

PRESA DE VALMAYOR

NOVEDADES TECNICAS EN SU CONSTRUCCION

Por EMETERIO CUADRADO

Ingeniero de C., C. y P.

La presa de Valmayor ha sido construida por el Canal de Isabel II como elemento fundamental del sistema Guadarrama-Aulencia, ya que embalsando las aguas de estos dos ríos, podrían utilizarse para ampliación del abastecimiento a Madrid de agua potable.

Las características fundamentales de esta presa son las siguientes:

Altura máxima: 60 m sobre el cauce.

Longitud: 1.214 m.

Ancho de coronación: 9 m.

Talud aguas arriba: 1,75 × 1.

Talud aguas abajo: 1,30 × 1, con dos bermas de 4 m de anchura.

Volumen de escollera de granito: 2.100.000 m³.

Esta presa se situó en el río Aulencia, recibiendo su embalse las aportaciones del Guadarrama, mediante un túnel de trasvase de 5 Km de longitud. El volumen máximo de agua embalsada se calcula en 124,5 Hm³.

La impermeabilidad de la presa se confía a una pantalla de hormigón asfáltico constituida por distintas capas. En la época de su construcción, 1972-1974, era ésta la presa con pantalla asfáltica más alta de las realizadas en España, y la primera cuya pantalla se ejecutaba totalmente por una empresa española (Dragados y Construcciones, S. A.).

La construcción del cuerpo de presa no supuso ninguna novedad con relación a las presas extranjeras y nacionales, pero debemos hacer constar algunas de las conclusiones a que llegamos, y que ya expusimos en otro trabajo con todo detalle ("La presa de Valmayor, en el río Aulencia", REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, abril 1973, págs. 249-262):

1.º El riego de la escollera, durante la compactación, es fundamental para obtener una densidad aceptable de la misma. Siendo la densidad mínima exigible de 1,9, comprobamos que con sólo el vertido en capas de 1,5 m de espesor, la distribución de los materiales (con tamaño máximo de 1,3 m), y el paso de los camiones después de regar, se conseguía una densidad superior a 2, que aumentaba con el número de pasadas de rodillos vibrantes de 10,5 Tm de carga estática. El número mínimo de pasadas establecido en el pliego de condiciones, era de 4 pero se decidió dar 6, para mayor compactación. Con este número de pasadas se superó la densidad de 2,10.

2.º Se estudió la influencia del espesor de tongadas en la densidad obtenida, a base de las mismas máquinas disponibles y de la composición de la escollera establecida, es decir, tamaño máximo 1,30 m, con un máximo de finos del 20 por 100. Se ensayaron tongadas de 1,30 a 1,60 m, comprobándose que la densidad disminuía con el aumento de espesor. Se adoptó 1,50 m que dio una densidad de 2,04 no conviniendo bajar su espesor, por ser 1,30 m el de las grandes rocas empleadas.

3.º Se ensayaron también los asientos diferenciales producidos en cada tongada en función del número de pasadas de rodillo. En 20 ensayos sucesivos se comprobó que con la primera pasada ya se cumplía que el descenso era inferior a los 2 cm exigidos por el pliego. El descenso total conseguido al terminar la décima pasada, que era de 67 mm, ya no se alteraba con las pasadas siguientes.

En cuanto a novedades técnicas fue en la pantalla donde se introdujeron. La construcción del elemento impermeabilizador, se describió detalladamente en un trabajo nuestro ("Presa de Valmayor, II. Pantalla impermeable", REVISTA DE OBRAS PUBLICAS, agosto 1975, páginas 541-548), y ahora sólo nos referiremos a algunas disposiciones adoptadas.

Comprobación de espesores.

El pliego de condiciones exigía para cada capa diferente de las constitutivas de la pantalla, unas tolerancias muy reducidas. Para las tres capas de hormigón asfáltico impermeable se exigía ± 1 cm y para la porosa de drenaje ± 2 cm. Como se comprenderá, resultaba muy difícil controlar la variación en obra de los espesores de capa, exigiendo los mínimos establecidos. La solución adoptada, fue la de un sistema electromagnético.

Para ello se colocaron sobre la capa de transición una serie de hilos de cobre de 1,2 mm de diámetro, siguiendo la máxima pendiente. La distancia entre ellos era de 3 m, por lo que no coincidían siempre con el eje de cada zona o calle vertical de la pantalla, que era superior. Se dejaban libres los dos extremos y se echaba sobre los hilos la capa asfáltica. Si se conectan los extremos con un generador eléctrico y se hace pasar por el hilo una corriente, se crea alrededor un campo magnético, de modo que si se mueve una bobina en este campo, se produce una corriente inducida en sus espiras,

que nos da una diferencia de potencial en cada punto, en función de la intensidad del campo.

Si producido el campo magnético se traslada la bobina horizontalmente, a medida que se acerca al conductor enterrado bajo el asfalto, la diferencia de potencial irá en aumento, siendo máxima cuando se encuentre encima de aquél.

Para operar, se hacía pasar por el hilo una corriente alterna de frecuencia fija y diferencia de potencial constante. Un aparato móvil con la bobina inducida, se colocaba sobre un taco de madera del espesor exacto de la capa a medir, situado sobre el hilo; se medía la diferencia de potencial que marcaba el aparato, que indicaba el espesor del taco de madera, es decir, de la capa de asfalto. Después se movía el aparato sobre ésta horizontalmente hasta que marcara la máxima diferencia de potencial, y se hacía una lectura, que correspondía al espesor construido. Con un baremo previamente confeccionado, comparando la lectura tomada con la del espesor exacto tarado, se averiguaba el espesor medido.

Las lecturas en cada conductor se hacían cada 5 m, partiendo de 1 m de distancia a la coronación, y para cubrir toda la superficie, en el hilo siguiente se empezaba a 2 m y así sucesivamente, aumentando en 1 m la distancia a aquélla.

En las capas sucesivas de la pantalla bastaba tarar el aparato móvil para el nuevo espesor a medir desde el conductor de cobre.

Comprobados los aparatos empleados, que fueron confeccionados por el Laboratorio del Transporte, se observó que los errores no pasaban del 1 por 100 del espesor, de modo que en los 40 cm del total de la pantalla el máximo era de 4 mm, o sea, virtualmente inexistente.

El sistema permitió levantar las capas insuficientes o los tramos en que no se obtenían los espesores prescritos.

Reducción de la insolación.

La pantalla se previó que no estaría protegida por el agua del embalse en por lo menos un año, y ya se habían observado en la pantalla de la presa de Santillana (también del Canal de Isabel II) fenómenos de tixotropía, en el mástic superficial, acusándose en la parte que sobresalía del agua desplazamientos hacia abajo, como arrugas, que, aunque no suponía una avería, hacía un mal efecto. Este fenómeno se produce por un exceso de mástic bajo la acción de altas temperaturas.

La situación de la pantalla supone una insolación que durante el verano es de casi todo el día, lo que hace suponer en agosto temperaturas de más de 50°, que sin duda actuarían sobre la capa de mástic. Había, pues, que proteger la pantalla de algún modo, ya que la absorción de calor solar, por su color negro, debía ser considerable.

Se estudió el problema en el laboratorio de obra y en el del Transporte, donde se había decidido una dosificación para el mástic de 44 Kg de betún 80/100, 56 Kg de cemento y 4 Kg de asbesto, que daba un punto de reblandecimiento de 85°, una fluidez normal y una buena mezcla y manejabilidad.

Para facilitar la reflexión de las radiaciones térmicas y de los rayos ultravioletas, ya se habían empleado pinturas de colores claros en otras presas extranjeras, pero dado que la superficie expuesta al sol era de 49.500 m², el empleo de pinturas blancas o de aluminio resultaba muy costoso. Ideamos entonces que, empleándose el mástic en estado líquido y caliente, si se pulverizaba sobre él, una vez colocado, polvo de aluminio adheriría a él, quedando la superficie como pintada de aluminio.

Las pruebas en el laboratorio de obra se realizaron sobre dos chapas de palastro con la inclinación del paramento de aguas arriba. Se recubrieron de hormigón

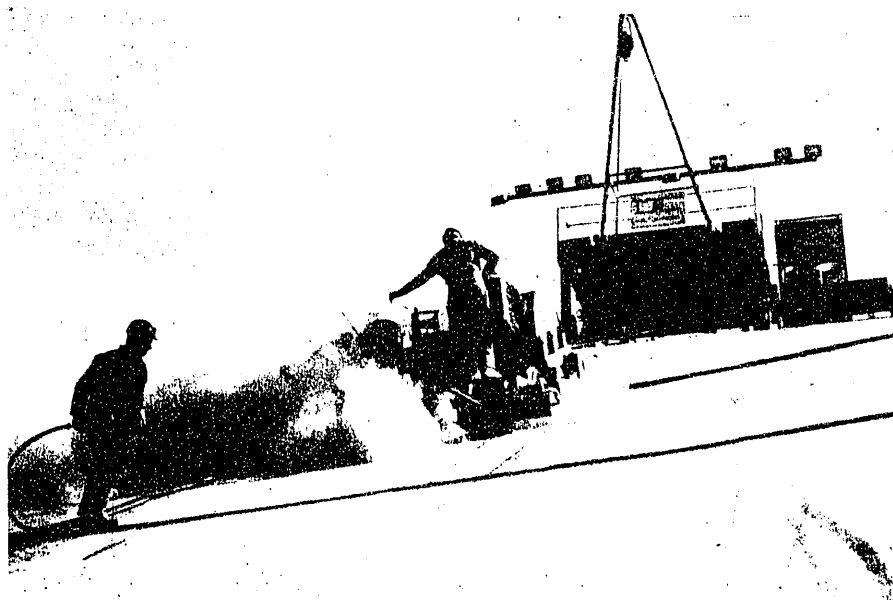


Fig. 1. — Extendido del mástic y pulverización de aluminio.

asfáltico impermeable (como el de la presa); sobre ellas se colocó el mástic aprobado y sobre una se pulverizó su superficie con polvo de aluminio. Se hizo una probeta lanzando el polvo a presión y otra sin ella. Se mantuvieron expuestas al sol todo un verano, llegándose a fuertes temperaturas. Tomando las temperaturas detrás de las probetas y comparando la de la probeta normal con las tratadas con polvo de aluminio dieron diferencias de 16°.

Se repitieron los ensayos con mayor precisión en el Laboratorio del Transporte, empleando varios productos: pintura de aluminio de base epoxídica sobre superficie de mástic frío, pintura de aluminio de base asfáltica sobre superficie de mástic frío y pintura análoga sobre mástic frío.

Se comprobó que la aplicación de polvo en caliente tenía menos fluidez que con los otros sistemas, y era algo menos adherente que la pintura asfáltica con aluminio, pero muchísimo más barata. Las diferencias de temperaturas oscilaron entre 20 y 22° C. Siendo, pues, el sistema de polvo el más barato, se aceptó para toda la pantalla, reponiendo los defectos con pintura de aluminio.

Para la aplicación se colocaron seis pulverizadores a presión en la misma distribuidora del mástic, comunicados con el depósito de polvo colocado sobre aquélla. A medida que se distribuía el mástic se inyectaba aire comprimido, que lanzaba el aluminio contra aquél, recién extendido, al que se adhería perfectamente (fig. 1).

El inconveniente fue que en los días en que hacía fuerte viento arrastraba el polvo de aluminio en gran parte, sin que pudiera diferirse la operación para no detener el acabado de la pantalla. Por otra parte, los inyectores, en estas circunstancias, resultaron demasiado separados, con lo que, unido el sistema, con los días de viento, resultaba la pantalla con líneas paralelas de aluminio frente a los inyectores, quedando una zona más pobre de polvo entre unas y otras.

Se palió este inconveniente mediante un operario que, con una manguera conectada al calderín del aluminio, marchaba detrás de la distribuidora, lanzando el polvo en zonas horizontales sobre lo ya colocado por los inyectores.

De todos modos, se logró eliminar de 16 a 18° C, y la superficie reflectante ha resistido ya dos veranos sin que la presa se cubra de agua. El rendimiento obtenido con este procedimiento fue de 300 m²/día.

Las zonas defectuosas de los días de viento y los bordes de la pantalla se completaron con pintura de base asfáltica. El precio total resultó ser de 1.773.000 pesetas, es decir, unas 36 ptas./m².

Pasarela de servicio.

Como accesorio de la presa es también una novedad la pasarela de servicio a la torre de toma. Esta torre, si-

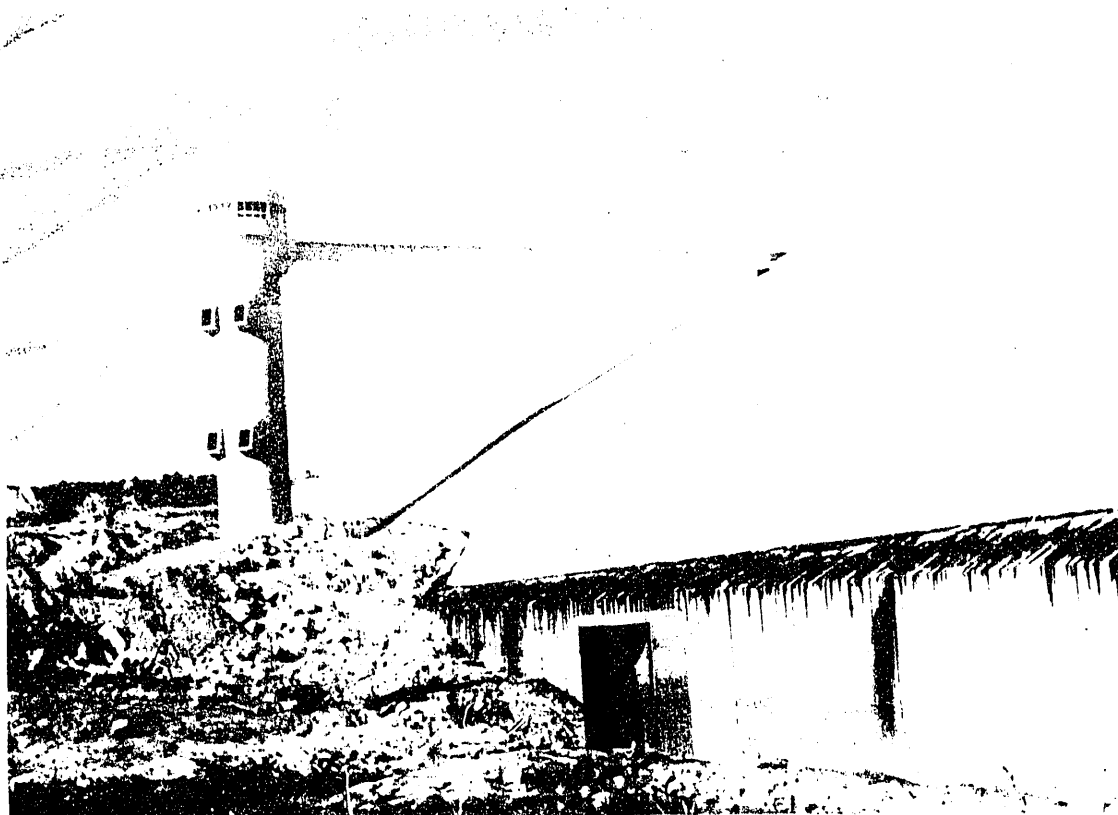


Fig. 2. — Torre de toma y pasarela de servicio.



Fig. 3.— Presa de Valmayor vista desde aguas arriba, con la pantalla impermeable y reflectante.

tuada en el interior del embalse, junto al paramento de aguas arriba, tiene 52 m de alta y tomas a tres distintas alturas. Para llegar a la parte alta de la torre, donde se encuentra el montacargas que accede a los pisos donde están los mecanismos de las distintas compuertas de las tomas, era necesario hacer una pasarela desde la coronación de la presa, ya que la distancia a la ladera era mucho más larga. Por otra parte, creíamos peligroso poner algún apoyo empotrado en la pantalla, dando lugar a una junta perimetral peligrosa y a posibles asentamientos de la escollera en los puntos de apoyo.

La longitud entre coronación-torre era de 71,20 m.

La solución que se proyectó y aceptó fue la de una estructura de acero pretensado, a base de un cajón rectangular con seis cables pretensados, dos a cada lado de las paredes y dos rectos en el tablero inferior (fig. 2). Las cajas en que se alojaron estaban formadas por un perfil de acero PN-14 y dos chapas de 8 mm de espesor. La dificultad era el montaje, pues se tenía miedo a dañar la pantalla, bien por posibles apoyos sobre la misma, bien por rozaduras con la estructura. Por fin se decidió armar la total estructura sobre el paramento de la presa, es decir, sobre la pantalla. Sobre carriles de ferrocarril

y traviesas —colocadas con los elementos necesarios para que al apoyarse en el paramento ya llevaran la contraflecha de 25 mm que había de tener la pasarela— se montó una vía de 5 m de ancha, sobre la que fueron depositándose los ocho módulos en que se dividió la pasarela, fabricados en taller. Se soldaron entre sí, se colocaron los cables y se tensaron, llenándose las vainas con mortero de cemento.

El conjunto quedaba apoyado en su parte superior sobre rodillos. Se montó una grúa poderosa, traída exprofeso del extranjero (ya que cada tramo pesaba 25 Tm), junto a la torre, la cual, cogiendo el extremo inferior, levantó la pasarela hasta la altura de la cámara superior de aquella —operación que duró quince minutos— y, con gatos colocados horizontalmente en la coronación, se procedió a empujar la pasarela hasta situarla sobre su apoyo definitivo. El extremo que quedó apoyado en la presa se situó también sobre gatos para poder corregir los posibles asentamientos de la escollera, al ponerse la presa en servicio.

En la actualidad, la presa está completamente terminada, aunque no se ha iniciado todavía el llenado del embalse (fig. 3).