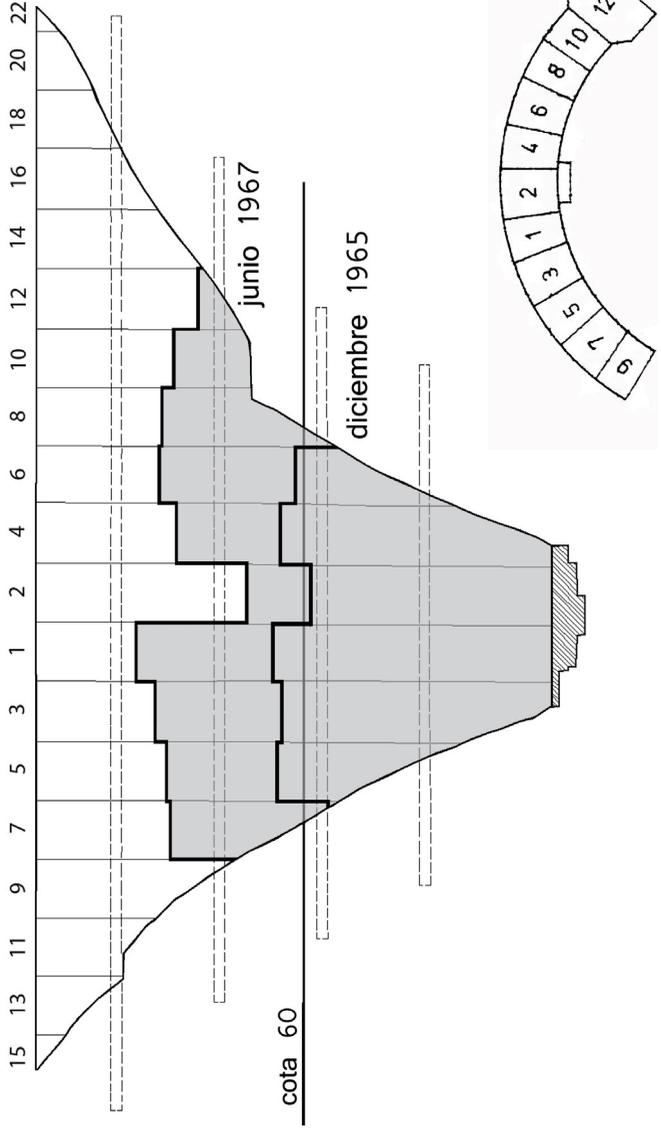
Por otro lado, Saturnino Alonso Vega también añadió que *se continuó empleando los mismos materiales de construcción que en el trimestre pasado, con la salvedad de que por agotarse la cantera A de la que se extraía el árido grueso para el hormigón, se ha pasado a explotar la cantera B sita en las proximidades de la anterior (bajo el Caidero de Soria a la izquierda). El ensayo de*

densidad medio en el laboratorio Oficial dio como resultado 2,62. Las cotas alcanzadas al final del segundo trimestre fueron:

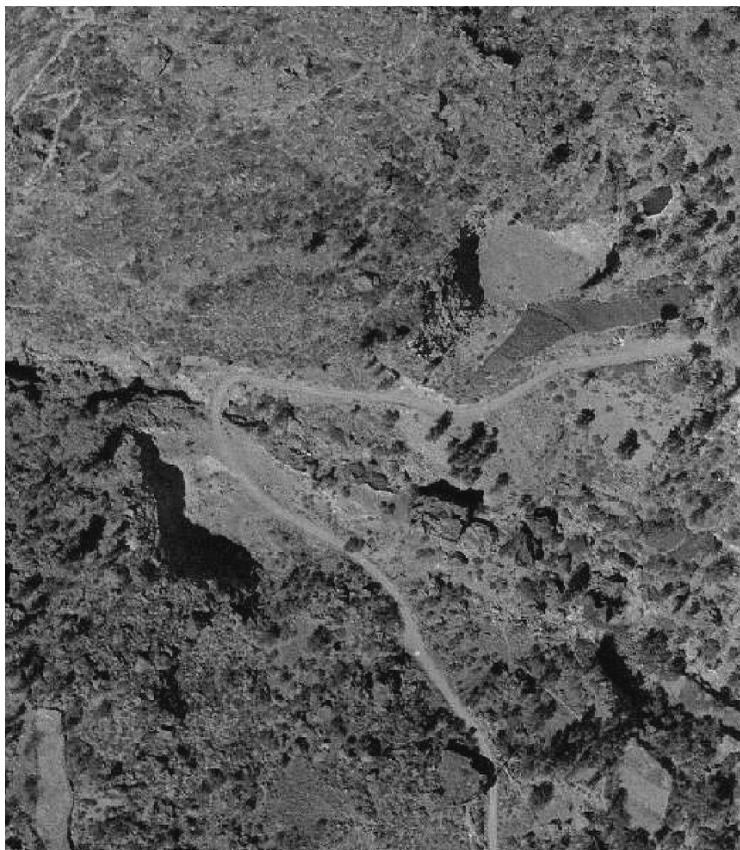
<u>Tajos</u>	<u>Metros</u>
1	599,08
2	573,26
3	594,71
4	590,07
5	592,11
6	593,52
7	588,10
8	593,00
10	590,08
12	583,95



Soria (Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)



Alzado desde aguas abajo. Junio 1967 (Elaboración propia)



Canteras A y B de la obra de la Presa de Soria
Barranquillo del Caidero de Soria (enero de 1977 – GRAFCAN)

Se observa en la foto aérea de 1977 las dos canteras de donde *se extraía el árido grueso para el hormigón* de la Presa de Soria. Estos dos yacimientos hidráulicos también forman parte del patrimonio pétreo de Gran Canaria.



Canteras A y B desde la Mesa de Soria (28-02-2010)

(Foto Jaime González)

Se observa la cascada inferior del Caidero de Soria; la Cantera A a la izquierda (aparcamiento de vehículos); y a la derecha de la imagen la Cantera B, *sita en las proximidades de la anterior.*

En noviembre de 1965 se había establecido una estación de aforo aguas abajo de la presa en la zona conocida como *El Brusco*. Por lo tanto, el Ingeniero Director de la Obra don Saturnino Alonso Vega aportó en el segundo boletín de 1967 los siguientes datos sobre los aforos realizados en El Brusco y en el tapón de fondo:

El Brusco De 100 a 120 l/min.

Galería de tapón de gondo.

a) Margen derecha 0'9 l/min.

b) " izquierda 0'8 l/min.

En el siguiente Boletín Informativo, con fecha de septiembre de 1967, se recoge la siguiente información sobre la marcha de la obra: *continuación con el hormigonado de la bóveda así como del estribo izquierdo de la Presa, en un régimen similar al del trimestre pasado.*

Se continúa empleando los mismos materiales en la fabricación del hormigón que el trimestre pasado:

- Cemento P-350 Marca Atlante.
- Árido grueso procedente de machaqueo de piedra extraída de la cantera B.
- Árido fino formado por la combinación de dos áridos, a saber:
 - a) Arena de playa de granulometría fina 25%
 - b) Arena de gravera de granulometría algo más gruesa 75%

1.- DOSIFICACIÓN.- Las dosificaciones de los dos tipos de hormigón usados en la obra y que se realizan mediante dosificadora automática, son las siguientes:

a) Hormigón de bóveda de Presa.

- Cemento ----- 300 Kg/m³
- Grava ----- 860 Kg/m³
- Gravilla ----- 460 Kg/m³
- Arena playa ---- 150 Kg/m³
- Arena gravera -- 520 Kg/m³

b) Hormigón de estribos de Presa.

- Cemento ----- 250 Kg/m³
- Grava ----- 830 Kg/m³
- Gravilla ----- 480 Kg/m³
- Arena playa ---- 170 Kg/m³
- Arena gravera -- 540 Kg/m³

c) Ambas dosificaciones llevan aireante en una cantidad de 500 cc/m³.

Respecto al tema de los aforos, se aporta en el tercer boletín de 1967 lo siguiente:

El Brusco ----- 100 et/min.

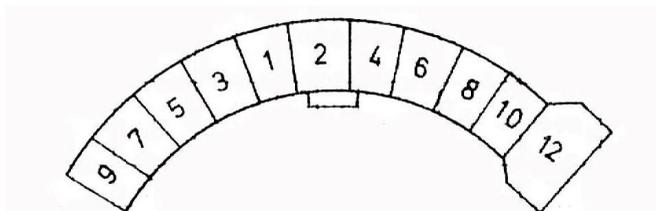
Galería tapón de fondo:

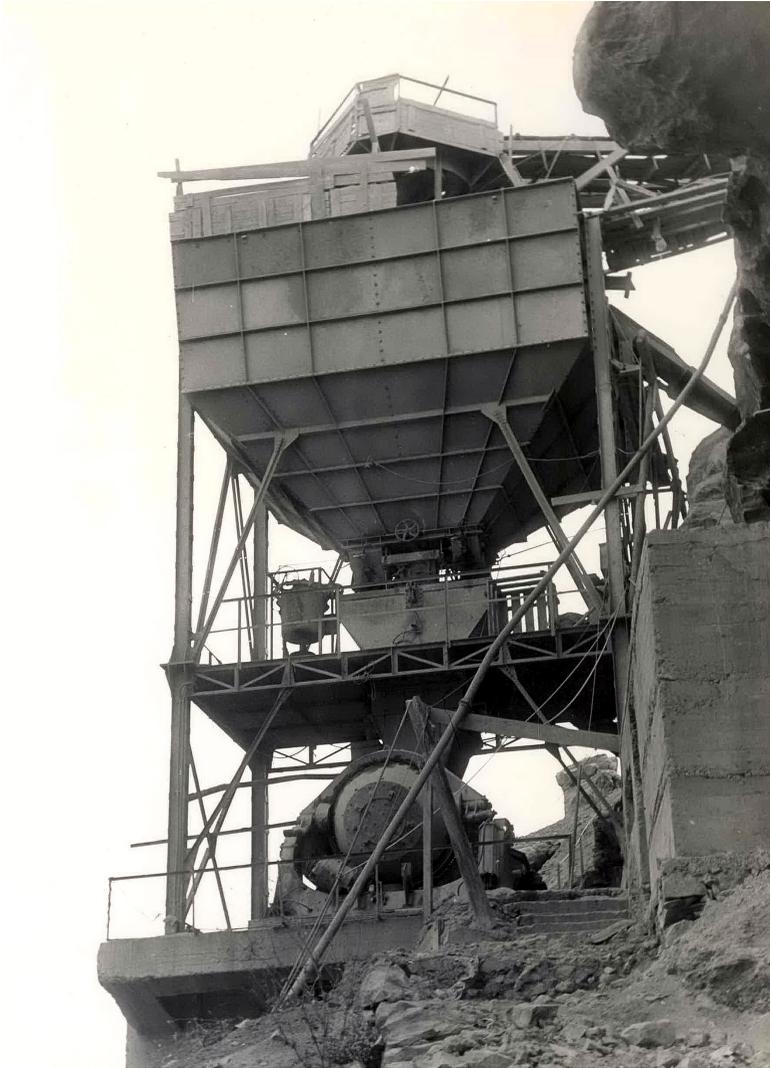
- a) Margen derecha 0'76 et/min**
- b) " izda. 0'60 "**

Nivel agua embalsada 10 metros.

Las cotas alcanzadas al final del tercer trimestre fueron:

TAJOS		METROS
1	. . . . .	603,69
2	. . . . .	573,26
3	. . . . .	600,74
4	. . . . .	591,57
5	. . . . .	595,34
6	. . . . .	595,15
7	. . . . .	597,28
8	. . . . .	599,20
10	. . . . .	602,43
12	. . . . .	595,73





Torre de hormigonado por debajo del silo de cemento

(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

Informe al Proyecto Modificado del de Reforma y Ampliación del Embalse para Aprovechamiento de Aguas Públicas Discontinuas en el Barranco de Soria. Gran Canaria.

Este Informe de Vigilancia de Presas tiene fecha de 2 de octubre de 1967 y fue redactado por el Ingeniero don Manuel Alonso Franco tras la finalización del Proyecto Modificado, cuya Memoria tiene fecha de junio de 1967.

En los antecedentes del Informe se destaca que fue la realización del ensayo en modelo reducido lo que *puso de manifiesto la necesidad de rigidizar el estribo izquierdo para lograr una mejor simetría en la distribución de cargas y por ende una disminución de las mismas.*

También se resalta que Vigilancia de Presas recogió en repetidos Informes *la necesidad de dar forma en proyecto a las consideraciones que se desprendían del estudio del ensayo en modelo reducido, así como la conveniencia de introducir modificaciones en la forma de la estructura: hacer, a partir de cierta cota arcos de curvatura variable y de espesor variable, en sustitución de los existentes de 1 solo centro y espesor constante, para buscar una mejor incidencia de la estructura en los macizos rocosos de apoyo y un trabajo más racional de la bóveda.*

A continuación el Informe se centra en analizar todo lo que recoge el Proyecto Modificado, empezando por *la nueva definición de la presa a partir de la cota 566 (introducción de arcos de 3 centros y espesor variable).* En las características

generales de la presa se sigue recogiendo que la capacidad total del embalse es de 26,0 Hm³.

En cuanto al cálculo de la presa, y tras aportar un cuadro de tensiones máximas, Alonso Franco señala que *las tensiones han disminuido de manera clara respecto a las correspondientes al proyecto primitivo. Ello se debe en gran parte a la rigidización efectuada en los estribos, y otra parte al cambio de directriz en los arcos.*

Las compresiones, con un máximo de 41, 49 kg/cm² son aceptables; las tracciones también lo son excepto en algún punto cuyo valor máximo de 14,66 kg/cm² parece un poco elevado sin llegar a ser alarmante pues son valores puntuales que decrecen rápidamente en los nudos contiguos.

El arco situado a la cota 526 es el que, por así decirlo, se encuentra en peores condiciones con cargas fuertes de tracción a las que corresponde en la misma sección y para la misma hipótesis de sollicitaciones compresiones de bajo valor relativo. Así en el arranque de dicho arco aparece agua arriba una tracción importante de 14,33 kg/cm² con una compresión agua abajo de 30,03 kg/cm² y en el mismo arco, y cerca del estribo aparece una tracción agua abajo de 14,66 kg/cm² con una compresión agua arriba de 26,92 kg/cm².

Respecto al tema de la geología, en este Informe de octubre de 1967 el Ingeniero de Vigilancia incorpora las apreciaciones que aparecen recogidas en el anejo 6 del Proyecto Modificado (1967): *que durante la ejecución de la parte de presa construida*

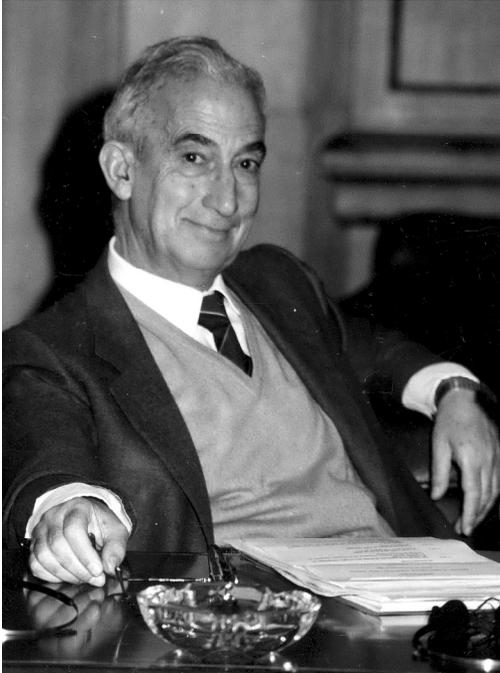
se ha podido observar por medio de las labores de excavación de cimientos, perforación de galerías y sondeos de reconocimiento que la roca presenta la suficiente homogeneidad y resistencia para garantizar el buen comportamiento de la misma. En cuanto a la impermeabilidad del vaso y de la cerrada tenemos los siguientes hechos:

En una avenida, el nivel de embalse alcanzó la cota 532, es decir, 32 m de carga de agua, sin que se observase ninguna anomalía. En los sondeos practicados para impermeabilización del vaso, cosido de fábrica e inyecciones de pantalla se han realizado pruebas de permeabilidad a 5 at obteniéndose pérdidas que podemos calificarlas de normales. Las admisiones de cemento también resultan reducidas: 366 Tn de cemento para una longitud de sondeos de 1215 m.

En el tema de los materiales de construcción se indica, a partir de los datos aportados de las obras de los años 1965 y 1966, que los hormigones siguen siendo pues un problema que ha de requerir una constante atención hasta el término de la obra; resistencias moderadas – poco aumento de resistencia de 90 a 365 días – excesivo desarrollo de calor de fraguado (aparición de grietas).

En el apartado sobre los planos del Proyecto Modificado, se recoge que los mismos *forman un conjunto completo que satisface, a este respecto, con lo establecido en las Normas de Grandes Presas*. Resulta muy interesante el comentario que Manuel Alonso Franco realiza sobre el plano B-2 (accesos por agua abajo a todas las tomas, pasarelas del paramento y galerías de visita): *en él pueden apreciarse lo gran penoso que será*

practicar estos accesos lo que repercutirá en la eficacia de la inspección que durante la explotación deberá realizar el personal de ella encargado; hubiese sido conveniente la instalación de un ascensor.



maestro de presas

Manuel Alonso Franco *Ingeniero*

(Foto cedida por Víctor E. Flórez Casillas)

El Informe de Alonso Franco sobre el Proyecto Modificado presentado en Madrid finaliza con las siguientes conclusiones:

A).- En este Informe se revisa solamente la parte puramente técnica de la obra. (...)

B).- Las modificaciones introducidas en la bóveda y sus estribos han sido claramente beneficiosas. Las cargas de trabajo excesivamente altas y muy disimétricas, del proyecto primitivo, han quedado reducidas a límites admisibles y con una mejor repartición. Las incidencias de los arcos superiores han mejorado sensiblemente.

Queda pues la presa de Soria con su estructura bóveda suficientemente bien encajada y con unas cargas de trabajo similares a las de otras presas de parecidas características.

c).- De una manera explícita no se menciona en el Proyecto el drenaje de los macizos rocosos de apoyo de la bóveda. No se les da la importancia debida, pues únicamente se les menciona en el P.C. al hablar de la pantalla de impermeabilización en donde se ordena una vez terminada la inyección, el dejarlos limpios.

El sistema previsto para la auscultación y vigilancia de la presa es correcto, pero no se habla del método más sencillo e inmediato: El control y aforo de las filtraciones.

D).- Debe aun reconsiderarse la conveniencia de la colocación de un ascensor en esta presa. Veríamos con agrado su colocación pues unos accesos cómodos facilitan la labor diaria de vigilancia.

E).- Los hormigones de esta presa han de requerir una constante atención por parte de la Dirección de la obra.

F).- Desde el punto de vista técnico no encontramos objeción alguna que poner a la aprobación por la Superioridad del presente Proyecto.

En la Nota del Negociado adjunta al Informe, donde José Luis Fernández Casado añade una recomendación para una mayor seguridad en el cumplimiento de la condición cuarta apartado c) de la orden de concesión (B.O. del Estado del 11 de Febrero de 1.961), lo que realmente llama la atención es la apreciación que realiza sobre la subpresión: *no considerada en los cálculos*.



Detalle del hormigonado de la bóveda con el *cacharrón*
(Foto Servicio Hidráulico de Las Palmas)

Presentado al S. de Caminos en 15.4.68

COMUNIDAD "LA LUMBRE"

PROYECTO MODIFICADO
del de
Reforma y Ampliación del Embalse para
aprovechamiento de aguas públicas discontinuas
en el Barranco de Soria

DOCUMENTO ADICIONAL

Ingenieros de Caminos

D. Luis Fedriani Ysern
D. Francisco Pérez Cerdá
D. Rafael Conejos García

Madrid, Marzo de 1.968

(Fuente Comunidad La Lumbre)

El último Boletín Informativo de la construcción de la presa que ha podido ser localizado es el del cuarto trimestre de 1967, con fecha de diciembre. El Director de la Obra aportó la siguiente información sobre la marcha de la obra:

Se ha continuado con el hormigonado de la bóveda así como del estribo izquierdo de la Presa, hormigonado que se ha visto interrumpido durante el mes de diciembre debido a las lluvias caídas a finales del mes de noviembre, las que dejaron la pista de acceso completamente intransitable.

Las cotas de tajos al final de noviembre eran las siguientes:

<u>TAJOS</u>	<u>METROS</u>
1	606,68
2	573,20
3	605,30
4	597,42
5	595,34
6	599,94
7	597,24
8	602,52
9	587,64
10	606,96
12	599,17

En el apartado de los datos de obra el Ingeniero de Caminos Saturnino Alonso Vega añadió la siguiente información:

- El 21-10-67, se terminó la excavación de la ladera derecha hasta la cota 600.
- El 10-11-67, se comenzó el hormigonado de un nuevo tajo, el nº 9, situado en la margen derecha del cuerpo de la bóveda.
- El 21-11-67, las lluvias caídas en este día (119 lt/m²) hicieron correr el barranco en cantidad, alcanzando el agua embalsada la cota 546 mt. La pista quedó intransitable y la obra hubo de pararse por espacio de un mes.

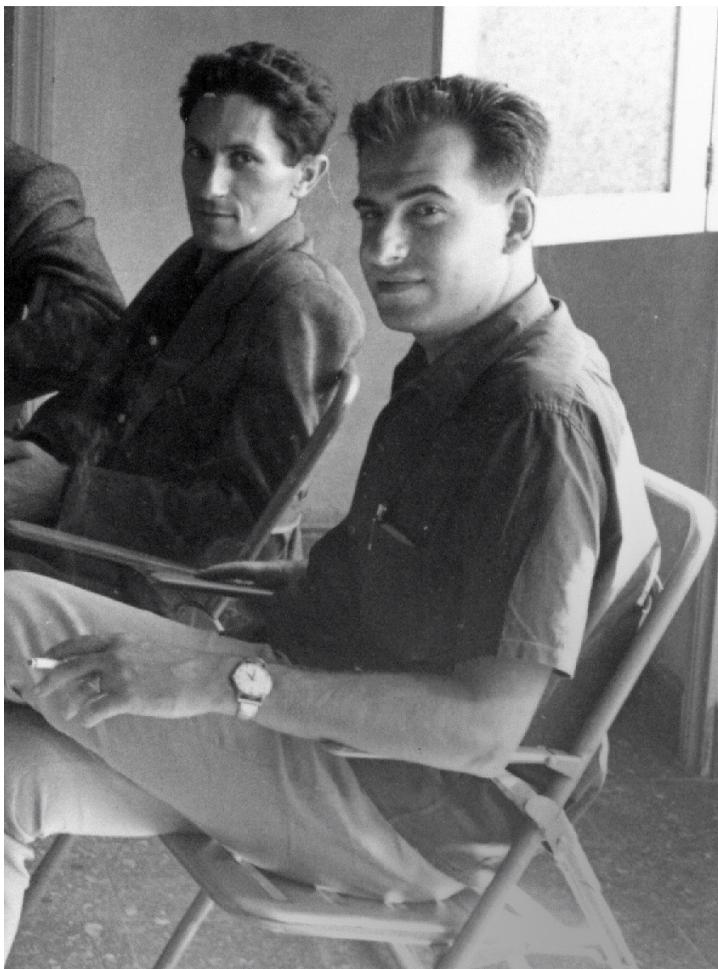
AFOROS.

Galería tapen fondo (conjuntas)

1ª Galería - cota 530 (Marg derecha)
El Brusco

COTAS	EMBALSES
10 MTs.	46 MTs.
1'5 Lt/min.	20 Lt/min.
150 Lt/min.	15 Lt/min.
	650 Lt/min.

Estas pérdidas se efectúan en su mayor parte por la roca de la ladera derecha y por el fondo del cauce.



El Ingeniero de Caminos don Saturnino Alonso Vega (*al fondo*) y el Ayudante de Obras Públicas don Ricardo Martínez Ramón

(Detalle de la foto cedida por Agustín Sanabria Suárez)

Informe sobre el estado de diversas presas de Gran Canaria Soria-Parralillo-Candelaria-Gambuesa-Tirajana y Fataga en construcción. Caidero de la Niña, Chira, Cuevas de las Niñas en explotación (Enero de 1968). 9 de marzo de 1968

Durante la semana del 22 al 27 de enero de 1968 Vigilancia de Presas realizó una inspección por varias presas en construcción y tres presas en explotación. En las consideraciones generales don Manuel Alonso Franco resalta la poca disposición a dejar desagüe de fondo en las presas, y que las razones que se aducen olvidan por completo la función primordial de este órgano que es la de poder reducir la carga de la estructura en un corto plazo ante una contingencia de carácter grave que pudiera presentarse.

Respecto a estas posibles *contingencias*, parece obligado recordar el grave incidente de la Presa de San Lorenzo en Marzo de 1988, localizada aguas arriba del pueblo de San Lorenzo. El agua puso al descubierto la grieta inmemorial que había en el terreno, por segunda vez en la historia de la presa. No hubo desagüe de fondo, el *peligro* duró varios días.

Informe sobre la Presa de Soria (Gran Canaria) - 1968

La visita a las obras tuvo lugar el día 25 de enero de 1968. En este caso, Alonso Franco sólo tuvo por compañero al Ingeniero Nistal Bedia, que fue precisamente el autor del proyecto de recrecimiento de la Presa de San Lorenzo en 1963, cuya obra nunca se debió realizar si se hubiese entendido entonces que el problema estaba en el terreno y no en la construcción de la presa primitiva, diseñada por don Juan León y Castillo *Ingeniero*.

En el informe Alonso Franco recoge que la construcción continua aunque a ritmo lento, estando el bloque más alto (el número 10) a la cota 610 y el más bajo (bloque 2) en la cota 573. Por otro lado añade que *se sigue construyendo con calidad aceptable, según se desprende de la observación de la fábrica sin coqueras, rebabas ni desplomes en sus paramentos.*

Los áridos para fabricación de hormigones, caballo de batalla de esta obra, han variado repetidas veces de cantera de procedencia; el árido grueso ha procedido siempre de las proximidades de la obra, no así la arena que se ha utilizado de machaqueo, de barranco, de playa y actualmente procede de un depósito natural mezclándose con una parte de playa. Esta arena de aspecto feo, color muy oscuro, está influyendo favorablemente en los hormigones, pues es una arena muy limpia y de mayor densidad que las empleadas hasta ahora; carece de finos y ese es el motivo de que se le agregue una parte de arena de playa. El hormigón que vimos colocar nos pareció demasiado fluido.

A continuación, el Ingeniero de Vigilancia aporta los resultados de la rotura de varias probetas cilíndricas de 15 x 30 de un hormigón de 300 kg de cemento, para indicar que *sigue pues existiendo los problemas que han tenido siempre los hormigones de esta obra: resistencias algo bajas y un aumento de las mismas con el tiempo (a partir de los 28 días) poco acusado.*

Para cerrar este capítulo sobre los hormigones, Manuel Alonso Franco recuerda que se había indicado varias veces la necesidad de realizar un estudio de estos problemas, y que se tenía que

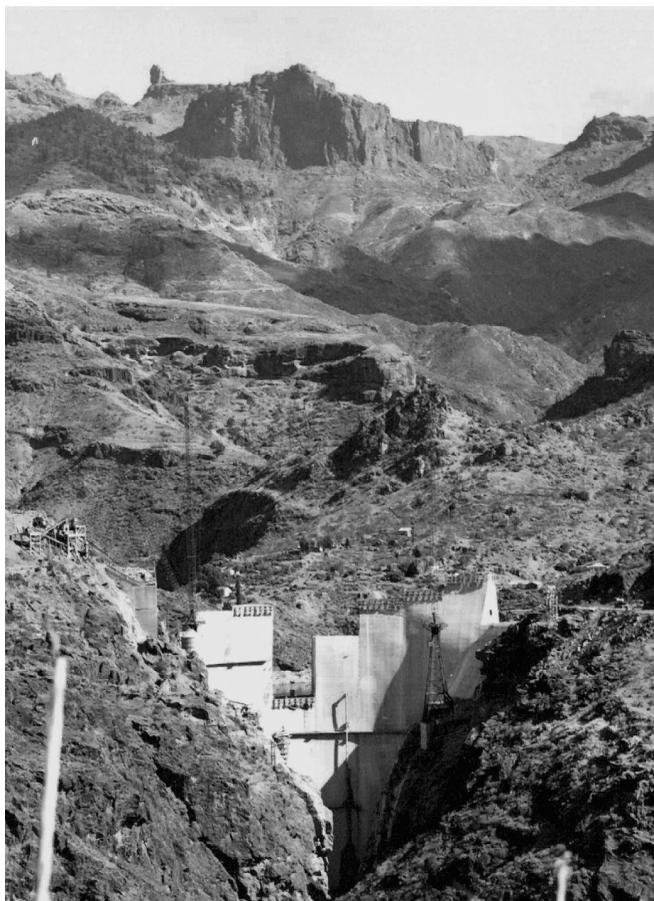
informar de ello a la Dirección General de Obras Hidráulicas por medio de Boletines de Información o por escrito aparte. Esta cuestión de la falta de información se debía al hecho de que Madrid no había recibido, como bien se indica en el informe, ningún boletín de información correspondiente a los años 1966 y 1967. Desconocemos si se llegaron a realizar los cuatro boletines de 1966 por parte de los Servicios Hidráulicos de Canarias, pero los tres boletines de 1967 que han podido ser consultados ahora no habían llegado a las manos del Ingeniero de Vigilancia de Presas encargado de las Islas Canarias.

Continúa el informe señalando que en el día de la visita la carga de agua era de 47 metros de altura, no apreciándose ninguna filtración a través de la presa pero en las galerías 554 y 530 si había filtraciones muy abundantes en sus prolongaciones en la roca, siendo más destacadas en el estribo derecho (*afectan únicamente a los primeros metros de la roca, cosa lógica por estar más deteriorada y descomprimida*).

Mencionamos este hecho sin darle mayor importancia; **falta por realizar el drenaje del macizo rocoso de apoyo por medio de perforaciones entre galerías** y quizás haya necesidad de efectuar una inyección de corrección. De todas formas deben de aforarse las filtraciones sistemáticamente.

También se incluyen unos comentarios muy interesantes sobre el depósito de *escombros y materiales sobrantes* que hay en el cauce del Barranco de Soria desde hace más de 40 años: *es difícil comprobar si hay filtraciones a través de la roca con salida por agua abajo de la presa, pues esta zona está llena de escombros,*

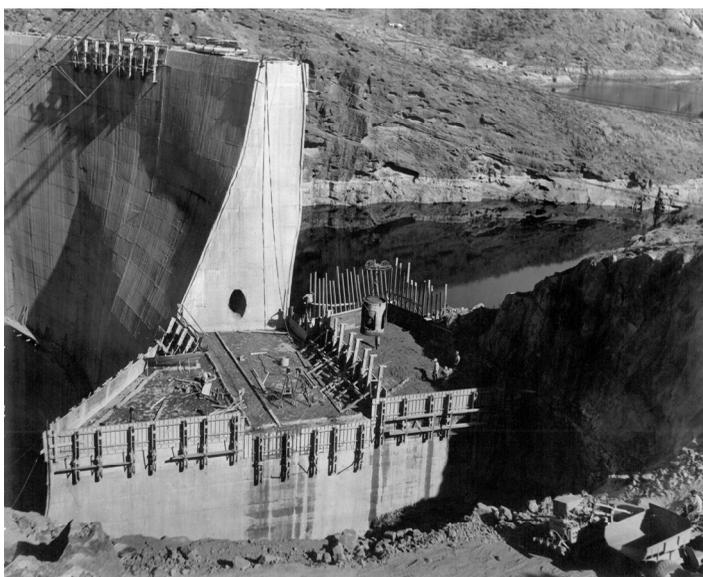
de material vertido del exceso en la clasificación de áridos y de agua del lavado de los mismos. Es inadmisibles estos depósitos tan cercanos a la presa, pues dificultan la observación directa de su comportamiento.



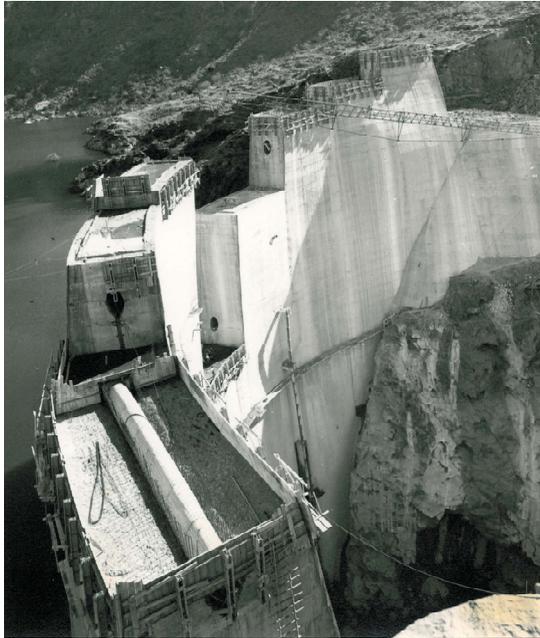
Construcción de las zonas altas de la Presa de Soria
(Foto Servicio Hidráulico de Las Palmas)

En la parte final del Informe, el Ingeniero Alonso Franco incluye los siguientes comentarios acerca de las zonas altas de la presa:

Las zonas altas hormigonadas responden ya a las modificaciones introducidas en la estructura para lograr una mejor incidencia de los arcos y un mejor reparto de las cargas, modificaciones que han sido recogidas en un proyecto reformado. **En los bloques del estribo izquierdo que ya han alcanzado la cota 610 se observa un cambio brusco en la línea de su paramento de agua abajo con un desplome, que parece excesivo, hacia el embalse.** No sabemos si ello se debe a un error en el replanteo o responde con exactitud a la estructura modificada, y lo señalamos aquí para que se comprueben estos extremos.



Estribo izquierdo. (Foto Comunidad La Lumbre)



Detalle del hormigonado en bloque
(Fotos Servicio Hidráulico de Las Palmas)

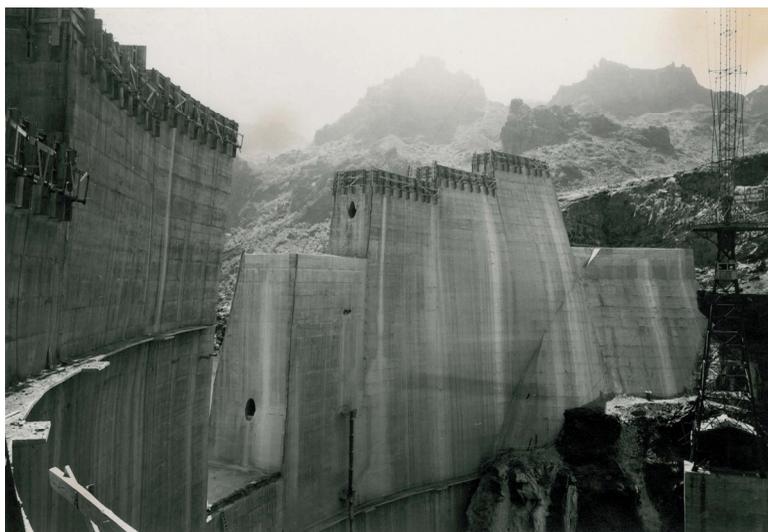
Parece oportuno incluir en el presente trabajo que en la Nota del Negociado adjunta del *Informe sobre el estado de diversas presas de Gran Canaria (Enero de 1968)*, el Ingeniero José Luis Fernández Casado añadió unas impresiones muy interesantes sobre *el estado de peligrosidad en el que se encuentran en general las presas del Archipiélago*, a partir de los informes que se habían realizado en 1964 y en 1968, y por las numerosas visitas a la gran isla por parte de Alonso Franco y Fernández Casado.

El Jefe del Negociado indica que las medidas propuestas en 1964 por la Sección de Vigilancia de Presas *no se han realizado en la amplitud requerida debido principalmente a las siguientes causas:*

- a).- Personal técnico insuficiente
- b).- Falta de recursos económicos

La falta de recursos económicos plantea un delicado problema. La posición de los propietarios parece lógica. Dentro de su mentalidad consideran las presas seguras. Si se trata de un trámite más (el refuerzo) exigido por la Administración, se disponen a efectuarlo, fundamentalmente por mantener buenas relaciones. Pero cuando consideran los gastos relativamente elevados, acuden a que en las cláusulas de la concesión no figuraban tales compromisos, y en definitiva, toman la posición de que si la Administración considera que son necesarios tales refuerzos se deben hacer por cuenta de la misma.

Nada ha cambiado en los últimos 40 años.

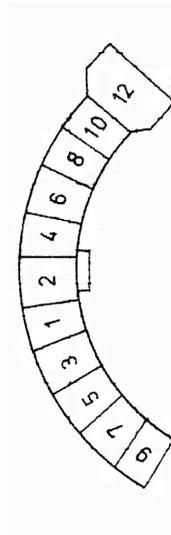
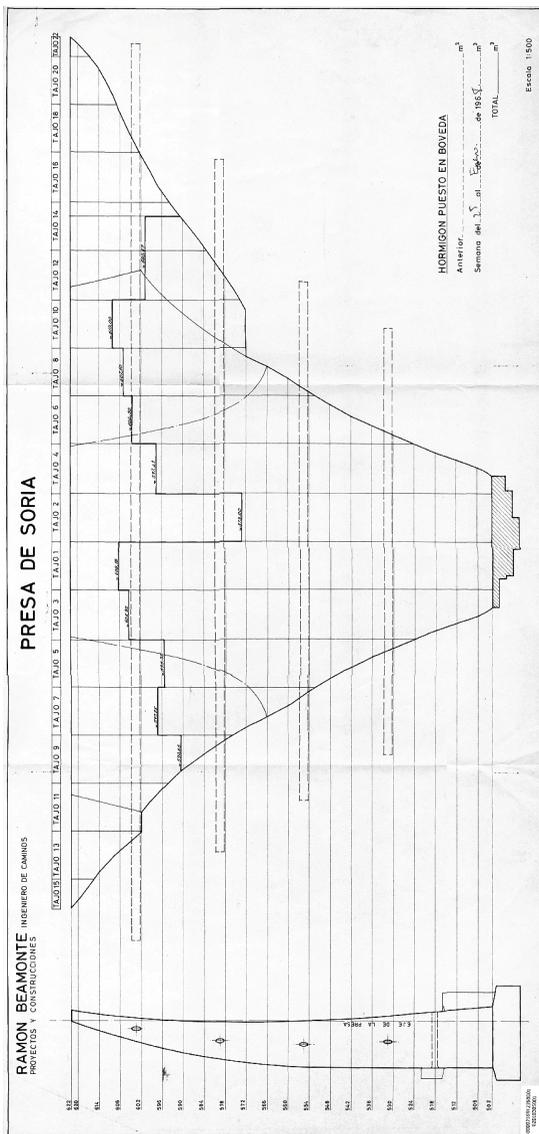


Interrupción de las obras de la Presa de Soria en febrero de 1968

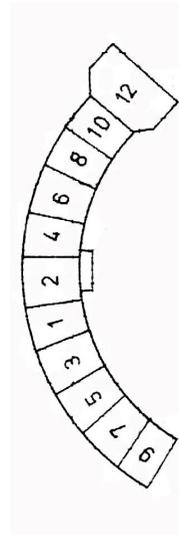
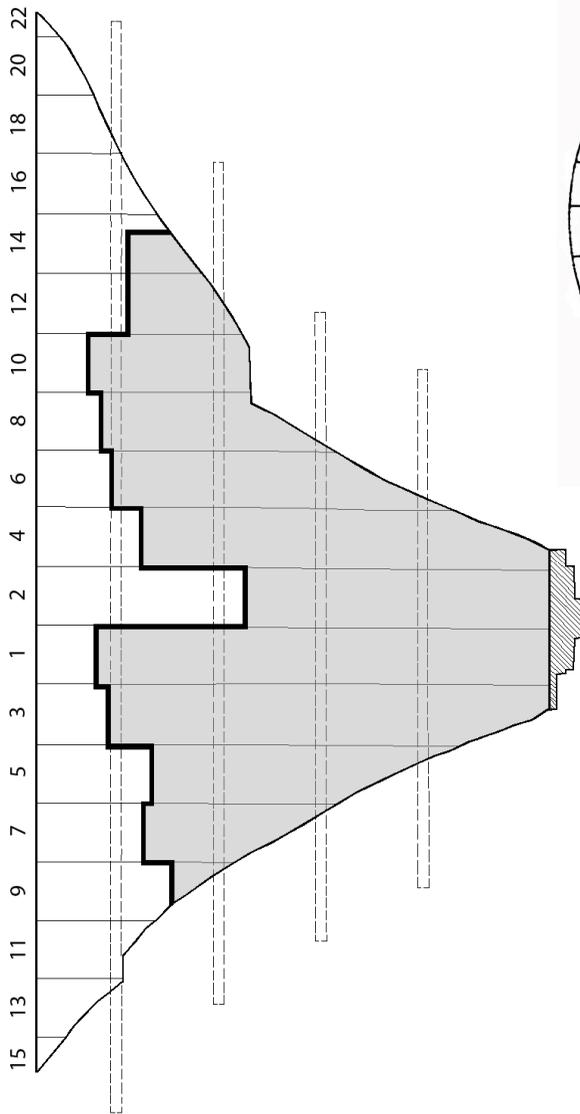
(Fotos Servicio Hidráulico de Las Palmas)

Por último, la visita a la presa del Ingeniero de Vigilancia de Presas don Manuel Alonso Franco el día 25 de enero de 1968 coincide con un alzado desde aguas abajo que tiene la misma fecha. Este documento de la empresa constructora RAMON BEAMONTE tiene una gran importancia ante la interrupción posterior de las obras el día 13 de febrero de 1968.

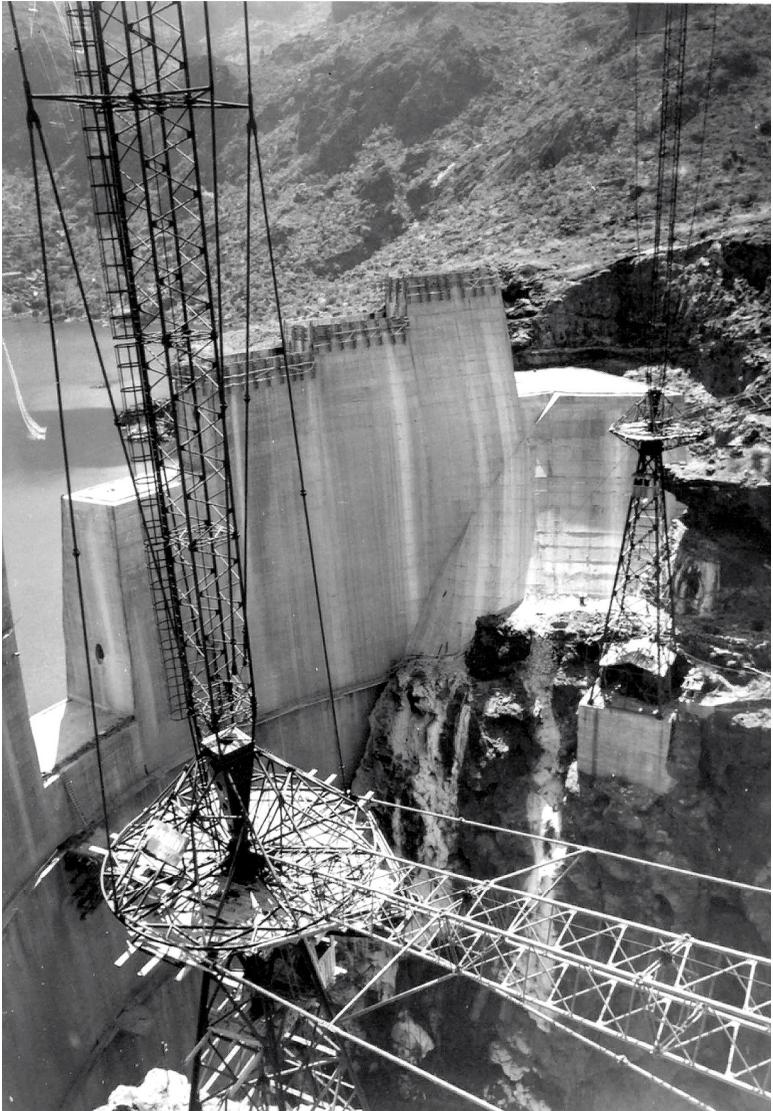
Las obras estuvieron interrumpidas más de año y medio, hasta el verano de 1969, aunque en la historia de la construcción de la Presa de Soria la Nota Informativa más interesante fue redactada en Madrid y tiene fecha de 29 de julio de 1968.



Alzado desde aguas abajo. 25 de Enero 1968 (constructora)



Alzado desde aguas abajo. 25 de Enero 1968 (Elaboración propia)



Detalle de las grúas Derrick y los tajos de la bóveda
(Foto Servicio Hidráulico de Las Palmas)

Nota sobre la Presa de Soria (Julio de 1968)

la presa primitiva no puede considerarse
como un buen ejemplo

Con las obras de la Presa de Soria interrumpidas desde febrero, en julio de 1968 se redacta en Madrid una nota sobre la presa *para el Consejo de Obras Públicas*. En mi opinión, se trata de la nota más interesante e importante de toda la historia de la construcción de la única presa bóveda de Canarias en el congreso de ubicación del muro en el Barranco de Soria.

Esta *Nota sobre la Presa de Soria* no está firmada por ningún ingeniero, pero la frase *–las tracciones, es el caballo de batalla de una presa bóveda–* nos indica que el autor de la misma fue el Ingeniero de Vigilancia de Presas don Manuel Alonso Franco. En la nota informativa de la última visita llevada a cabo a la presa (el 25 de enero de 1968), Alonso Franco había escrito que *los áridos para fabricación de hormigones, caballo de batalla de esta obra, han variado repetidas veces de cantera de procedencia*. Además, él era el ingeniero que mejor conocía la historia de la construcción de Soria en Madrid.

La nota presenta unos antecedentes muy reveladores sobre la historia de *lo imaginado* (1959); la denuncia de las cargas excesivas por parte de Fernández Casado (1960); la aprobación del proyecto (1961); y la insistencia de Vigilancia de Presas desde 1964 de hacer una revisión del Proyecto de 1959. Esta introducción de la nota finaliza con el asunto de la orden de que se redactara un Proyecto Modificado (diciembre de 1965).

Así pues, la nota comienza indicando que el proyecto de la Presa de Soria fue realizado por los Ingenieros de Caminos D. Luis Fedriani Isern y D. Francisco Pérez-Cerdá.

Se trataba de una estructura bóveda muy simple, poco trabajada: ARCOS DE UN SOLO CENTRO Y ESPESOR CONSTANTE; resultaban en la misma unas cargas máximas de 75 Kg/cm² de compresión y unos 25 Kg/cm³ de tracción.

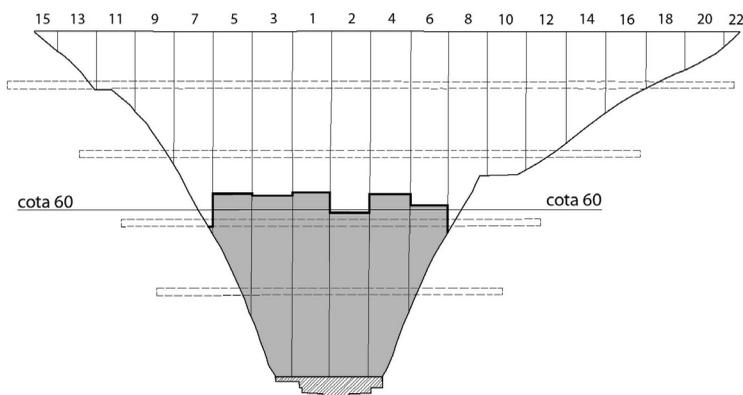
A continuación explica que para la aprobación del proyecto de 1959 no hubo informe de Vigilancia de Presas porque aún no había nacido dicho organismo, aunque si lo hubo de la Comisión de Normas de Grandes Presas, y que dentro de ella Fernández Casado había denunciado las cargas excesivas a que está sometida la estructura en comparación con estructuras similares en Italia. Parece oportuno señalar que en diciembre de 1959 los Ingenieros de Caminos Adolfo Cañas y Manuel Leiros, de la Jefatura de Obras Públicas de Las Palmas, también habían realizado un informe sobre la bóveda diseñada, cuyas consideraciones parece que no tuvieron su momento a lo largo de la historia de la construcción de la presa.

Finalmente el proyecto fue aprobado en 1961, pero Alonso Franco resalta que *con una serie de recomendaciones más que prescripciones*. En enero de 1964 Vigilancia de Presas comienza su actuación con la obra de la Presa de Soria, por lo que se incluye en los antecedentes que en las Notas Informativas de Vigilancia se *insiste repetidamente en la necesidad de hacer una revisión del Proyecto*.

También se deja claro que no bastaba con rigidizar el estribo izquierdo, por lo que se *insiste repetidamente en la necesidad de una revisión a fondo del proyecto*. En definitiva, Alonso Franco escribe que lo que pretende Vigilancia de Presas es *la modificación de la estructura, introduciendo arcos de varios centros y de espesor variable, para lograr un mejor encaje (incidencia) de la presa sobre el terreno y un trabajo más racional de la bóveda*.

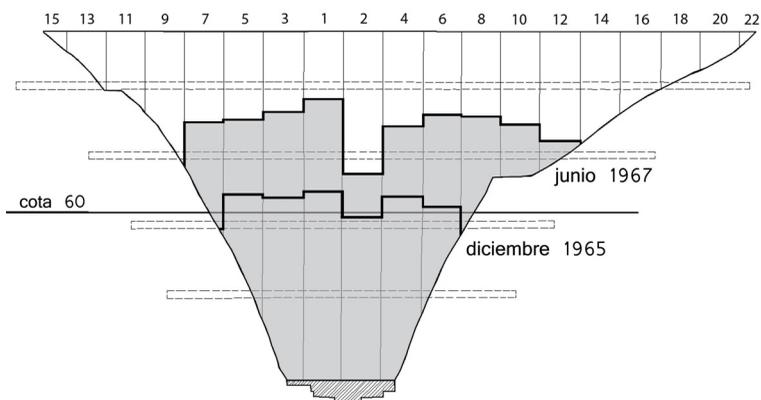
Respecto al Proyecto Modificado presentado en agosto de 1967, se añade al principio del apartado que *es evidente que en lo que se refiere a estructura, la presa primitiva no puede considerarse como un buen ejemplo. Es el resultado de una tramitación generosa (e ingenua) por parte de la Administración y un desprecio de la técnica por parte del propietario*.

la presa primitiva (66 m) - 1959



Alzado desde aguas abajo. Diciembre 1965 (Elaboración propia)

El Proyecto Modificado fue presentado para su aprobación el 5 de agosto de 1967. Según la documentación que ha podido ser localizada, las obras continuaron en 1966 y primera mitad de 1967 no sólo en los cuatro bloques centrales, sino en los tajos 5, 6, 7, 8, 10 y 12.



Evolución de la bóveda desde diciembre 1965 a junio de 1967
Alzado desde aguas abajo (Elaboración propia)

Según la *Nota sobre la Presa de Soria* del 29 de julio de 1968, *las diferencias entre este Proyecto y el primitivo (en referencia al de 1959) son notables.*

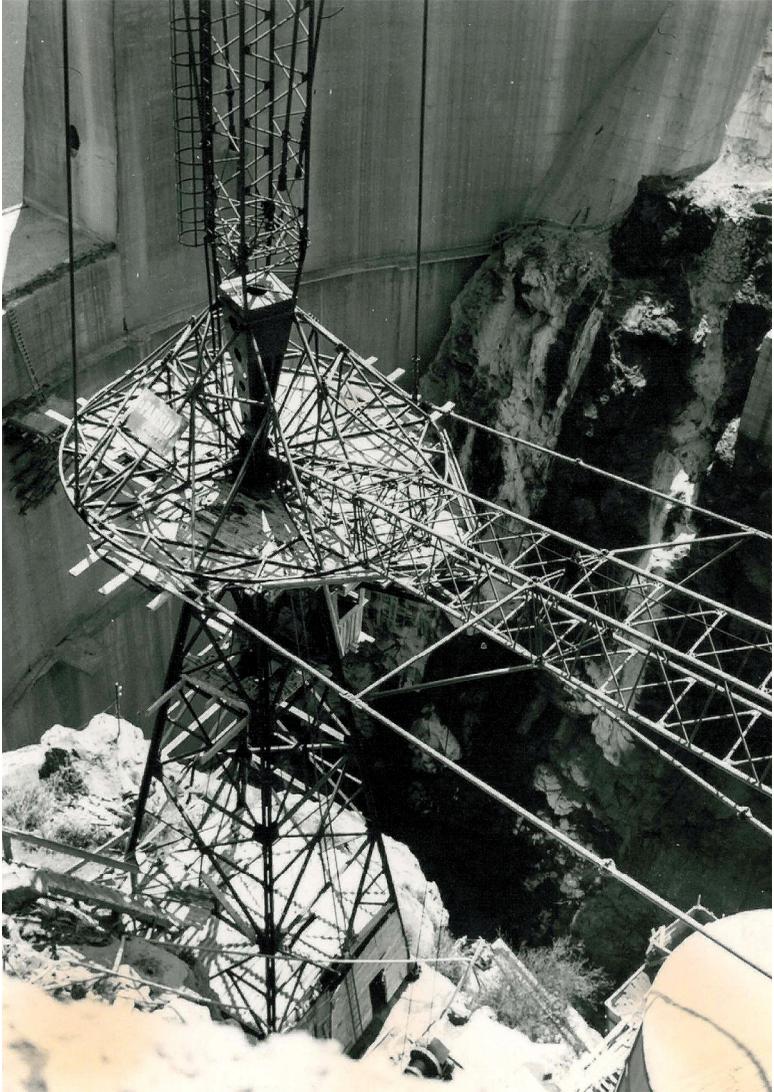
Las cargas máximas de 75 kg/cm² de compresión y 25 kg/cm² de tracción se han reducido respectivamente a 42 kg/cm² y 15 kg/cm². Además, lo más importante se ha logrado una mejor incidencia de la bóveda con el terreno.

Respecto a estas diferencias de cargas, y por comparación con otras presas de análogas características, es de suponer que había errores de cálculo en el proyecto primitivo.

Resulta todavía la tracción máxima (15 kg/cm²) relativamente grande, sin que esto quiera decir que exista peligro en la estabilidad de la obra. El resultado puede ser la apertura de algunas grietas que, en nuestro caso, por resultar estas tracciones en los arcos, tales grietas coincidirán con las juntas verticales.

Indudablemente, estas tracciones máximas hubiesen sido menores de utilizar arcos con sección creciente hacia los arranques (Santa Guistina y Lumici con sus 8 kg/cm² de tracción máxima nos lo confirman), en una palabra con una bóveda bien diseñada cosa que no lo puede ser la presa de Soria modificada, pues cuenta con el hándicap de sus 60 primeros metros del proyecto antiguo.¹

¹ En mi opinión, este importante parágrafo de la Nota sobre la Presa de Soria de 1968 está mal empleado en el *Documento XYZT de la Presa de Soria* de 1991, ya que en el *Documento XYZT* parece que fue en octubre de 1967 cuando la Sección de Vigilancia de Presas aportó este comentario. Como se puede comprobar, estas palabras fueron escritas en una nota dirigida al Consejo de Obras Públicas en 1968, durante la interrupción de las obras de la presa. De la lectura de la nota puede desprenderse la idea de que fue escrita en base al *conocimiento en tensión* que se tenía de toda la construcción reciente de la presa, es decir, desde enero de 1964 hasta enero de 1968, y del estudio de los proyectos de 1959 y 1967.



Detalle de la grúa Derrick de la margen derecha
(Foto Servicio Hidráulico de Las Palmas)

Las tracciones, es el caballo de batalla de una presa bóveda.

El punto siguiente de la *Nota sobre la Presa de Soria* de 1968 son las *Tracciones Admisibles*. El objetivo de mismo era *discutir más detenidamente la importancia que pudieran tener las tracciones mencionadas*. El apartado se inicia con una comparativa sobre las diferencias de las tracciones de la primera Instrucción española de Grandes Presas (año 1962) con la Instrucción española de Grandes Presas del año 1967. La cuestión era ver que con la Instrucción de 1967 las cargas de tracción de la Presa de Soria estaban dentro de los límites.

Las tracciones, es el caballo de batalla de una presa bóveda. Resulta penoso hacer la comparación de los resultados de cálculo de diversas presas bóvedas pues suelen ser presentados en condiciones no homogéneas. A veces se vislumbra la habilidad del proyectista para enmascarar unos resultados del proceso de cálculo que le dan unas cargas de tracción fuerte. Aunque en nuestro caso ya hemos indicado que hubiese sido posible reducir algo las tracciones, resulta verdaderamente difícil en muchas presas evitar tracciones de cálculo algo elevadas. Así en las presas bóvedas de Belesar y Susqueda resultan tracciones de más de 20 kg/cm² y en la de La Almendra de cerca de 30 kg/cm².

Hay que tener en cuenta que, en el caso de aparecer tracciones en una presa bóveda, y no resistirlas el hormigón, esto no conduce a la destrucción de la estructura. Automáticamente se establecen arcos de resistencia interna y las

ménsulas, por otro lado, descargan las zonas fisuradas, haciendo entrar en juego los arcos menos cargados. En el límite, una presa bóveda se destruye cuando se ha agotado la capacidad de resistencia a la compresión de su material (Congreso de Grandes Presas de Paris, Volumen II pág. 62 A. Coyne).

A parte de todo lo anterior vamos a hacer algunas disquisiciones. En nuestro caso la tracción de 15 kg/cm² corresponde a un descenso de temperatura de 10°, ya de por sí fuerte, más si se tiene en cuenta que las juntas se han inyectado con la presa fría. Pero además, hay que considerar que estas tracciones corresponden al arco de la cota 526 (26 m. sobre cauce) y dado el volumen del embalse, de llenarse completamente, previamente habría estado el arco de la cota 526 sometido al agua durante un cierto periodo y, en consecuencia debe contarse con el hinchamiento del hormigón debido a la ambición. Este fenómeno puede traducirse físicamente en un aumento de temperatura de 3 grados y en una disminución del coeficiente de dilatación de un 35%. Todo lo cual hace suponer que las tracciones señaladas de 15 kg/cm² pueden quedar sensiblemente reducidas en la realidad.

El art. n° 48-2 de la vigente Instrucción recomienda que en el caso de tracciones importantes y sin armaduras se estudie la distribución que se obtendría en la hipótesis de fisuración total del hormigón sometido a tracción y justificar que las compresiones máximas resultantes no exceden de las cargas admisibles. Sería interesante que se hiciese este estudio.

Las conclusiones de la Nota dirigida al *Consejo de Obras Públicas* son las siguientes:

A) - Admitimos que la presa de Soria no es ningún buen ejemplo de estructura bóveda.

B) - Las tracciones que resultan en el arco de la cota 526 aunque importantes, no debe pensarse puedan conducir a la destrucción de la estructura. Se encuentran algo por debajo del límite admitido por la vigente Instrucción de Grandes Presas.

c) - No obstante lo dicho anteriormente, para un estudio más exacto del problema tratado, puede solicitarse de los Ingenieros Autores del Proyecto un cálculo completo de la presa, admitiendo la fisuración de todas las zonas de hormigón extendido, conforme se indica en el artículo 48-2 de la vigente Instrucción de Grandes Presas y, además un estudio de las tensiones mediante modelo reducido.

D) - Recordemos que en el Informe de Vigilancia de Presas a este Proyecto modificado de la presa de Soria, se recomendaba que a la cota 600 se dejaran unos conductos provisionales, a través de la presa, para mantener en la misma el nivel del embalse. Actualmente la obra está parada y en los bloques de menor altura (572) se piensa dejar 2 conductos provisionales de desagüe.

Madrid, 29 de Julio de 1.968



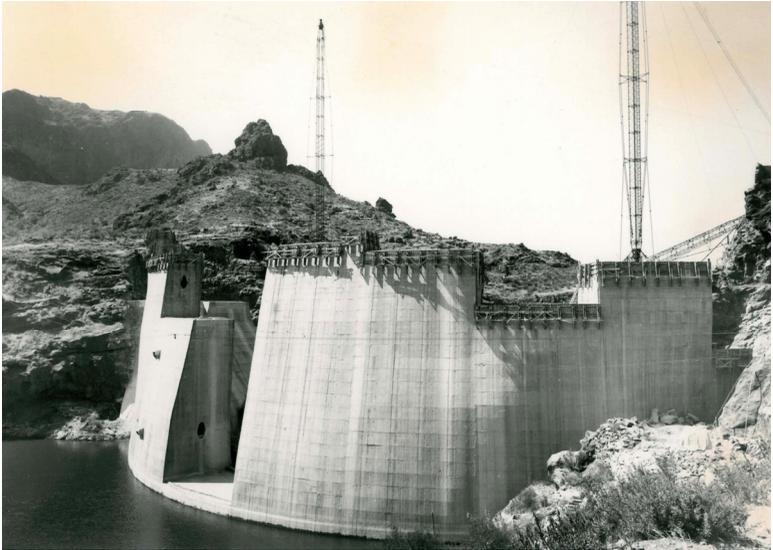
El congosto, la obra y la Cantera del Tanque (Foto Vigilancia de Presas)

Creo que se trata ahí de un caso quizás único en estas islas y que a este sitio la naturaleza parece proponer y permitir la edificación de una obra de una amplitud inusitada.

Ingénieur EDMOND DARDEL, 1933

La gorge est tres étroite, a parois verticales, surtout a parti d'un point qui est situé exactement au debouche Dans la rivieré du chemin descendant de la **Croix de Soria**.

Docteur en -sciences- Jacques Bourcart, 1933



La Presa de Soria en 1968 - 1969 (Fotos Servicio Hidráulico de Las Palmas)

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) el día 22 de julio de 1969

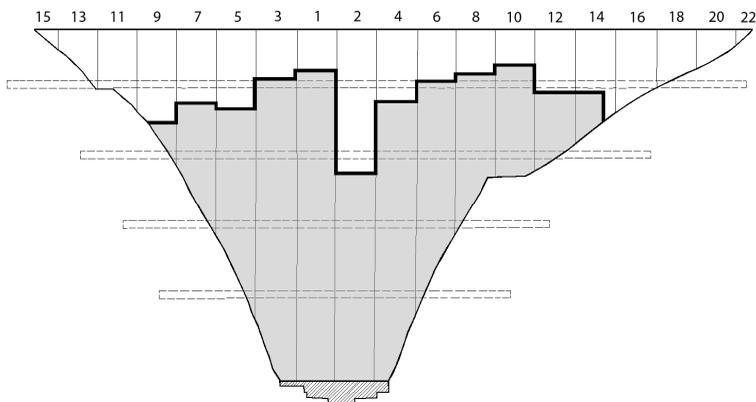
El día 22 de julio de 1969 el Ingeniero de Caminos don Manuel Alonso Franco realizó otra visita de inspección a la Presa de Soria, en compañía del Ingeniero de Vigilancia de Presas don José Luis Fernández Casado; del Ingeniero de la Empresa Constructora don José Luis Nistal Bedia; y de un geólogo del Servicio Geológico de Obras Públicas.

Parece oportuno indicar que el *maestro de presas* don José Luis Fernández Casado había ido por primera vez al Barranco de Soria en 1959 para realizar un informe geológico de la cerrada ubicada a la entrada del *cañón* del Barranco de Soria. Se trataba del tercer informe geológico que se redactaba para ubicar una presa en el barranco. Los otros dos informes habían sido realizados por el Geólogo Jacques Bourcart (1933) y el Ingeniero Federico Macau Vilar (1954). En la primera visita de Vigilancia de Presas a la isla de Gran Canaria, en enero de 1964, Fernández Casado volvió a visitar el congosto de ubicación de la gran Presa de Soria para ver las obras iniciales de la presa. En el verano de 1969 volvía a ver por tercera vez el terreno bajo la *Cruz de Soria*, esta vez para realizar una inspección de una bóveda que llevaba interrumpida desde el 13 de febrero de 1968.

El primer punto de la Nota Informativa fue sobre el estado de la presa en el verano de 1969, indicándose al principio de la misma que la presa llevaba un año y medio con su construcción interrumpida. Tal y como se recoge en la nota informativa, la

reanudación de las obras tendría lugar *en un futuro muy inmediato*.

La presa ha quedado escalonada en sus diferentes bloques, el más alto (bloque n° 10) a la cota 614,50 m y el más bajo (bloque central) a la cota 573,50.



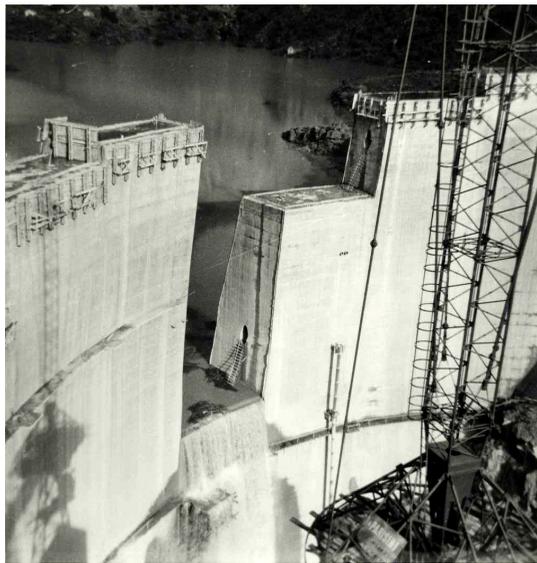
La bóveda de Soria en febrero de 1968
Alzado desde aguas abajo (Elaboración propia)

En el presente año hidráulico, de abundante precipitación, el embalse reboseó por el punto más bajo de la presa (573,50). No se posee una información de valor sobre el volumen de agua vertida ni la retenida.

El día de la visita el embalse tenía un vacío de 1,90 m (cota del agua = 571,60). El embalse desciende actualmente 1 cm por día, siendo estas pérdidas debidas a la evaporación y a las filtraciones.



El embalse rebozó por el punto más bajo de la presa (573,50)
(Foto Vigilancia de Presas)

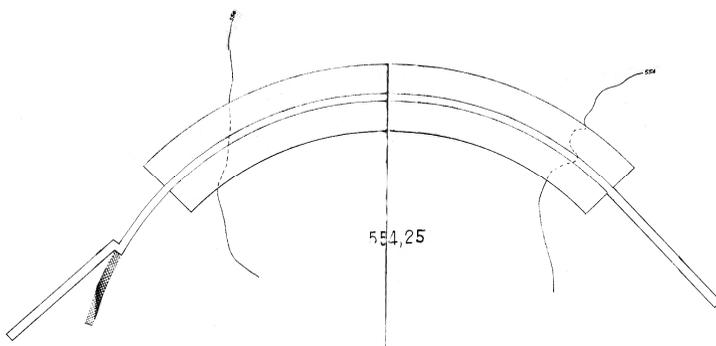


(Fotos Vigilancia de Presas)



(1968 – 1969) año hidráulico de abundante precipitación
Terreno, obra y agua (Foto Vigilancia de Presas)

El segundo punto de la Nota Informativa de 1969 aporta los datos de la inspección realizada. El día de la visita los Ingenieros de Caminos sólo recorrieron las galerías de las cotas 554 y 530, ya que las galerías superiores (602 y 578) se encontraban en la zona no terminada de la bóveda, mientras que la galería de la cota 500 se encontraba llena de agua por carecer de desagüe.



Para la galería cota 554, y con una carga de agua de 17,60 m, Alonso Franco escribió que *la fábrica se encuentra completamente seca, lo que denota un hormigón de buena calidad y esmeradamente colocado. Las juntas transversales se encuentran algo abiertas pero no dan agua. Los drenes de la fábrica muy mal conservados están obstruidos por escombros en su mayoría.*

Las prolongaciones de estas galerías en la roca dan abundante agua en sus primeros metros, mejorando esta situación a medida que se profundiza en el interior. Este hecho se debe a un contacto no perfecto entre fábrica y terreno, a una roca descomprimida en sus primeros metros y a un empeoramiento de su estado por una excavación de la cimentación realizada sin métodos adecuados.

Las galerías en la roca están sin solera de recogida de aguas y sin realizar los conductos que han de formar el sistema de drenaje de los estribos.



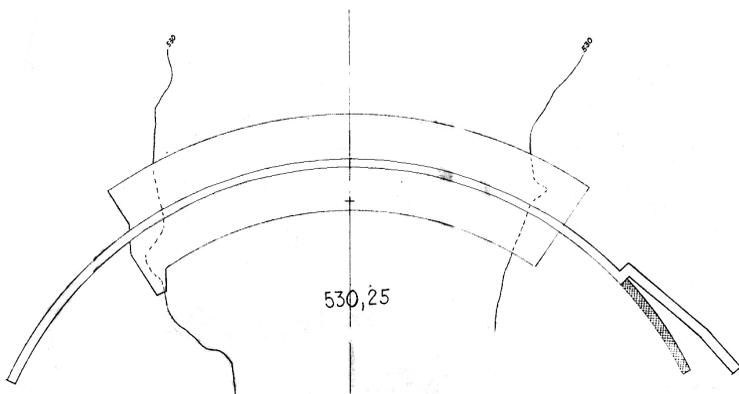
La Presa de Soria desde la Mesa de Soria (28 de febrero de 2010)
(Foto Jaime González)

Resulta sorprendente que en el año hidráulico de 2009 – 2010, *de abundante precipitación*, donde la Presa de Soria pasó de estar vacía a tener una carga de agua de 86 metros en sólo dos meses de *lluvias excepcionales* (Diciembre y Febrero), no se haya realizado ninguna visita de inspección y reconocimiento ocular al interior de las galerías 530, 554 y 578 por parte de técnicos especializados en la conservación, mantenimiento y seguridad de presas. Y además, externos a la explotación.

En mi opinión, el Cabildo Insular de Gran Canaria no ha tenido nunca ningún interés por el estado y la seguridad de la gran bóveda de Gran Canaria. No fue capaz de construir una presa en la entrada del *cañón* del Barranco de Soria, lo hizo la iniciativa privada, y no ha sido capaz de hacerse cargo de su evaluación y seguridad desde hace décadas. El Cabildo Insular de Gran Canaria nunca ha sabido estar *en forma* con el tapón y la bóveda de la *magna* Presa de Soria; quizás sea necesario entonces que las cosas vuelvan a ser cómo antes. Hay que volver a la antigua forma de proceder.

Estas impresiones y comentarios personales tienen su concepción principal en el hecho de que la visita de los dos Ingenieros de Vigilancia de Presas en julio de 1969, Alonso Franco y Fernández Casado, se inclinara más por el comportamiento y estado de la presa frente a la carga de agua hasta los 73,50 m, que en la propia finalización de las obras. Por eso soy de la opinión de que la seguridad de la Presa de Soria debe volver a las manos de Vigilancia de Presas, a Madrid.

Hay que volver a la antigua forma de proceder.



Respecto a la cota 554, y con una carga de agua de 41,60 m, Alonso Franco escribió en 1969 que eran *válidas las mismas observaciones hechas para la galería anterior.*

Aquí el apéndice derecho en roca da destacadamente más agua que las demás. El apéndice izquierdo es sólo parcialmente visitable por acumulación de agua por tener solera con pendiente desfavorable.

Las conclusiones de la Nota Informativa escrita por el *maestro de presas* don Manuel Alonso Franco son las siguientes:

a) El aspecto general de la fábrica indica que se ha conseguido una calidad muy aceptable en su construcción; los 73,50 m inferiores de presa, que ya han sido probados, no tienen ninguna filtración. Estas tienen lugar por la roca, sin que se conozca su caudal ni su evolución por no hacerse unos aforos sistemáticos de las mismas.

b) Deberá aprovecharse la situación de la presa, que permite hacer embalses parciales, para realizar una serie de observaciones de tipo hidrológico y de comportamiento de la presa. Así: aforo de filtraciones y su evolución con el tiempo y con la altura del embalse; control del posible arrastre del suelo en las filtraciones; precipitaciones aportaciones y pérdidas por evaporación.

c) Se deberá dar salida al agua acumulada en las galerías, y proceder a su limpieza (retirada de tablones y escombros) así como la limpieza de los drenes de la fábrica. Estas labores se harán a expensas del Contratista.

d) No debe demorarse por más tiempo la ejecución del drenaje del macizo rocoso de apoyo de la bóveda. Se realizará por medio de drenes perforados en las galerías abiertas en la roca. Se inyectará en las zonas que sea necesario.

e) En la reanudación de la obra deberá emplearse el precorte tanto en las excavaciones de la cimentación de estribos como en la apertura de galerías.

f) Deberán dejarse en la estructura los orificios de desagüe de aligeramiento en las condiciones de detalle que fueron definidos en su día. Independientemente de las condiciones que imponga el estado de las expropiaciones, alguno de los orificios deberán dejarse a la cota más baja posible (alrededor de la cota 80) dotados de un cierre, provisional que permita su voladura; los orificios altos deberán

dejarse libres. Esta situación se mantendrá hasta que se haya probado la estructura.

Madrid, 29 de Julio de 1.969.

EL INGENIERO DE VIGILANCIA DE PRESAS,

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'M. Alonso', with a long horizontal stroke extending to the right.

Tal y como se puede comprobar, la Nota Informativa se centra en la inspección realizada a las galerías cota 554 y 530. Eran las únicas galerías que se podían visitar, ya que la galería del tapón de fondo se encontraba llena de agua y las dos galerías superiores aun no habían sido terminadas.

A pesar de que el cuerpo principal de la Nota Informativa sólo se centra en la visita a las dos galerías intermedias, por la carga de agua que tenía la presa el día 22 de julio de 1969, las conclusiones recogen algunas cuestiones muy interesantes, como son las de aprovechar la situación de la presa para realizar *observaciones* sobre el comportamiento de la misma; el tema del precorte para las excavaciones de la cimentación de estribos y la apertura de galerías en la roca; y la cuestión del drenaje del macizo rocoso de apoyo de la bóveda. Las conclusiones de esta Nota Informativa de julio de 1969, cuando la última visita a la Presa de Soria había sido en enero de 1968, denotan claramente el gran conocimiento que tenía Alonso Franco de las obras de la presa, del terreno y de los dos proyectos realizados de la bóveda (1959 y 1967).

La Nota de la Sección adjunta a la Nota Informativa fue redactada por Fernández Casado, el cual estaba totalmente conforme con las *observaciones* realizadas por el Ingeniero de Vigilancia de Presas Manuel Alonso Franco. Aún así, Fernández Casado *Ingeniero* insiste en tratar algunos *aspectos generales* relacionados con la Presa de Soria.

Los siguientes *aspectos generales* también denotan el gran conocimiento que Fernández Casado tenía de los hechos:

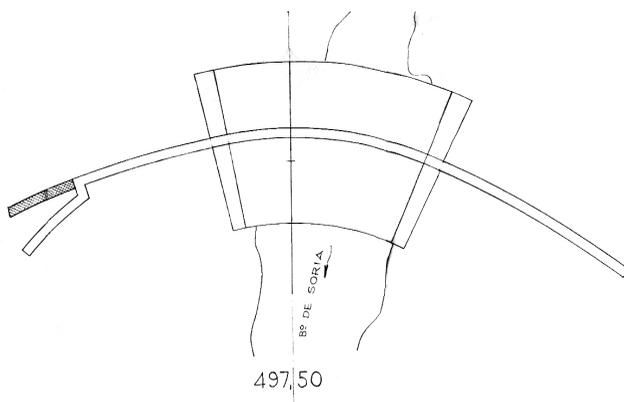
a) Las filtraciones que aparecen en las galerías en roca parece que son debidas principalmente a las fisuras abiertas por los explosivos utilizados durante las excavaciones del cimientó. Insistimos, pues, que en las excavaciones de los cimientos de una presa debe utilizarse la tendencia universalmente aceptada de emplear métodos especiales (precorte, etc.) que eviten el deterioro de la roca, más en las del tipo volcánica por sus características de fragilidad.

Parte de dichas filtraciones pueden ser debidas a un no correcto colocado de la primera tongadas de hormigón - humedecido y limpieza de la roca, además de interponer una capa de mortero.

b) Es inadmisibile el estado de abandono en que se encuentran los conductos de control y seguridad, ejecutados mediante moldeo, entre las galerías de la Presa. El hecho de que el hormigón sea impermeable no justifica tal abandono. La finalidad de los conductos es

múltiple, por un lado se controla la impermeabilidad del hormigón durante la construcción, pero en la vida de la presa, además de disminuir la presión intersticial, tienen la importante misión de detectar posibles fisuras y su corrección correspondiente. Llevando la cuestión a un símil, es inadmisibles prescindir de los dispositivos de control y lanchas de salvamento en un trasatlántico por el hecho de que el barco esté bien construido.

c) Análogamente, las prolongaciones de las galerías en la roca - **que debían haberse hecho en prolongación de la cuerda de los arcos y no siguiendo las direcciones de estos** - se encuentran en un estado intolerable de abandono y de difícil recorrido. Estos elementos, las galerías, no son solamente dispositivos de control y seguridad durante la explotación de la obra, sino que también lo son durante la construcción y más en nuestro caso en el que se establecen embalses parciales.

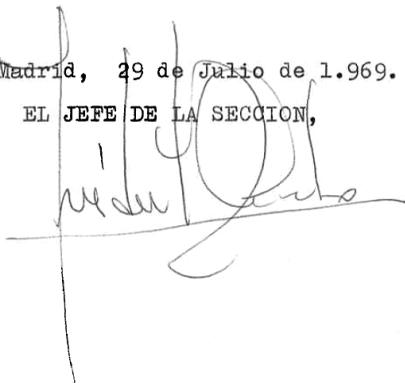


d) En general, los accesos, gráficos de información, relación de datos Libro de la Presa (sin rellenar el último periodo de explotación parcial), están descuidados. Urge normalizar esta solución.

En las galerías en roca interesan refuerzos parciales, que pueden consistir en bulonaje con mallas y más especialmente, revestimientos parciales en zonas arcillosas y meteorizables.

Madrid, 29 de Julio de 1.969.

EL JEFE DE LA SECCION,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. del ...', written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and partially obscured by the text above it.

SORIA nº 671 (Foto Vigilancia de Presas)



Excavaciones de la cimentación del estribo derecho
(Foto Comunidad La Lumbre)

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) el día 26 de febrero de 1971

Según parece, se trata de la última Nota Informativa sobre las obras de la Presa de Soria del Ingeniero de Vigilancia de Presas don Manuel Alonso Franco. Por lo tanto, la actuación directa de Vigilancia de Presas con la obra se inició en enero de 1964 y finalizó en febrero de 1971, aunque la intervención de Fernández Casado con el terreno y la presa fue más prolongada en el tiempo, desde 1958 hasta 1971.

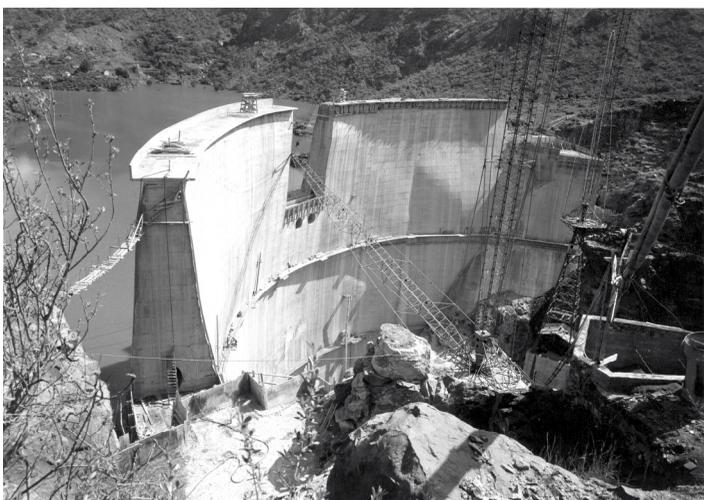
Así pues, el día 26 de febrero de 1971 Alonso Franco visitó la presa en construcción en compañía del Jefe del Servicio Hidráulico de Las Palmas don Saturnino Alonso Vega y del Jefe de la División de Vigilancia de Presas don José Luis Fernández Casado.

Tal y como se recoge en el primer punto de la última Nota Informativa sobre la **Presa de Soria (Gran Canaria)**, la obra continua ejecutándose, a ritmo lento, con la misma calidad, esmerada, que la ha presidido desde sus comienzos. Hay ya bloques en cota de coronación, encontrándose más bajos los dos estribos y el bloque central.

2º) El día de la visita, el agua en el embalse se encontraba a la cota 576 (cota del cauce 500, cota de coronación 622). Con esta carga, la fábrica no tiene ninguna filtración a través de ella (únicamente una junta transversal rezuma un poco).



Presa de Soria (Foto Comunidad La Lumbre)



*Hay ya bloques en cota de coronación
1971- (Foto Vigilancia de Presas)*

Los tres presistas recorrieron las tres galerías superiores, y en la tercera (cota 554), la única por debajo de la cota del agua embalsada, observaron destacadas filtraciones en los primeros metros de galería en roca.

Es la zona de terreno descomprimido y perturbado por las explosiones de la excavación. Los trabajos de corrección deberían dar ya comienzo, empezando con la perforación en roca de la pantalla de drenes que unen las galerías e inyección en los primeros metros del contacto.

3°) En el final de la galería superior (cota 602), margen derecha, aparece en el techo de la misma una diaclasa muy abierta; se trató la forma de rellenarla con inyección de cemento, previo cierre con mampostería de su intersección con la galería. Este accidente y otros semejantes deberían estar ya registrados en planos, con detalle de sus dimensiones, forma y posición.

4°) Las filtraciones que a través de la roca salen por el tercio inferior del estribo izquierdo parece que se han reducido (taponamiento natural de grietas). Decimos "parece" pues no se lleva un control de las mismas.

5°) Los aforos generales de las filtraciones, sin razón alguna han dejado de hacerse (el último dato es de fecha 21 de Mayo de 1970 correspondiendo a una cota del embalse de 573).

En esta Nota Informativa se aprecia de nuevo un gran interés por la cuestión de las filtraciones, así como de la auscultación de la obra. Tanto en 1969 como en 1971 ambos Ingenieros pudieron

observar la presa con cargas de agua superiores a los 70 metros. Quizás por eso Alonso Franco insiste en indicar que *se siga aforando periódicamente las filtraciones así como la auscultación de la obra que, por el momento y mientras no se pueda instalar el péndulo, quedaría reducida al movimiento de las juntas de la estructura así como a la observación de las diaclasas en roca y zonas blandas de vidrio entre paquetes de roca; ambos movimientos se observarán a través de testigos que deberán colocarse.*

En el último punto de la nota Alonso Franco propone que los dos agujeros de tres metros de diámetro que se dejaron en la cota 599,50 del bloque central, *se conservasen como desagües reguladores, bien dotándolos de compuertas, bien con un tapón fácilmente explosionable.*

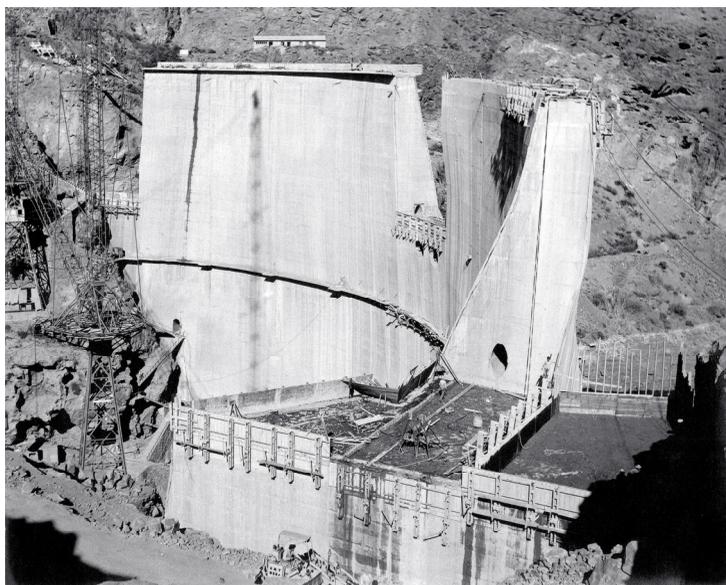
Que en una presa bóveda de esta categoría se tenga posibilidad de bajar la lámina de agua, y reducir así las cargas de la estructura, en un momento determinado, parece de todo punto conveniente; máxime cuando, como en el caso presente, no se dispone de desagüe de fondo (solamente hay uno, cerrado agua abajo con un dado de hormigón; su puesta en servicio requerirá volar dicho tapón con el embalse vacío).

Madrid, 25 de Marzo de 1.971
EL INGENIERO DE VIGILANCIA DE PRESAS

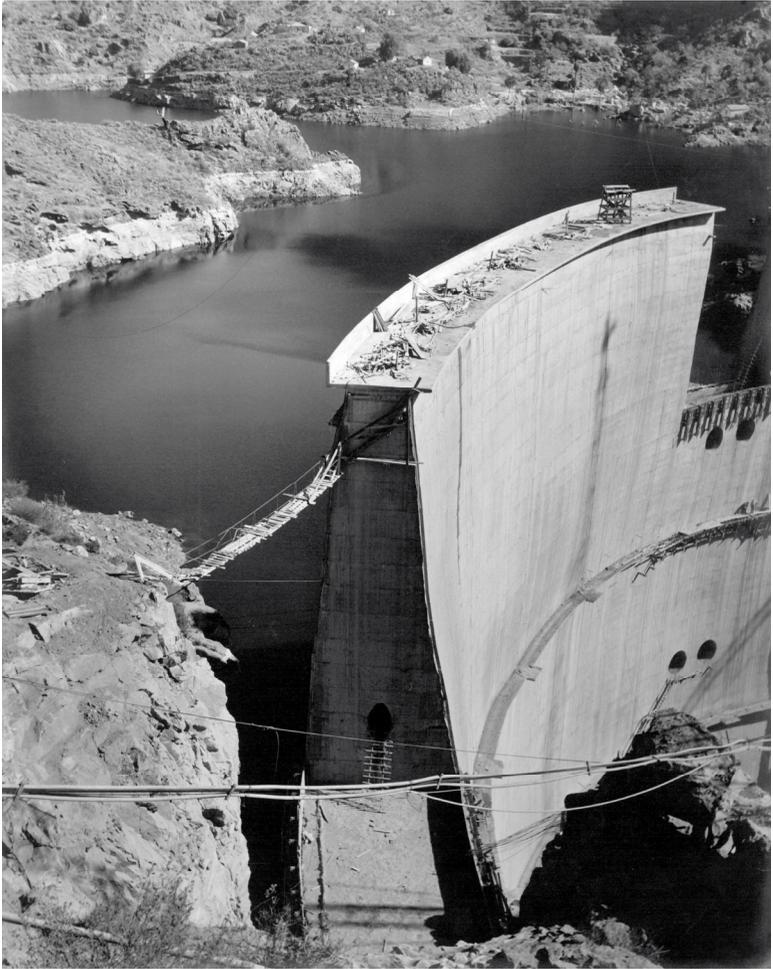
La Nota de la División estaba conforme con las observaciones realizadas por Manuel Alonso Franco, pero

con el fin de aclarar y encauzar debidamente los temas apuntados interesa que el Ingeniero Encargado de la presa se persone en la Dirección General para discutir los detalles con el personal técnico de la División de Vigilancia de Presas. Debe de aportar croquis explicativo del drenaje, aforos, filtraciones, accidentes y esquemas geológicos, especialmente en lo que se refiere a las galerías.

Todo apunta a que esta información solicitada por José Luis Fernández Casado *Ingeniero*, como Jefe de la División de Vigilancia de Presas, nunca fue entregada. Nunca fue discutida.



estribo izquierdo
1971 - Presa de Soria (Foto Comunidad La Lumbre)



estribo derecho

1971 - Presa de Soria (Foto Comunidad La Lumbre)

Por último, coinciden por aquellas fechas de 1971 – 1972 dos hechos interesantes que no fueron recogidos, posteriormente, en la elaboración del *Documento XYZT de la Presa de Soria* (1991).

El primero de estos hechos es que a principios de los años 70 se había llevado a cabo el primer Inventario de Grandes Presas en Gran Canaria, a través del Proyecto Canarias SPA-15. Este trabajo, con sus aciertos y errores, fue realizado por los técnicos don Ángel Lara Domínguez, don Jaime González Pérez y don José Luis Díaz Díaz.

La visita a Soria se realizó en mayo de 1972 y en sus observaciones se recoge lo siguiente: *en la actualidad están prácticamente finalizando su construcción.*

TIPO DE PRESA: BOVEDA DE DOBLE CURVATURA

PLANTA: CURVA

CLASE DE FABRICA: HORMIGON EN MASA

VOLUMEN DE LA PRESA: 211.685 m³.

ALTURA SOBRE EL CAUCE: 120 m.

ANCHO CORONACION: 3.05

PROFUNDIDAD DE CIMIENTOS: 10 m.

LONGITUD DE CORONACION: 148,45 m.

El inventario del SPA-15 sigue siendo todavía un documento de consulta obligatorio para todos los investigadores y técnicos, a pesar de los errores que contiene.

Pero es el otro hecho el que más le interesa a esta obra de conjunto, pues está relacionado con la historia de la construcción y explotación de la Presa de Soria. Se trata del *Informe Acerca del Estado de la Presa de Cueva de las Niñas (1972)* del Ingeniero de Caminos don José Sáenz de Oíza.



Presa de las Cuevas de las Niñas – Majada Alta

(Foto Jaime González)

En mi opinión, este informe es el primer estudio sobre la seguridad de una gran presa en la isla de Gran Canaria. Este trabajo ha sido recientemente analizado por el geógrafo que suscribe esta obra en el libro *La Presa de las Cuevas de las Niñas en Majada Alta – Gran Canaria (Construcción, estabilidad, obra y terreno) 1930 – 2009*. Su gran interés radica en la coincidencia de que mientras se finalizaba la construcción de la gran Presa de Soria se establecía por otro lado que *la estabilidad de la gran Presa de Majada Alta debía ser precaria*.

En definitiva, el Informe de 1972 sobre la Presa de las Niñas no se tuvo en cuenta en la elaboración del *Documento XYZT de la Presa de Soria (1991)* por parte del Ministerio de Obras Públicas y Transporte. En 2010 me parece muy oportuno mencionar esta cuestión, no sólo porque la Presa de Majada Alta ha demostrado su estabilidad hasta este año hidrúlico de abundantes precipitaciones, sino porque ya han pasado 20 años desde la elaboración del *XYZT de la Presa de Soria*. Como ahora veremos, ya es tiempo de una revisión profunda del *XYZT* por parte de técnicos especializados y externos a la explotación.

La densidad de la fábrica es muy baja, del orden de $1,80 \text{ Ton/m}^3$, por lo que la estabilidad debe ser precaria.



Sáenz de Oíza (izquierda) con Adrián Baltanás
(Foto Margarita Sáenz Herrero)

1973. INAUGURACIÓN OFICIAL DE LA PRESA

(Texto cedido por la Comunidad La Lumbre)

AL EXCELENTÍSIMO SR. MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS,
DON GONZALO FERNANDEZ DE LA MORA, CON MOTIVO DE
SU VISITA E INAUGURACIÓN OFICIAL DE LA PRESA DE
SORIA EN LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, EL 2 DE
ABRIL DE 1973.

CON NUESTRO TESTIMONIO DE GRATITUD:

“COMUNIDAD LA LUMBRE”

EXCMO. SR. MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS

EXCMO. SR. GOBERNADOR CIVIL DE LA PROVINCIA

EXCMO. E. ILMOS. SRES.

SRES. COMUNEROS

AMIGOS TODOS

Sin duda alguna, Excmo. Sr., constituye el día de hoy una de las fechas más señaladas en la Historia de la Provincia de Las Palmas y en general del Archipiélago Canario.

El agua ha constituido, constituye y constituirá siempre motivo de satisfacción, de bienestar social y de riqueza en todo el pensamiento y actuación económica y social de nuestra Provincia. Los habitantes de nuestro pueblo, descendientes de nuestros primitivos aborígenes han luchado en forma titánica, sin prisas pero así mismo sin pausas, para resolver los gravísimos problemas que tienen en su Agricultura al no disponer del agua necesaria y suficiente para el riego de sus terrenos.

Para ello se han construido presas, depósitos, canales y toda clase de conducciones, se han perforado más de 5.000 pozos, más de 1.000 galerías, buscando en las entrañas de nuestro subsuelo para encontrar el agua que al ser regada en nuestras fértiles tierras produzcan los beneficios necesarios para una holgada economía.

Entre esas personas e instituciones o Comunidades de Agua que han hecho esfuerzos económicos de tanta envergadura, se encuentra tal vez en primer lugar y como más importante la Comunidad que me honro en presidir y entre sus obras, esta Presa de Soria que hoy V.E. y como Ministro de Obras Públicas tendréis la satisfacción de inaugurar.

Yo no voy Sr. Ministro en un acto solemne como éste, un acto serio, que por sí solo es mucho más elocuente que todas las palabras que yo aquí pudiera pronunciar, no voy, repito, a hacer una detallada exposición de todas las vicisitudes por las que hemos tenido que atravesar para ver culminada tan magna obra hidráulica.

Yo, como Presidente, Sr. Ministro, en el día de hoy, con emoción que hace temblar mi voz, quiero simplemente expresar en nombre de esta Comunidad al Ministerio de Obras Públicas nuestro más profundo y sincero agradecimiento, porque sin la colaboración, ayuda técnica y económica de la Dirección General de Obras Hidráulicas, y de los hombres que en sus distintas categorías la integran o la han integrado, no hubiera sido posible, estoy seguro, la realización de esta obra hidráulica que estáis contemplando desde este panorama sorprendente e impresionante que forma el Valle de Soria y el Barranco de Arguinegún.

Están aquí con nosotros, los Sres. Ingenieros Autores del Proyecto, Don Luis Fedriani Isern y Don Francisco Pérez y Cerdá, a quienes hemos invitado especialmente para asistir a este acto, y a quienes públicamente expreso en el día de hoy nuestra gratitud.

Las obras de esta Presa dieron comienzo en 1.962 y hubo un hombre todo humanidad, dinamismo y entusiasmo que impulsó su realización, fue este hombre su primer Director-Gerente, Don Fermín Monzón Barber, a quien la Comunidad como testimonio perenne de su gratitud ha querido aquí perpetuar su recuerdo.

Nuestro querido Alcalde de Las Palmas, nos prestó también su valiosa colaboración en la Gerencia de esta Comunidad, cuya obra ha podido ser terminada bajo la Dirección de nuestro entrañable amigo Don Federico Díaz Bertrana, concededor como nadie de los problemas hidráulicos de la Provincia de Las Palmas, quien su fecunda etapa como Presidente del Cabildo Insular de Gran Canaria desarrolló en unos casos y planteó en otros una extensa labor hidráulica en beneficio de nuestra isla.

Pero con todo esto con ser mucho, no es lo suficiente como para colocar en forma de continuidad histórica toda nuestra actuación ya que si hoy ostentamos el cargo de Presidente lo es por delegación de nuestro querido padre, quien debido a su avanzada edad no le ha sido posible estar aquí con nosotros pero, que yo, y permitidme esta evocación profundamente sentimental, estoy seguro que allá en el rincón de su casa de Vegueta está asistiendo en cuerpo y alma como figura esencial en este acto inaugural. Fue él quien tuvo la feliz iniciativa de esta magna obra hidráulica, y a él, por consiguiente se debe todo el Honor, la satisfacción y la gloria de poder haber contribuido en su tierra con esta y otras muchas obras más, a colocarla en el despegue social y económico que cualquier observador totalmente imparcial pueda contemplar. Yo como Presidente soy un continuador de su tarea y no sólo como canario, sino como hijo suyo, con espíritu limpio y sin jactancia alguna le expreso lo mejor de nuestra gratitud.

Gratitud que no puede faltar de una manera especial a todos los obreros y los técnicos que de una forma u otra han intervenido en esta obra, también a los Comuneros y a todo el personal de esta Comunidad, y como no, a la Empresa Constructora.

Permitidme, Sr. Ministro, que recuerde la conocida anécdota de quien al ordenar plantar un árbol su jardinero le replicó asombrado: ¡Señor si ese árbol tarda más de 100 años en hacerse! En ese caso plántalo ahora mismo, le contestó. Nosotros hemos plantado este árbol y hoy ya está dando fruto. ¡Ojala lo hubiéramos hecho antes! (...)

Pedro del Castillo y Bravo de Laguna
Presidente de la Comunidad La Lumbre



Artesanía heroica. Presa de Soria

(Foto cedida por la familia de don Fermín Monzón)

1991 - DOCUMENTO XYZT PRESA DE SORIA

*El conocimiento de la fisiología de las Presas y Embalses entra de lleno en el campo de las Ciencias Naturales: Geomorfología, Geotecnia, Hidrología, Reología; y el problema excede la capacidad normal de pensamiento.*¹

Auscultación Hidráulica de Presas

Congreso de Grandes Presas. Madrid, 1973

Este documento, cuyo objetivo fue el de disponer en todo momento de un resumen sobre la información de la Presa de Soria, *de forma que permita juzgar rápidamente sobre sus condiciones de seguridad*, fue confeccionado por la DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS del MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES en 1991, a pesar de que la competencia sobre la seguridad de presas ya había sido transferida al Gobierno Autónomo de Canarias (Servicio Hidráulico de Las Palmas).

En comparación con esta historia de la construcción de la Presa de Soria (2010), el documento *XYZT* de 1991 presenta una *reseña histórica del Proyecto* muy breve y, en mi opinión, con una laguna muy importante entre los años 1959 y 1963, puesto que los primeros informes sobre el Proyecto de 1959 y del terreno no aparecen recogidos en la relación de los documentos consultados para la elaboración del *XYZT*.

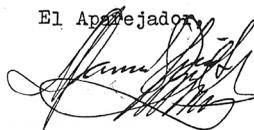
¹ Citado en DÍEZ-CASCÓN SAGRADO, J. Y BUENO HERNÁNDEZ, F. *Ingeniería de Presas. Presas de Fábrica*. Universidad de Cantabria. Santander, 2001

Si se incluyó en la reseña histórica el trabajo realizado en 1975 por el Arquitecto Técnico don Gustavo Benítez Suárez sobre la capacidad de embalse de la presa. Este estudio fue encargado por la Comunidad La Lumbre y el resultado fue el siguiente:

116	812.351	804.265	29.427.387
117	828.497	820.411	30.247.798
118	844.642	836.556	31.084.354
119	860.788	852.702	31.937.056
120	876.933	868.848	32.805.904

Las Palmas de G. Canaria 1º de Julio de 1.975

El Aparejador



120 metros (Foto Jaime González)

Así pues, en las *características de embalse y cuenca* del Documento XYZT se indicó que la capacidad del vaso a máximo embalse normal era de 32,8 Hm³, cuando en los Proyectos de 1959 y 1967 era de 26,0 Hm³.

Posteriormente se realizó en 1996 otro cálculo del volumen del embalse por parte de la Comunidad La Lumbre. El resultado obtenido mediante métodos fotogramétricos y batimétricos fue de 32.023.857 m³, es decir, 32,0 Hm³.

El Capítulo I del Documento XYZT se basa por completo en el Proyecto Modificado de 1967, aunque también se utilizaron las Notas e Informes de Vigilancia de Presas para redactar los diferentes apartados sobre la *descripción del aprovechamiento*. Hay que destacar que en la relación aportada sobre los documentos relacionados con la construcción de la Presa de Soria no se incluyeron los Boletines Informativos del Servicio Hidráulico de Las Palmas. De la lectura se desprende que los boletines fueron consultados, pero parece que sólo los manejaron de forma superficial.

En el apartado sobre la *construcción* hay que resaltar dos cuestiones interesantes: el tema del *hormigón* y la inclusión acertada de un croquis sobre las *instalaciones de obra*.

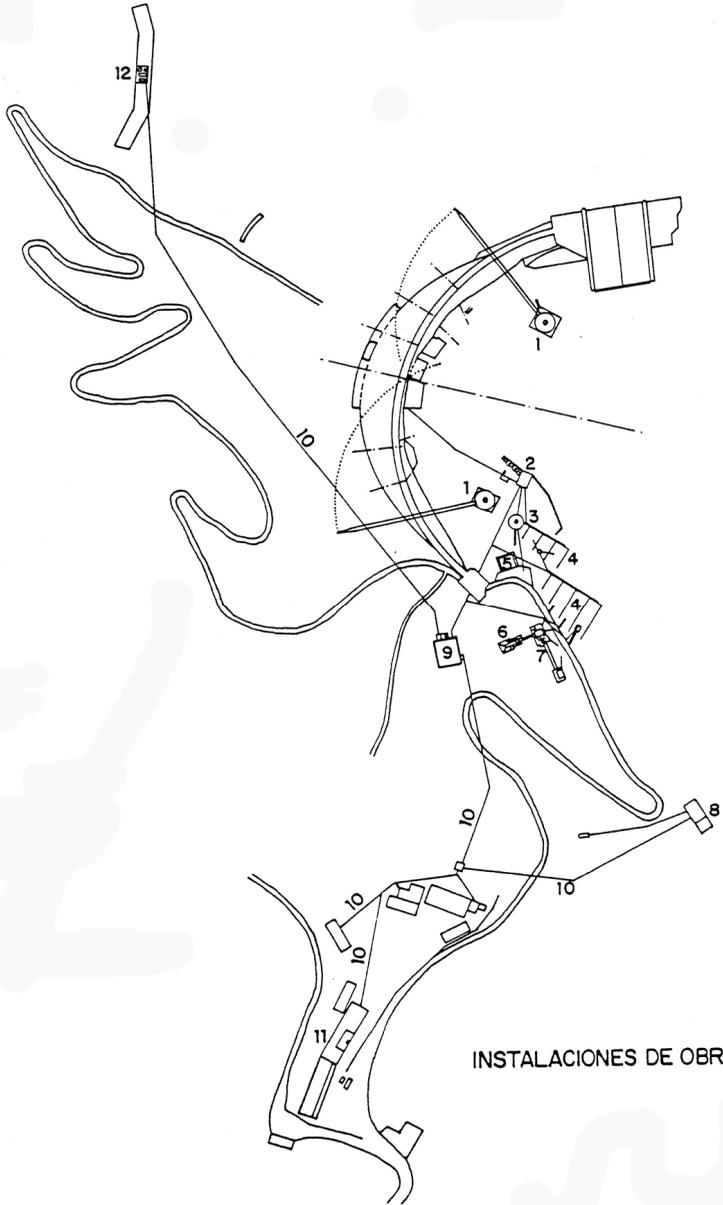
Respecto al *hormigón*, hay que señalar que sólo se hace un breve análisis de la información recogida en los dos proyectos, incluyendo en el apartado una fotocopia del Anejo nº 7 del Proyecto Modificado de 1967. Sorprende, y mucho, que no se incluyera la información recogida en el Boletín Informativo de

septiembre de 1967 sobre *las dosificaciones de los dos tipos de hormigón usados en la obra*. La información aportada en los boletines informativos estaba firmada por el Ingeniero Director de la Obra don Saturnino Alonso Vega. En mi opinión, los datos recogidos en los boletines tienen más peso que la síntesis realizada en Madrid para el Proyecto Modificado, cuya Memoria tiene fecha de junio de 1967.

En cuanto al croquis sobre las *instalaciones de obra*, parece oportuno incluirlo ahora en este estudio sobre la historia de la construcción de la Presa de Soria. Puede ser muy útil durante una visita a la única presa bóveda de Canarias.

Leyenda

- 1.- Grúas Derrick venteadas
- 2.- Torre de hormigonado
- 3.- Silo de cemento
- 4.- Silo de áridos
- 5.- Silo de arenas
- 6.- Estación de machaqueo de áridos
- 7.- Estación de clasificación de áridos
- 8.- Central eléctrica con grupos diesel
- 9.- Depósitos de agua (*El Tanque*)
- 10.- Redes eléctricas
- 11.- Laboratorio y oficinas
- 12.- Azud para toma de agua y estación de bombeo



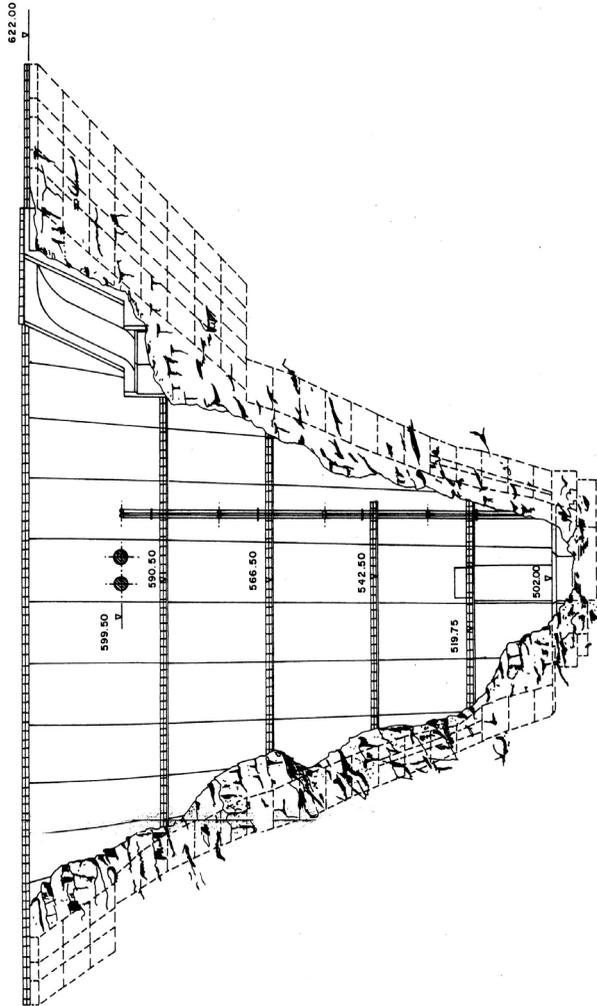
INSTALACIONES DE OBRA



Instalaciones de obra (Foto Vigilancia de Presas)

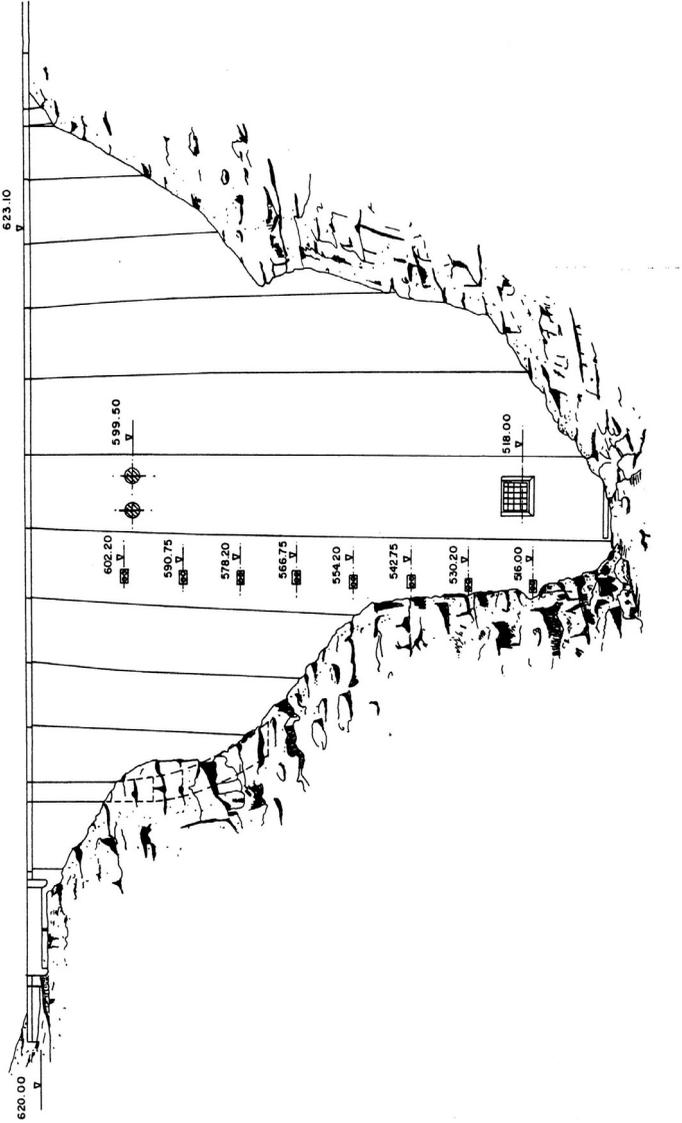
Construcción de una cúpula de doble curvatura de 132 metros de altura en la entrada del cañón del Barranco de Soria

Al final del Capítulo I se aporta un juego de planos basados en el Proyecto de 1967 y en la comprobación sobre el terreno:



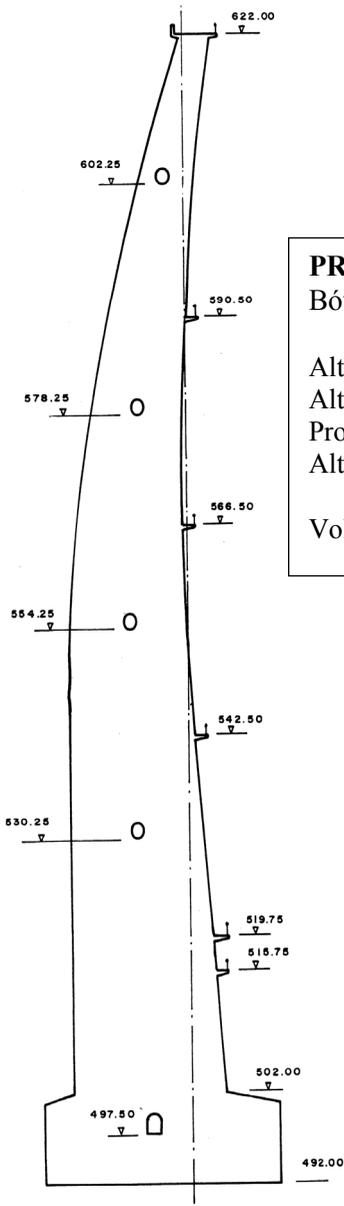
Aguas abajo

lo construido



Aguas arriba

lo construido

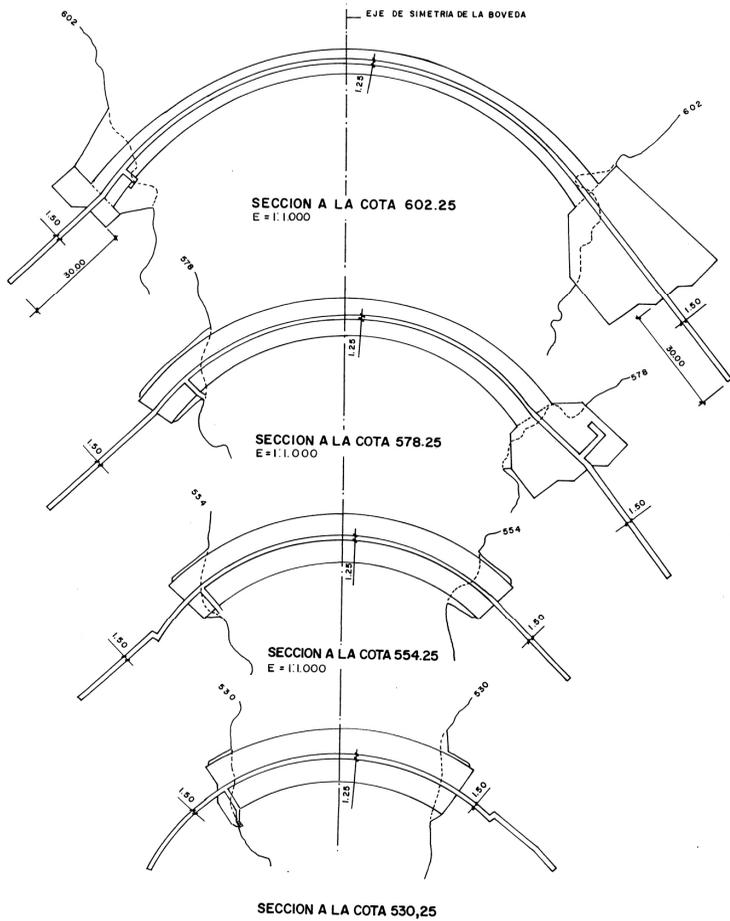


PRESA DE SORIA
Bóveda

Altura: 132 m
 Altura sobre el cauce: 122 m
 Profundidad cimientos: 10 m
 Altura aliviadero: 120 m

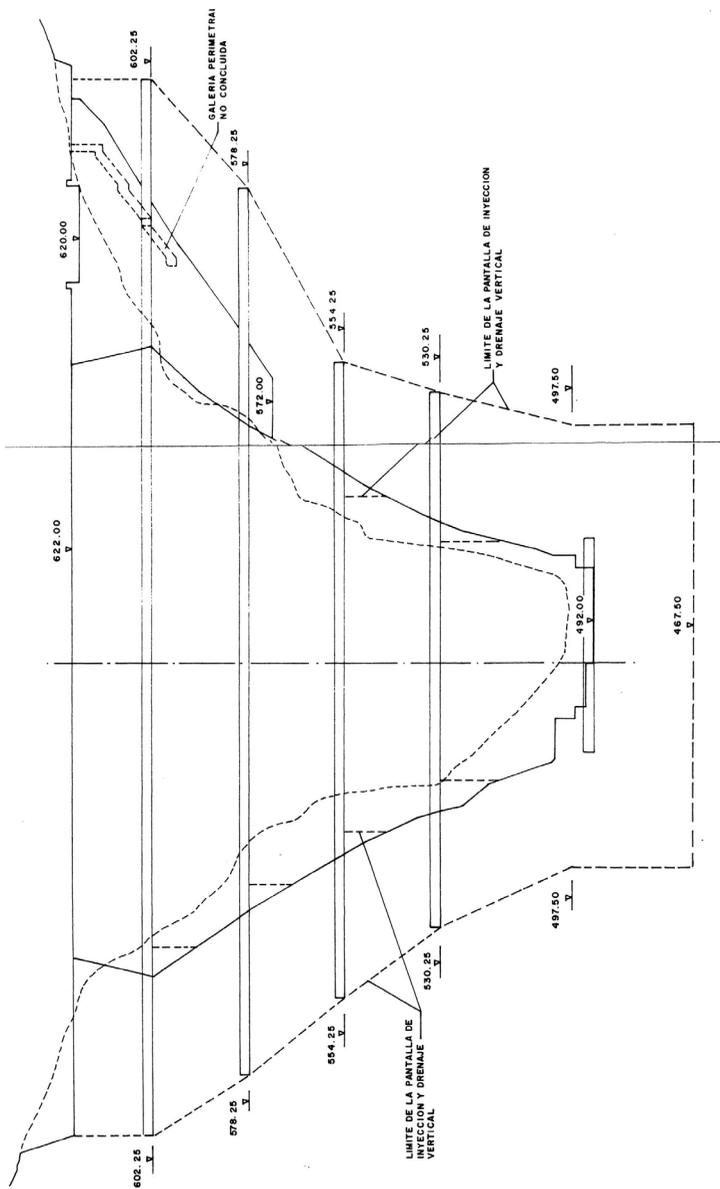
Volumen del embalse: 32,0 Hm³.

Perfil Tipo



Galerías en la bóveda y en la roca

(Página siguiente: alzado de las galerías)



El Capítulo II del *Documento XYZT* de la Presa de Soria es la *descripción del sistema de auscultación*. Evidentemente, la situación en 1991 no había variado con respecto a la explotación de la presa durante la construcción de la bóveda.

En este sentido, los autores del documento realizado por el Ministerio escribieron entonces que *la obra se encuentra sin ningún sistema de auscultación, lo que no resulta admisible tratándose de una presa bóveda de gran altura, que no se ha puesto todavía en carga total (sólo el 70%) y que tiene viviendas aguas abajo, diseminadas a lo largo del cauce. Resulta absolutamente necesario disponer dispositivos de control en el embalse de Soria.*

Curiosamente se indica en uno de los puntos que habría que *establecer sistemas de aforo de las filtraciones en las galerías que permitieran evaluarlas correctamente y tener un seguimiento de sus variaciones con el nivel del embalse*. No se hicieron durante la construcción, a pesar de las notas de Vigilancia de Presas, y tampoco se han establecido esos sistemas durante la explotación (1972 – 2010), a pesar de la elaboración del *Documento XYZT* hace 20 años.

Por lo que respecta al Capítulo III, *el análisis del comportamiento de la presa*, el documento *XYZT* incorpora inicialmente un estudio sobre el *comportamiento de la cuenca*; otro sobre el *comportamiento del embalse*, donde se indica que *la capacidad del embalse de Soria es desmesuradamente grande en opinión de la gran mayoría de los técnicos que la conocen*; y finalmente, el estudio sobre el *comportamiento de la presa*.

Respecto al *comportamiento del embalse*, al final del apartado se expone que *el estudio de las pluviometrías de la zona permite asegurar que la presa de Soria tiene unas posibilidades de llenarse mucho más altas de lo que generalmente se cree. La conclusión final del análisis sobre el embalse fue que Soria tiene una capacidad alta para la regulación de su cuenca, pero no exagerada, y no hay que olvidar que la mayor parte de su sobredimensionamiento se debe a un error en la cubicación del embalse.*

En este año hidráulico de abundantes precipitaciones la Presa de Soria alcanzó en Marzo de 2010 una carga de agua de 86 metros de altura (11,2 Hm³ según el estudio de 1975), estando vacía la presa en noviembre de 2009. El *Documento XYZT* se realizó antes de que la presa tuviera a finales de 1991 su mayor carga de agua desde su construcción, es decir, 89,29 metros (12.5 Hm³).

En este sentido, y usando los volúmenes de agua de 1975, los mismos que se usaron para el *XYZT* (1991), podemos llegar a pensar que si en noviembre de 2009 la Presa de Soria hubiese tenido una carga de agua similar a la que tenía antes de la llegada de las lluvias en el mes de diciembre de 1991, es decir, 64,80 metros de altura (4,5 Hm³), en Marzo de 2010 la carga de agua hubiese llegado a los 95 metros (15,7 Hm³).

Por otro lado, en 1982 el Departamento de Hidrología de la Jefatura de Obras Hidráulicas de Las Palmas (MOPU) realizó una cubicación de la Presa de las Cuevas de las Niñas con base al plano fotogramétrico a escala 1:5.000 (Hoja 30.90 N) y trabajos

de campo, estableciendo para la Presa de Majada Alta una altura de máximo embalse normal de 30,30 metros (4,7 Hm³).

ALTURA ACTUAL DE ATERRAMIENTOS.....	2,00 M.
ALTURA DE MÁXIMO EMBALSE NORMAL.....	30,30 M.
ALTURA MÁXIMA TABULADA.....	31,00 M.
ALTURA DE CORONACION.....	30,26 M.

Con estos datos, y teniendo en cuenta las palabras escritas por don José Sáenz de Oiza *Ingeniero* en 1972 sobre la estabilidad de la Presa de las Niñas, que *su destrucción no implicaría ninguna catástrofe, al estar situada aguas arriba de la Presa de Soria*, podemos entonces sumarle 4,7 Hm³ al volumen obtenido al principio de este ejercicio (15,7 Hm³), lo que nos da un volumen total de 20,4 Hm³. En Marzo de 2010 la carga de agua de la Presa de Soria podría haber llegado a los 103 metros si no se hubiese construido la gran Presa de las Niñas.

Por último, si recordamos que los dos primeros proyectos del Cabildo Insular de Gran Canaria para construir una presa en la entrada del *cañón* del Barranco de Soria (1930 y 1935) incluían las aguas del Barranco de Chira (cuyo proyecto se ejecutó a finales del siglo XX), podemos entonces sumarle a los 20,4 Hm³ el volumen de la Presa de Chira (4,0 Hm³)¹, lo que nos da al final un volumen de agua para la Presa de Soria de 24,4 Hm³ (carga de agua 109 metros).

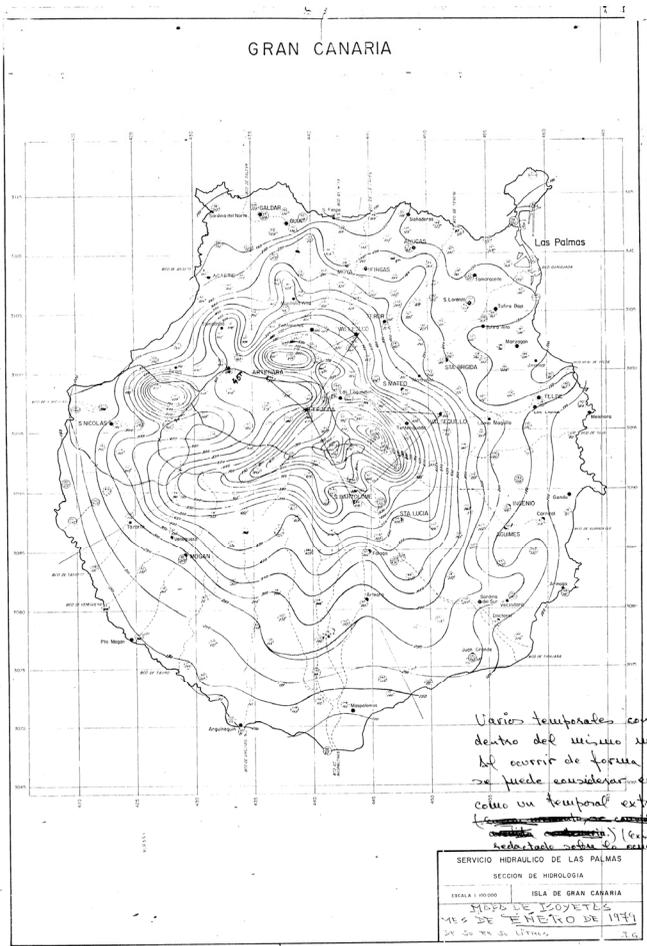
¹ Existe otro volumen manejado para la Presa de Chira (5,6 Hm³), lo que nos da un volumen total para Soria de 26 Hm³ (este dato coincide con el volumen estimado en los Proyectos de 1959 y 1967)

Evidentemente, este ejercicio teórico es *expresión personal*, pero también estoy de acuerdo en que la Presa de Soria tiene *una capacidad alta para la regulación de su cuenca, pero no exagerada*. Además, en la historia de la construcción de una presa en la entrada del *cañón* del Barranco de Soria está el por qué se llegó a una altura de 132 metros. El terreno, la historia.

Por otro lado, el primer punto del estudio sobre el *comportamiento de la presa* es el de la *auscultación*, donde se pone de manifiesto la situación que había en 1991, destacando que hasta la fecha la altura máxima de agua fue en febrero de 1979 (83 metros). Pero los datos *son como son*, y aunque no los conozcamos con la precisión que se merecen, según parece fue en 1971 cuando la carga de agua llegó hasta los 83 metros; hasta los 81 en 1979; hasta los 89 en 1991; y hasta los 86 en 2010.

Respecto a las lluvias que dieron lugar a estos datos, hay que recordar las ocurridas en enero de 1979. En un informe de Vigilancia de Presas con fecha de 24 de enero de 1979 se indicó que debido a *las excepcionales lluvias caídas en estos últimos días (...)* la mayor parte de los embalses han pasado de estar vacíos a estar vertiendo. Se resalta para la isla de Gran Canaria que *de 1 Hm³ de agua almacenada entre todos ellos, han pasado a 40 Hm³*.

Aportamos a continuación el *Mapa de Isoyetas Mes de Enero de 1979 (de 50 en 50 litros)*, realizado por un técnico que, según los que le conocieron, *tenía la pluviometría de la isla metida en la cabeza*.



Varios temporales continuados dentro del mismo mes. Al ocurrir de forma continuada, se puede considerar en conjunto como un temporal extraordinario. J.G.

Jaime González Pérez, 1979
Topógrafo. Servicio Hidráulico de Las Palmas

El segundo punto del estudio sobre el *comportamiento de la presa* es sobre las *filtraciones*. En este apartado se indica que *se aprecian filtraciones en las galerías existentes cuando quedan dominadas por la cota del embalse. En los informes de Vigilancia de Presas queda descrito el fenómeno, que en esencia sigue siendo el mismo a pesar de haber transcurrido más de veinte años*. En este año hidráulico (2009-2010) de abundantes precipitaciones, el fenómeno sigue siendo el mismo a pesar de haber transcurrido más de 40 años.

Sobre esta última cuestión, en el *Documento XYZT* se aporta el siguiente texto como juicio de Vigilancia de Presas: *las filtraciones en los primeros metros de los apéndices se deben a un contacto no perfecto entre fábrica y terreno y a una roca descomprimida en sus primeros metros, con un empeoramiento de su estado producido por una excavación de la cimentación por procedimientos no adecuados*.

*Las prolongaciones de estas galerías en la roca dan abundante agua en sus primeros metros, mejorando esta situación a medida que se profundiza en el interior. Este hecho se debe a **un contacto no perfecto entre fábrica y terreno**, a una roca descomprimida en sus primeros metros y a un empeoramiento de su estado por una excavación de la cimentación realizada sin métodos adecuados.*

Manuel Alonso Franco *Ingeniero*, 1969 ¹

¹ Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) el día 22 de julio de 1969

Tras aportar en el análisis sobre las *filtraciones* una breve descripción sobre el estado de las galerías, en peores condiciones que las evaluaciones realizadas por Alonso Franco y Fernández Casado en 1969 y 1971, los autores del *Documento XYZT* concluyen que *las galerías de la presa de Soria no se están utilizando para la inspección y vigilancia de la obra, ni en la actualidad sirven para eso sin que previamente se las ponga de nuevo a punto. Su única utilidad radica en la captación de las filtraciones y aprovechamiento de las mismas.*

También determinan que *estas filtraciones no afectan mucho a la seguridad de la presa, pero desde luego no la favorecen.* La propuesta fue la de *poner a punto el sistema de galerías, completando el drenaje del macizo rocoso de la obra.* En definitiva, lo mismo que ya habían estimado Alonso Franco y Fernández Casado en 1969 y 1971. En 2010 todo permanece igual, pero han pasado 20 años desde la elaboración del *XYZT*, 40 años desde las evaluaciones realizadas por Vigilancia de Presas. Evaluaciones de Madrid.

El conocimiento de la historia de la construcción de una presa forma *un tejido consistente y rígido* para el reconocimiento de la misma. El propio *Documento XYZT* de 1991 fue una versión técnica de aquella historia de proyectos, informes y notas informativas de la construcción de la presa. Este libro sólo será otra versión técnica de la historia de la construcción de la *magna* Presa de Soria, una *cosa extraordinaria* en la isla de Gran Canaria. Por cierto, la Presa de Soria está entre las 15 presas más altas de España (2006. Inventario Presas Españolas del Ministerio de Medio Ambiente).

la presa sólo pierde por los riscos

Juan Ramírez, 2010

maestro de la Presa de Soria

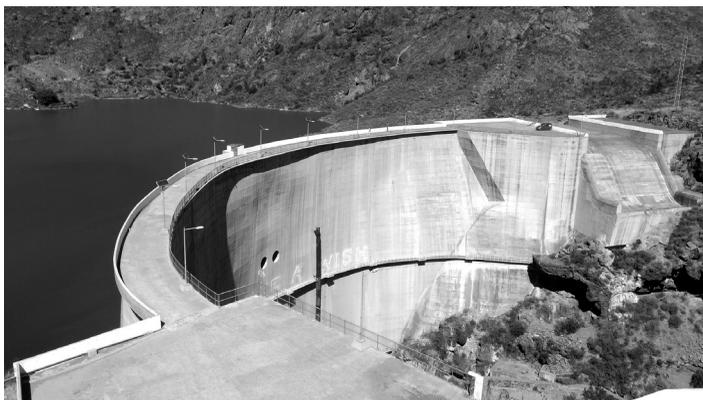
Respecto a la cuestión de la *bóveda*, los autores del *Documento XYZT* exponen, a falta de datos de auscultación, una serie de hechos que apuntan hacia una gran seguridad de la obra. Si *los hechos son como son*, algunos de los que se plantearon en 1991 derivan de los reconocimientos oculares y evaluaciones realizadas por los *maestros de presas* José Luis Fernández Casado y Manuel Alonso Franco.

Así pues, los hechos son las características de la cerrada aportadas por Fernández Casado a finales de 1958; las evaluaciones realizadas por Vigilancia de Presas sobre la buena calidad de la fábrica empleada (aunque los áridos para la fabricación de hormigones fueron el caballo de batalla de la construcción de la bóveda de Soria); el que los llenados parciales hasta 1991 no hayan puesto de manifiesto la más ligera anomalía en el comportamiento de la estructura; y que los cimientos son excepcionales, pero existen deficiencias (los primeros 66 metros de la bóveda).

Con estos hechos se *afirma* en 1991 *que no hay razón alguna para dudar de la seguridad de la presa de Soria*, pero que resultaba *necesario proceder a un cálculo moderno de la estructura en el que se deben introducir datos directos de la misma (forma y calidad) y del cimiento*. Y que serán los resultados de esos cálculos los que *aconsejará la auscultación*

que necesariamente debe instalarse y explotarse de un modo continuo, por lo menos hasta que el embalse se haya llenado por primera vez. A partir de ese momento la auscultación podrá ser más intermitente. De esta forma se podrá disponer de los datos precisos para poder emitir de un modo definitivo un juicio sobre la seguridad de la estructura.

Por último, si el *Documento XYZT de la Presa de Soria* fue confeccionado por el MOPT (Madrid) como un resumen de la información sobre la presa *para juzgar rápidamente sobre sus condiciones de seguridad*, podemos entonces plantear que este documento nunca ha superado su toma de contacto con la realidad canaria desde 1991 hasta 2010. Parece que no se ha hecho nunca un *cálculo moderno de la estructura* para proceder a continuación a la cuestión de la auscultación. Parece que esta cuestión también es otra *cosa extraordinaria* en la isla de Gran Canaria.



Soria (Foto Jaime González)

CONSIDERACIONES FINALES

Los reconocimientos propuestos se orientan, no sólo a investigar posibles accidentes, sino también a establecer una continuidad orgánica y estructural entre fábrica y terreno, de manera que pueda observarse el comportamiento de la obra en todo momento (construcción o en cualquier etapa de la explotación) y poder rectificar en caso necesario.

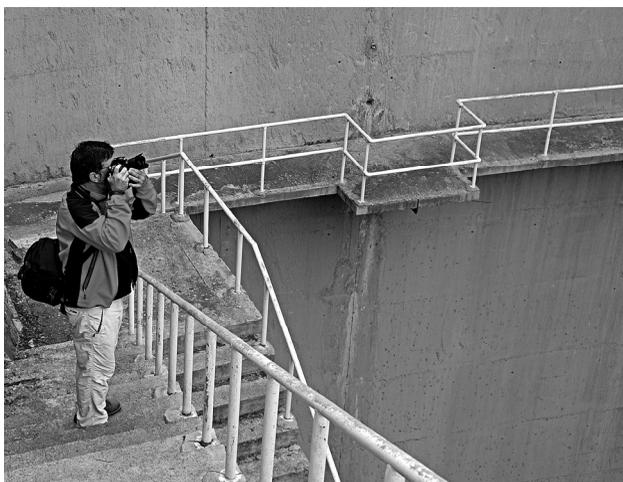
José Luis Fernández Casado, 1960

¿Tiene la Presa de Soria una continuidad orgánica y estructural entre fábrica y terreno? La respuesta a esta pregunta es que no. La historia de la construcción de la magna Presa de Soria nos muestra que esta *figura única* no tiene una *continuidad orgánica y estructural entre fábrica y terreno*.

Los comentarios e impresiones de la Sección de Vigilancia de Presas en 1968 y 1969 fueron muy claros: *estas tracciones máximas hubiesen sido menores de utilizar arcos con sección creciente hacia los arranques, en una palabra con una bóveda bien diseñada cosa que no lo puede ser la presa de Soria modificada, pues cuenta con el handicap de sus 60 primeros metros del proyecto antiguo.*

un contacto no perfecto entre fábrica y terreno

En este sentido, este hecho aumenta considerablemente mi defensa de que la Presa de Soria es *una figura única bien visible*. No sólo es la única presa bóveda construida en Canarias, sino que la construcción de sus primeros 66 metros también la hacen única en el marco de las grandes presas bóvedas de España, y por qué no, del resto del mundo. Y también es única porque *los hechos «son como son»*. Quizás sea entonces conveniente tener esto en cuenta para cualquier futuro.



En la Gran Presa de Soria (Foto Carlos de Bethencourt)

Sirva entonces este libro para no olvidar nunca aquella relación que hubo durante la construcción de esta bella presa entre Las Palmas y Madrid; *bajo el signo de Franco*. Y sirva también como zócalo para que la gran Presa de Soria sea considerada como una parte muy importante del patrimonio histórico de Gran Canaria; de las Islas Canarias, por ser la única presa bóveda del Archipiélago Canario; y de España. *Por nuestra historia*.



La pasarela. Presa de Soria. (Foto Jaime González)

Esta fotografía, de título *La pasarela*, es para que nuestra administración Insular la utilice después de que hayan tenido este diálogo con la Historia de la Construcción de la Presa de Soria, a través de sus proyectos, informes y notas informativas. Ahora viene mi propuesta, a ver si son atrevidos y la cruzan.

UNA PROPUESTA DEL AUTOR

La tarea del historiador –dice Polibio– no consiste en impresionar a los lectores con el relato de hechos milagrosos o en inventar fábulas más o menos verosímiles... como hacen los autores de tragedias, sino en consignar con precisión cuanto realmente ha sucedido, ya se trate de cosas comunes o de cosas extraordinarias (II, 56, 10)

La construcción de la Presa de Soria tiene una historia *extraordinaria*, porque este muro de hormigón es *una figura única bien visible*. Tiene sus detractores, siempre los ha tenido y los seguirá teniendo, pero al observarla de lejos o de cerca, cada uno la verá según su formación y sensibilidad.

Es verdad que es un muro muy alto y que tiene la cuenca que le dejó la Presa de Majada Alta (las Niñas), y lo demás; pero está ahí, en la entrada del *cañón* del Barranco de Soria (Barranco de Arguinegún). Y a los pies del muro, aguas abajo, muchos metros cúbicos de *escombros y materiales sobrantes*. Este gran muro y su gran depósito de escombros forman parte de la estructura natural de la *insula* desde los años sesenta del siglo XX. Y todo esto, hormigón (muro) y escombros, es parte de nuestra historia y de nuestro medioambiente.

En este sentido, el que suscribe esta obra está convencido de que la Presa de Soria es un elemento de interés cultural. Debería de ser declarada como Bien de Interés Cultural. Esta es mi propuesta, pero nuestra administración Insular siempre tendrá la

última palabra sobre si esta extraordinaria obra merece ser o no declarada como un **monumento de ingeniería**. *Por lo nuestro.*

Parece necesario recordar aquellas palabras del Cabildo Insular de Gran Canaria en 1972, cuando en la inauguración de la gran presa de Canarias se dijo que *el agua es el origen y la condición de la vida. Pero si esto es cierto con carácter general, donde lo vivimos de un modo más intenso y más dramático es en regiones de la Patria donde las condiciones climatológicas convierten el agua en un bien preciadísimo. Este es el caso de la Provincia de La Palmas. Esta gran presa es la más importante, no sólo en cifras absolutas la más importante, sino que ella misma tiene una capacidad superior a la de todos los embalses del Archipiélago, es la gran riqueza para la provincia y al propio tiempo una obra pública.*

Es un símbolo de lo que es una obra, porque en ella han coincidido una serie de iniciativas, de capacidades de acción y de trabajo que son los que han permitido que en el día de hoy esta obra sea realidad.

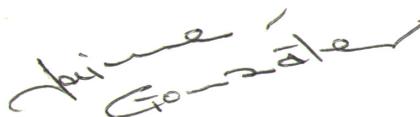
Y sigue siendo una realidad, por eso este geógrafo de campo sólo espera haber podido convencer a los lectores de este libro –otra fría obra sobre la construcción de otro muro en nuestros barrancos– que la Presa de Soria está a la altura de poder convertirse algún día en un Bien de Interés Cultural. *Para todos.*

Si hay interés por nuestro patrimonio cultural de carácter hidráulico, podemos empezar entonces por reconocer que la gran

Presa de Soria puede estar incluida en nuestro patrimonio histórico declarado como BIC. Es la única presa bóveda que existe en uno de nuestros grandes barrancos. Como dijo un maestro, *podremos llorar o admirar; pero la realidad es esa.*

En definitiva, aprovecho esta obra para realizar esta propuesta, pero si no sale adelante, siempre quedará este libro para decir en el tiempo que esta *magna* obra de Gran Canaria debe *estar en la imagen* de nuestra cultura. Aunque algunos *pagani* piensen lo contrario.

Gran Canaria, junio de 2010

A handwritten signature in black ink, reading "Jaime González". The signature is written in a cursive, flowing style. The first name "Jaime" is on the top line, and the last name "González" is on the bottom line, with a long horizontal stroke extending from the end of the name.

DOCUMENTOS CONSULTADOS

1933

RAPPORT PRELIMINARE SUR UN PROJET DE BARRAGE DE RETENUE A SORIA sur. LE BARRANCO d' ARGUINEGUIN. Présenté au Cabildo Insular de Gran Canaria. Jacques Bourcart, 1933

1934

RAPPORT COMPLEMENTAIRE SUR UN PROJET DE BARRAGE DE RETENUE A SORIA sur. LE BARRANCO d' ARGUINEGUIN. Présenté au Cabildo Insular de Gran Canaria. Jacques Bourcart, 1934

1935

Proyecto de Presa de Bóveda en el Barranco de Soria del Cabildo Insular de Gran Canaria. Plan Provisional de Obras Hidráulicas de la Provincia de Las Palmas, 1935

1936

Informe emitido por la Junta Superior Consultiva de Obras Públicas sobre el Proyecto de Presa Bóveda en el Barranco de Soria. Dirección General de Obras Hidráulicas y Puertos del Ministerio de Obras Públicas, 1936

1954

Informe geológico del Barranco de Soria con miras a la construcción de una presa de 40 m de altura. Federico Macau Vilar, 1954

Proyecto de terminación de obras y valoración de las ejecutadas. Embalses en el Barranco de la Lumbre, embalse en el Barranco de Soria y Canal de enlace entre los citados embalses. Comunidad “La Lumbre”, 1954

1958

Informe Geológico acerca del reconocimiento efectuado en el Barranco de Arguineguín o de Soria para establecer un embalse con presa situada a la cota 500 metros (Gran Canaria). José Luis Fernández Casado. Madrid, 27 de diciembre de 1958

1959

Proyecto de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria. Comunidad “La Lumbre”, 11 de mayo de 1959

Consideraciones más destacadas sobre el Proyecto. Informe de la Jefatura de Obras Públicas de Las Palmas. Adolfo Cañas Barrera y Manuel Leiros. Las Palmas de Gran Canaria, 5 de diciembre de 1959

1960

Acerca de los puntos más destacados del proyecto de la presa con relación al Informe Geológico. José Luis Fernández Casado. Madrid, 2 de abril de 1960

Observaciones al Proyecto de Presa de Soria en el Barranco de Soria (Gran Canaria). José Luis Fernández Casado. Madrid, 5 de noviembre de 1960

Conclusiones de la Comisión de Normas de Grandes Presas al Proyecto de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria. Madrid, 30 de noviembre de 1960

Informe Geológico acerca del Proyecto de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria. Jefatura de Sondeos, Cimentaciones e Informes Geológicos, Madrid, 22 de abril de 1960

1961

Resolución por la que se autoriza a la Comunidad “La Lumbre” para reforma y ampliación del embalse concedido para el aprovechamiento de aguas discontinuas de las que discurren por el Barranco de Soria. Dirección General de Obras Hidráulicas, Madrid, 28 de enero de 1961

Dossier para el concurso de la Presa de Soria. Comunidad “La Lumbre”. Las Palmas, 10 de febrero de 1961 (Vigilancia de Presas)

1962

Informe acerca de las excavaciones para la cimentación de la presa del Barranco de Soria, en la isla de Gran Canaria. Federico Macau Vilar. Servicio Geológico de Obras Públicas, Madrid, marzo de 1962

1963

Acta de Reconocimiento de la Presa de Soria. Comisaría de Aguas de Canarias, 18 de abril de 1963

1964

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa del Barranco de Soria (Gran Canaria) en el mes de enero de 1964. Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 6 de marzo de 1964

Informe sobre el estado de las presas de embalse de la isla de Gran Canaria visitadas durante el mes de enero de 1964. Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 14 de abril de 1964

Nota acerca de la reunión del día 6 de abril de 1964 celebrada en la Dirección General de Obras Hidráulicas entre los ingenieros del Proyecto, del Servicio Geológico de Obras Públicas y de la Sección de Vigilancia de Presas. Madrid, 8 de abril de 1964

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) el día 9 de abril de 1964. José Luis Fernández Casado. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 14 de abril de 1964

Boletín Informativo Presa de Soria. 1º trimestre de 1964, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, mayo de 1964

Expediente N° 24358. Laboratorio Central de Ensayo de Materiales de Construcción. Ministerio de Obras Públicas. Centro de Estudios y Experimentación de O.P. Madrid, 10 de junio de 1964

Boletín Informativo Presa de Soria. 2º trimestre de 1964, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, julio de 1964

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria en el Barranco de Soria en la isla de Gran Canaria el día 2 de octubre de 1964. Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 19 de octubre de 1964

Boletín Informativo Presa de Soria. 3º trimestre de 1964, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, noviembre de 1964

1965

Boletín Informativo Presa de Soria. 4º trimestre de 1964, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, febrero de 1965

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) los días 3-4 y 6 de marzo de 1965. Guillermo Gómez Laá. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 22 de marzo de 1965

Boletín Informativo Presa de Soria. 1º trimestre de 1965, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, abril de 1965

Boletín Informativo Presa de Soria. 2º trimestre de 1965, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, agosto de 1965

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Isla de Gran Canaria) con motivo de la visita del 9 de julio de 1965. Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 5 de agosto de 1965

Boletín Informativo Presa de Soria. 3º trimestre de 1965, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, noviembre de 1965

Notas acerca de la construcción de la Presa de Soria que la Dirección General de Obras Hidráulicas dirige al Director de los Servicios Hidráulicos de Canarias. Madrid, 14 de noviembre de 1965

Nota acerca de la reunión celebrada en las oficinas de la Sección de Vigilancia de Presas con objeto de fijar las directrices para la redacción de un Proyecto Reformado de la Presa de Soria (Gran Canaria). Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas. Madrid, 18 de diciembre de 1965

1966

Nota acerca del escrito Reforma y Ampliación de la Presa del Barranco de Soria (Gran Canaria) de la Delegación de Las Palmas de los Servicios Hidráulicos de Canarias (de fecha 22 de diciembre de 1965). Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas. Madrid, 21 de enero de 1966

Boletín Informativo Presa de Soria. 4º trimestre de 1965, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, 1966

Resumen de la reunión celebrada en Vigilancia de Presas el 18.02.66. Vigilancia de Presas. Madrid, 18 de febrero de 1966

Presa de Soria (Gran Canaria) Nota Informativa sobre la reunión celebrada en las oficinas de la División de Vigilancia de Presas con el fin de examinar las reformas a introducir en la estructura de esta presa – bóveda. 18 de febrero de 1966. Manuel Alonso Franco. División de Vigilancia de Presas. Madrid, 22 de febrero de 1966

1967

Boletín Informativo Presa de Soria. 2º trimestre de 1967, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, junio de 1967

Boletín Informativo Presa de Soria. 3º trimestre de 1967, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, septiembre de 1967

Informe al Proyecto Modificado del de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria (Gran Canaria). Manuel Alonso Franco. División de Vigilancia de Presas. Madrid, 2 de octubre de 1967

Boletín Informativo Presa de Soria. 4º trimestre de 1967, Saturnino Alonso Vega. Servicios Hidráulicos de Canarias, diciembre de 1967

1968

Proyecto Modificado del de Reforma y Ampliación del Embalse para aprovechamiento de aguas públicas discontinuas en el Barranco de Soria. Comunidad “La Lumbre”, marzo de 1968

Informe sobre el estado de diversas presas de Gran Canaria, Soria – Parralillo – Candelaria – Gambuesa – Tirajana – y Fataga en construcción. Caidero de la Niña, Chira, Cueva de las Niñas en explotación (enero de 1968). Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas. Madrid, 9 de marzo de 1968

Informe sobre el estado de la Presa de Soria en construcción (Gran Canaria). Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas. Madrid, 9 de marzo de 1968

Nota sobre la Presa de Soria. Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 29 de julio de 1968

1969

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) el día 22 de julio de 1969. Manuel Alonso Franco. Sección de Vigilancia de Presas, Madrid, 29 de julio de 1969

1971

Nota Informativa acerca de la visita realizada a la Presa de Soria (Gran Canaria) el día 26 de febrero de 1971. Manuel Alonso Franco. División de Vigilancia de Presas, Madrid, 25 de marzo de 1971

1972

Inventario de Canales y Tuberías de la isla de Gran Canaria. Jaime González Pérez. Investigación para el Estudio Científico de los Recursos del Agua de las Islas Canarias PROYECTO CANARIAS SPA-15, 1972

Estudio científico de los recursos de agua de las Islas Canarias (Informe General 2), M.O.P. DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS Fondo Especial de Naciones Unidas, UNESCO, Madrid, 1972

Inventario de Grandes Presas de la Isla de Gran Canaria. GONZÁLEZ PÉREZ, J., LARA DOMINGUEZ, A. y DIAZ DIAZ, J. L.. PROYECTO CANARIAS SPA-15, 1972

1975

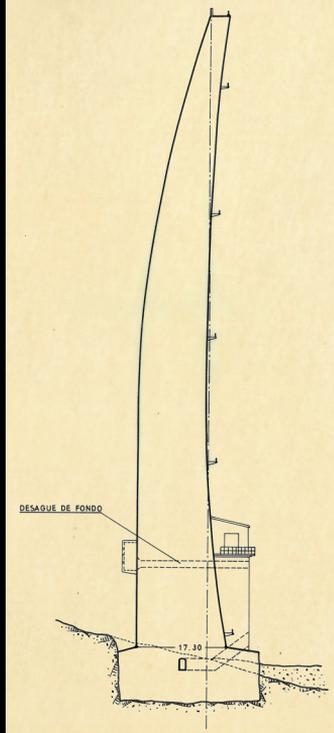
Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias (SPA/69/515). M.O.P. DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, UNESCO, Madrid, España, 1975

1991

DOCUMENTO XYZT PRESA DE SORIA. DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS HIDRÁULICAS. MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, 1991

2010

Fernando Sáenz Ridruejo. *Manuel Alonso Franco: maestro de presas*. Revista de Obras Públicas: Órgano profesional de los ingenieros de caminos, canales y puertos, ISSN 0034-8619, N°. 3509, 2010 (Ejemplar dedicado a: Brasilia 2009: XXIII Congreso Internacional de Grandes Presas), págs. 99-102



Ángel Baselga Coto
Abogado Urbanista



*Ingeniería y Gestión de
Proyectos y Obras, S.L.*



Arquitectos:
Eva Martínez Úbeda
Juan A. Sánchez Hernández



CONSULTING TÉCNICO DE MINAS
ESTUDIOS, INFORMES Y PROYECTOS

