

Aguayo y su depósito superior

Por **JUAN JOSE ELORZA GONZALEZ**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Electra de Viesgo, S. A.

Director de Construcción

Los depósitos artificiales que se utilizan en los aprovechamientos hidroeléctricos de bombeo presentan características diferentes a las de los embalses que se crean en los cursos fluviales.

El depósito superior del Salto de Aguayo da ocasión para enunciar algunas de estas diferencias.

INTRODUCCION

El Salto de Aguayo (Fig. 1) es un aprovechamiento hidroeléctrico de bombeo con central equipada con cuatro máquinas reversibles, promovido y explotado por ELECTRA DE VIESGO, S. A., en la cuenca del río Besaya, en los términos municipales de San Miguel de Aguayo y Bárcena de Pie de Concha, en la región de Cantabria, en el norte de España.

El contrato de construcción de la obra civil se firmó con DYCSA en agosto de 1978 y el primer grupo de la central quedó acoplado a la red eléctrica nacional en diciembre de 1982.

DESCRIPCION DEL APROVECHAMIENTO

El pantano de Alsa, en servicio desde 1920, constituye el depósito bajo del aprovechamiento. Su capacidad ha sido aumentada de 12 a

22 Hm³ recreciendo la vieja presa de hormigón, unos siete metros aproximadamente. Para evitar que con embalse recrecido ocurrieran pérdidas de agua por desbordamiento lateral hacia otra cuenca se ha construido en un collado la presa de Matahoz, presa de materiales sueltos de 14 m de altura y 204 m de longitud de coronación, con paramento de aguas arriba impermeabilizado mediante capa de aglomerado asfáltico.

El depósito superior (Fig. 2) objeto de esta comunicación, con 10 Hm³ de capacidad, que permite a los grupos de la central unas 24 horas de funcionamiento, es un embalse artificial situado en la altiplanicie sur del Pico Ano, formado por la presa del Mediajo, de materiales sueltos, que se estriba en ambos extremos en la ladera del monte. Ha sido construida con materiales que se han excavado del propio fondo del vaso.

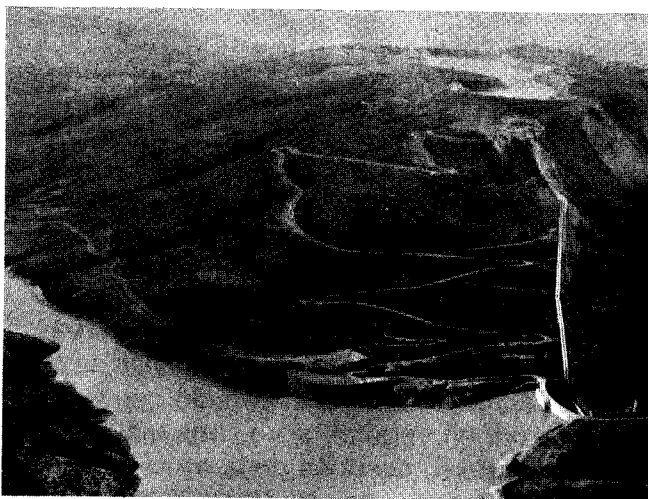


Figura 1.—Salto de Aguayo. Conjunto.

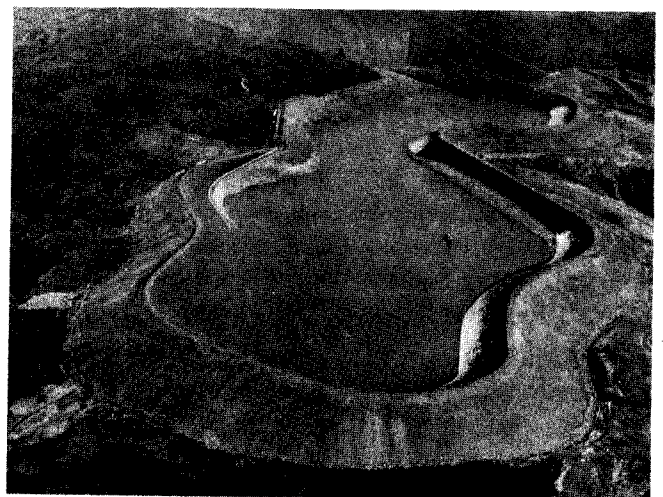
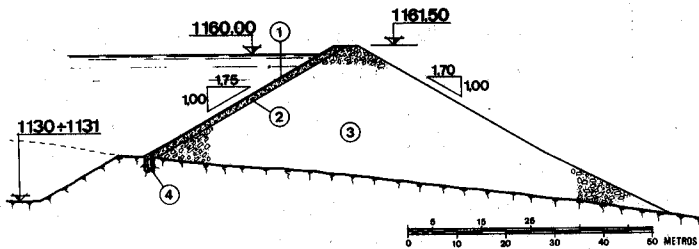


Figura 2.—Depósito superior. Mediajo.



1. Pantalla asfáltica.
2. Escollera drenante.
3. Escollera general.
4. Galería perimetral de drenaje.

Figura 3. — Presa de Mediajo. Sección tipo.

La presa, cuya longitud de coronación es de 2.784 m, tiene una altura máxima de 36,5 m. Su talud de aguas arriba va impermeabilizado mediante una capa de aglomerado asfáltico, mientras que los cortes de la roca, tanto en los desmontes como en el propio fondo del vaso, van desnudos, sin revestimiento. Su impermeabilidad se ha confiado a la naturaleza de la roca, areniscas y lutitas del triásico (Buntsandstein).

La central va situada al pie de la vieja presa de Elsa y está conectada con el depósito superior mediante dos tuberías telescópicas de alta presión de 3.800/3.400 mm de diámetro y unos 1.300 m de longitud y con el embalse de Elsa, mediante cuatro tuberías, una por cada grupo, de 3.500 mm de diámetro y unos 70 m de longitud. Son tuberías sin juntas de dilatación, fijadas en cuatro apoyos intermedios mediante anclajes pretensados permanentes.

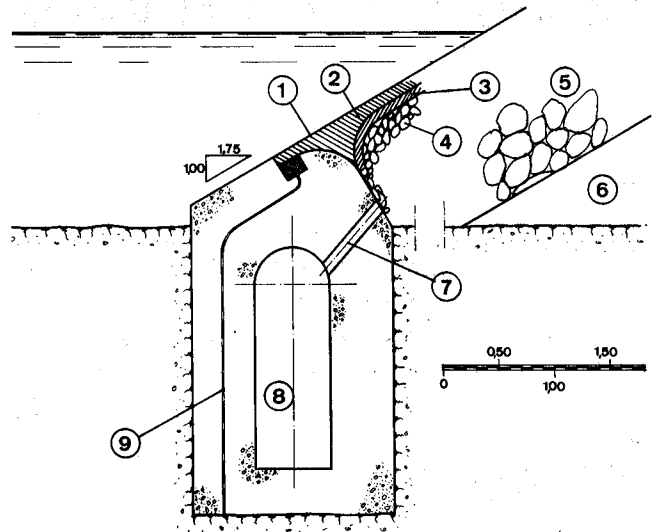
La altura máxima del salto es de 341 m y la potencia total de la central, 340 MW.

ALGUNOS DATOS

La altiplanicie sobre la que se ha construido el depósito superior está situada en la cota 1.130 sobre el nivel medio del mar. Es zona de alta montaña con fuertes vientos y nevadas, y en la que las nieblas son fenómeno persistente.

El suelo del emplazamiento estaba constituido por formaciones de turbas en pequeños espesores, máximo 5 m, que se presentaban sobre una estratigrafía, casi horizontal, de los pisos superiores del Buntsandstein.

Los ensayos e investigaciones, previos al



1. Mástic de protección.
2. Monocapa impermeable (espesor ≈ 0,08).
3. Binder en dos capas (espesor ≈ 0,07).
4. Grava de regularización.
5. Capa drenante.
6. Escollera general.
7. Tubo Ø 100 mm cada metro.
8. Galería perimetral de drenaje.
9. Junta sika 0-22.

Figura 4. — Galería de drenaje. Junta entre bloques.

arranque de la obra, mostraron que las lutitas y las areniscas en su mayor parte, rocas que conformaban el subsuelo, eran excavables mediante técnicas de ripado. Este fue uno de los datos que más condicionaron la construcción y los detalles del proyecto de la presa de cierre.

LAS TURBAS

Con objeto de realizar posteriormente su aprovechamiento, pues estaban amparadas bajo una pertenencia minera, las turbas se retiraron del emplazamiento cuidando que quedaran separadas de las arcillas de su base, para disponerlas limpias sobre un vertedero que se situó fuera del terreno que ocupaba la obra.

En las 60 Ha de terreno que se limpiaron se retiraron unos 400.000 m³ de turbas.

En el frente que al retirarlas iba presentando su cantera, pues se retiraban mediante cargadora de cazo sobre camión, las turbas se mantenían verticales, debido al armado que les prestaba su origen vegetal, pero, una vez situadas en el vertedero, después de la atrición que sufrían en el transporte, mostraban un comportamiento bien distinto, iniciando su acomoda-

ción. A poca inclinación que presentara el terreno terminaban por deslizar ladera abajo, de una forma incontenible, con una apariencia similar a la de la lava de un volcán.

Mientras las turbas se deslizaban por la ladera sin incidencia de lluvia y sólo con su humedad propia de cantera, se midieron velocidades de desplazamiento de 15 m/hora.

Para evitar que en su desplazamiento las turbas llegaran a inutilizar con su colocación el río principal, se hizo lo posible por encaminarlas por las laderas, fuera de las vaguadas, construyendo finalmente, en el cono de deyección de la torrentera principal, una presa de materiales sueltos con capacidad de vaso suficiente para almacenarlas definitivamente antes de que en su desplazamiento llegaran a invadir el embalse de Alsa.

En el drenaje de esta presa de almacenamiento, altura de presa, 14 m, y longitud de coronación 400 m, se presentaron inconvenientes, pues los filtros que se diseñaron para conseguir el drenaje y la consolidación de las turbas, filtros granulares y de fieltro sintético no tejido, se obturaban inmediatamente debido a los geles que contienen las turbas y a sus restos vegetales.

Creemos que esta ha sido la primera ocasión en la que en una obra de la ingeniería hidroeléctrica española se ha presentado marginalmente el haber tenido que manejar un volumen tan importante de turbas. Lo mencionamos como advertencia al pensar que en el futuro, al utilizar las altiplanicies topográficas como emplazamiento de depósitos de bombeo, se ha de dar de nuevo ocasión para que la ingeniería vuelva a tener que enfrentarse con los múltiples problemas que plantea el manejo de este enojoso material.

DISEÑO DE LA PRESA

La presa del Mediajo, según se ha enunciado anteriormente, es una presa de materiales sueltos con paramento suso impermeabilizado, capa drenante bajo el mismo y galería perimetral de pie para recogida de filtraciones (Figuras 3 y 4). Merece entre otros los siguientes comentarios.

La característica de que las lutitas y areniscas a excavar fueran ripables —su colocación en el cuerpo de la presa se realizó mediante traillas— condujo a que se obtuviera un cuerpo de presa de alta densidad 2 Ton/m^3 y, por tanto, de baja permeabilidad. Esta impermeabilidad justifica el que se incluyera en el diseño la capa drenante que actúa bajo el revestimiento. Por otro lado la impermeabilización del paramento suso fue obligada por ser presa de materiales sueltos destinada a cerrar un depósito sujeto a fluctuaciones muy rápidas de nivel (salto de bombeo-llenados y desembalses rápidos).

La impermeabilización superficial que se adoptó es la de una monocapa de aglomerado asfáltico sobre sus 126.000 m^2 de paramento. De las múltiples alternativas analizadas se eligió ésta por su probada resistencia al viento, al oleaje y al frío, y se aceptó el que fuera en monocapa por evitar los problemas que a nuestro modo de ver presentan la bicapas: agallado, difícil soldadura entre capas si la atmósfera de la obra es pulvígena, como así fue, y necesidad de tratar muchos kilómetros de juntas para conseguir una buena estanqueidad en ambas capas.

En la obra se contó con la colaboración de la empresa WALO BENTSCHINGER, que aportó maquinaria y asesoramiento técnico.

El equipo que se utilizó en la confección de la monocapa por su velocidad de extendido y estrechez de banda permitió el que las juntas entre bandas se pudieran unir por apisonado, con su temperatura adecuada, sin necesitar recalentamiento; por esto la longitud de juntas a tratar se redujo muy considerablemente.

En esta velocidad de colocación influyó a su vez el que la extendidora de aglomerado cargaba dentro del vaso a pie de presa, y no en coronación como exigen en su construcción las presas fluviales.

Dentro de los comentarios que merece la granulometría de los aglomerados empleados en la capa asfáltica y la composición del mastic de terminación, enunciaríamos al tratar del filler que el laboratorio rechazó el que se utilizaran algunos cementos, debido a los problemas de envejecimiento que por sus efectos expansivos

presentaban las probetas en su ensayo. Se recomendó como filler ideal el polvo calizo.

Respecto a incluir en el diseño una galería a su pie para recogida de filtraciones, creemos se justifica por las mismas razones que se aducen en las soluciones de presas en las que se utilizan en el aglomerado asfáltico capas «sandwich»; también existe aquí una capa drenante entre dos impermeables —cuerpo de presa y pantalla impermeable— a la que hay que aliviar.

En el caso del Mediajo se podía haber evitado esta galería con sólo disponer conductos de alivio en los puntos bajos topográficos, siempre que se encauzaran las aguas recogidas en la capa drenante hacia el pie de la presa, pero se dispuso de esta galería visitable por considerar muy conveniente en caso de fallo el que se pudiera localizar con la mayor precisión la situación de la zona afectada.

La galería, diseñada en cuanto a volumen de hormigón para que no flotara y en cuanto a gálibo interior para paso de hombre, es también utilizable para pequeñas máquinas de perforación e inyección, aunque estas labores lo lógico es que se realicen desde el vaso por presentar estos depósitos artificiales la posibilidad de ser vaciados totalmente, ya que no dependen de curso fluvial, con aportación de caudales, como les ocurre a las presas fluviales.

El diseño de la presa del Mediajo con su paramento impermeable, que es solución idónea ante vaciados rápidos, puede plantear y plantea por el contrario problemas en el bloque de pie de la impermeabilización, bloque de la galería de drenes, debido al fuerte gradiente hidráulico que aparece cuando el fondo del vaso, como es este el caso, se realiza sin revestimiento.

CORRECCIONES

En función del tipo de roca y del quebramiento que haya sufrido al excavarse en ella la zanja en la que ha de quedar cimentada la galería, habrá que tratar el contacto roca-hormigón para evitar el peligro de que las aguas lo contorneen.

Los puntos más débiles son fundamentalmente los de las juntas entre bloques de hormigón,

sobre todo si pertenecen a arco convexo de la presa y normalmente en el sitio en el que arranca la banda o perfil que realiza la impermeabilización.

A nuestro modo de ver, las técnicas de inyección bien aplicadas, logran resultados óptimos y siempre, en menor o mayor cuantía, será necesario utilizarlas, en función de las indicaciones que facilite la cortina de drenaje.

Como en el vaso del Mediajo se nos han presentado a su vez ocasiones para probar la posible eficacia de utilizar mantos superficiales de tapiz impermeable, los que se pueden denominar «parches superficiales» los hemos probado y su aplicación nos ha mostrado la curiosidad que pasamos a comentar.

Como es natural, el parche se coloca en superficie, tratando de cortar la entrada difusa de una vía de agua, sobre un terreno seco en el que, por tanto, el nivel freático está por debajo de la superficie y el diaclasado de la roca o la porosidad del terreno está, por lo mismo, relleno de aire.

Al iniciarse el llenado hidráulico del vaso, la aguas que van saturando el terreno van desalojando el aire ocluido y este aire al no poder salir en burbujas tiende a concentrarse bajo el parche impermeable ejerciendo bajo el mismo el suficiente esfuerzo de flotación como para despegarle y por acción de «pelado» romper la obra realizada. Si los parches se acondicionan con unas válvulas de salida de aire, de no retorno, el parche podrá cumplir una correcta función de impermeabilización, ya que la propia presión hidráulica lo sellará sobre la superficie del terreno eliminando el aire y obturando la posible zona de entrada de las aguas.

Este juego del aire y del agua dentro de los poros del terreno, en los movimientos del nivel del freático, puede plantear otro fenómeno no menos importante. Es el del considerable volumen de agua que se consume en los llenados del vaso sin que luzca en el volumen de agua embalsada en el depósito. Es otra de las posibles desventajas que pueden presentar los fondos desnudos de los depósitos sin revestimiento.