

EL PANTANO DE PALMACES

ALGUNOS DATOS Y REFERENCIAS

Por ESTANISLAO CHAVES FERRERO,
Ingeniero de Caminos.

Próxima a inaugurarse oficialmente esta interesante obra de riego, nos complace dar a conocer a nuestros lectores las características fundamentales de la misma, así como la historia de su iniciación y desarrollo, que, bajo la acertada dirección del autor del artículo, se llevó a cabo desde su comienzo hasta casi su terminación.

Consideraciones generales.

La circunstancia de haber sido acordada para dentro de breve plazo, según nuestros informes, la inauguración de este pantano, sitúa a esta obra, como suele decirse, en un primer plano de actualidad, motivo por el cual hemos creído oportuno hacer de ella una ligera referencia, abusando de la amabilidad de la REVISTA y acompañando, al propio tiempo, unas cuantas vistas y detalles de dicha obra, por las que fácilmente se podrá apreciar el interesante y agradable aspecto que indudablemente ha sabido dar a la misma y a sus alrededores la Dirección facultativa encargada de su terminación.

Un poco de historia.

El Canal del Henares, obra que suponemos conocida, de 38 Km. de longitud y capacidad legal de 5 000 litros de agua por segundo, y cuyo destino es el riego de 9 000 Ha. de terrenos emplazados en la hermosa vega del río Henares, entre los términos municipales de Humanes (Guadalajara) y Alcalá de Henares (Madrid), fué construído por una Compañía inglesa, allá por los años 1864 a 1872, por virtud de concesión administrativa otorgada en 1863. La Sociedad concesionaria, que adoptó el nombre de Sociedad Ibénica de Riegos, ya que su capital era en gran parte español, comenzó la explotación en el año 1872, pero con resultado tan adverso, a causa del escaso caudal del río y de las numerosas reclamaciones presentadas por los usuarios inferiores, es decir, posteriores en el sentido de la corriente, que varios años después hubo de ser suspendida la explotación y sacadas las obras a pública subasta, adjudicándose ésta al Banco de Londres, el que cedió las obras después, en 1888, a una Empresa titulada Compañía del Canal del Henares, la cual, mediante la correspondiente transferencia o nueva concesión, otorgada en 1892, quedó subrogada en los mismos derechos y obligaciones que la Sociedad primitiva.

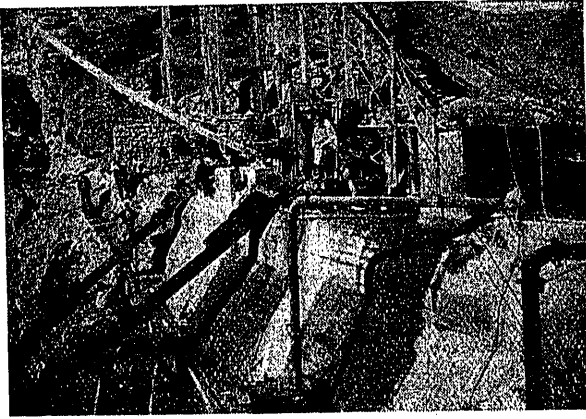
No fué más afortunada en la explotación la nueva Sociedad concesionaria; antes al contrario: a la escasez de recursos hídricos y a las quejas, legalmente atendidas, de los usuarios de aguas abajo, hubo que agregar el lamentable estado de conservación del Ca-

nal y sus acequias, hasta el extremo de haberse llegado a hacer imposible el riego en algunas zonas dominadas por el Canal y especialmente en la que corresponde a sus 20 últimos kilómetros.

Dicho estado de cosas se prolongó muchos años después, hasta bien entrado el presente siglo, aunque ya en el Plan de Obras Hidráulicas de 1902 se apreció la necesidad de asegurar la dotación de agua del Canal del Henares mediante la inclusión en aquél de los pantanos de Alcorlo, Boleña y Muriel, que más adelante, esto es, en planes sucesivos, fueron sustituidos por el de Palmaces. Al fin, en 1925, después del advenimiento de la Dictadura del General Primo de Rivera, la Cámara Agrícola de Guadalajara, y en particular los propietarios de la zona regable del Canal, solicitaron de los Poderes Públicos el rescate de las obras del Canal a favor de la Comunidad de Regantes del mismo, cuya constitución acordaron, y la ejecución de todas las obras necesarias para su reparación y debido funcionamiento, incluso la construcción del pantano de Palmaces, acogiéndose para todo ello a los preceptos de la Ley de 7 de julio de 1911.

En consecuencia, y una vez constituida la Comunidad de Regantes del Canal del Henares, fué promulgado en 1.º de abril de 1927 un Real Decreto por el que, accediendo a la petición indicada, se dispuso, previa tasación del Canal, el rescate del mismo a favor de la Comunidad, así como la constitución de una Junta Administrativa de los fondos mixtos que con arreglo a la citada Ley, deberían ser aportados por el Estado y la Comunidad de Regantes para la realización de todas las expresadas obras y para el abono del importe de la tasación; autorizándose, por otra parte, la explotación de los riegos por la Comunidad, a medida que el Canal fuera reparándose.

No corresponde al objeto de este artículo exponer el proceso de la rehabilitación del Canal, llevada a cabo a partir de la constitución de la Junta Administrativa, en 1929, y terminada hace ya algunos años; ni dar a conocer, tampoco, la forma en que se desenvolvió la Comunidad y el Sindicato de Regantes para contribuir al pago de las obras, muy precariamente, por cierto, al principio de su actuación, hasta la terminación de nuestra guerra civil, y desahogada y hasta prósperamente, después, demostrándose así el beneficio indudable que proporcionan actualmente los rie-



Cimentación desde la ataguía. Año 1940.

gos. Nos limitaremos, por tanto, a reseñar someramente el proceso que siguieron las obras del pantano, cuya descripción es el motivo principal de estas líneas.

El proyecto general del Pantano de Pálmaces, redactado en el año 1929, fué aprobado definitivamente a mediados de 1930. El de replanteo, formulado en agosto de 1932, mereció asimismo la aprobación superior en el siguiente año, 1933; y un tercer proyecto, llamado "Modificación del Replanteo", estudiado para cumplimentar determinadas prescripciones impuestas a los anteriores, se aprobó a comienzos de 1934. En dichos proyectos se tuvieron muy presentes, tanto las indicaciones de la Comisión Geológica entonces vigente, que dictaminó sobre las condiciones del terreno, como los resultados de los sondeos efectuados, que acusaron la existencia de una gran caverna en la margen derecha del primer emplazamiento estudiado para la presa y que obligaron a variar la ubicación de ésta al lugar que hoy día ocupa.

La construcción del camino de servicio en sus 8,200 kilómetros y la de los edificios auxiliares, tuvieron lugar, previa subasta de dichas obras, en los años 1932 a 1935. Por lo que respecta a la subasta de las del pantano, ésta se verificó a mediados de 1934, adjudicándose a la Compañía de Construcciones Hidráulicas y Civiles y comenzándose prácticamente los trabajos en el año 1935. Todo este año y parte del siguiente se invirtieron en las obras de desviación del río, a causa de las dificultades surgidas con motivo de las excepcionales riadas producidas en aquellos años. Al fin, a mediados de 1936, se comenzaron los trabajos de excavación de los cimientos de la presa, los cuales tuvieron bien pronto que suspenderse y quedar paralizados durante toda nuestra Cruzada, a causa de hallarse situadas las obras en las proximidades del frente — y en poder de las fuerzas nacionales — desde noviembre de 1936.

Terminada la guerra y después de un largo período de inactividad por parte de la Compañía adjudicataria, que se limitó, juntamente con la Administración, a las labores indispensables de descombramiento y de reposición de los medios auxiliares, desapareci-

dos o inutilizados, las obras se reanudaron, aunque por muy breve plazo, toda vez que la citada Compañía solicitó y obtuvo, en mayo de 1940, la rescisión de la contrata, al formularse por la Dirección facultativa de las obras un reformado del proyecto, el cual implicaba un aumento en el presupuesto, superior al 20 por 100 de su importe.

A partir de aquí y a excepción de un breve período, en que las obras se continuaron por administración directa, para no paralizar los trabajos, aquéllas fueron realizándose por destajos totales y sucesivos mediante concursos, recordando el que esto escribe hasta siete destajistas diferentes y también sucesivos, con lo que, mediante una rigurosa dirección y vigilancia de los trabajos por parte del personal de la Administración, aquéllos se llevaron a cabo ininterrumpidamente, desde la terminación de la excavación para cimientos, en septiembre de 1940, hasta la casi completa terminación de la presa, en mayo de 1948, fecha en la que a causa del obligado cambio en la Dirección de las obras, fué encargado de la misma el actual Ingeniero Director de la Junta Administrativa, D. César Blanco de Córdoba, el cual, con su reconocida competencia y buen gusto, ha sabido imprimir al conjunto de las obras del pantano, a su terminación, ese agradable aspecto que se observa al contemplarlas y que podrá apreciarse en las fotografías que adjuntas se acompañan.

Las obras.

El Pantano de Pálmaces está emplazado en el río Cañamares, afluente del Henares, a 32 kilómetros aproximadamente antes de la confluencia de estos dos ríos. La presa de embalse, del tipo de gravedad y planta recta, tiene una altura máxima sobre el cauce del río, es de 31,50 metros y está situada (fig. 1.^a) en un estrechamiento que presenta el valle del Cañamares, a dos kilómetros y medio, aguas abajo, del pueblo de Pálmaces. Este estrechamiento corresponde a la



La presa, en 1947.

**PANTANO DE PÁLMACES
PRESA-ALIVIADERO Y DESAGÜE**

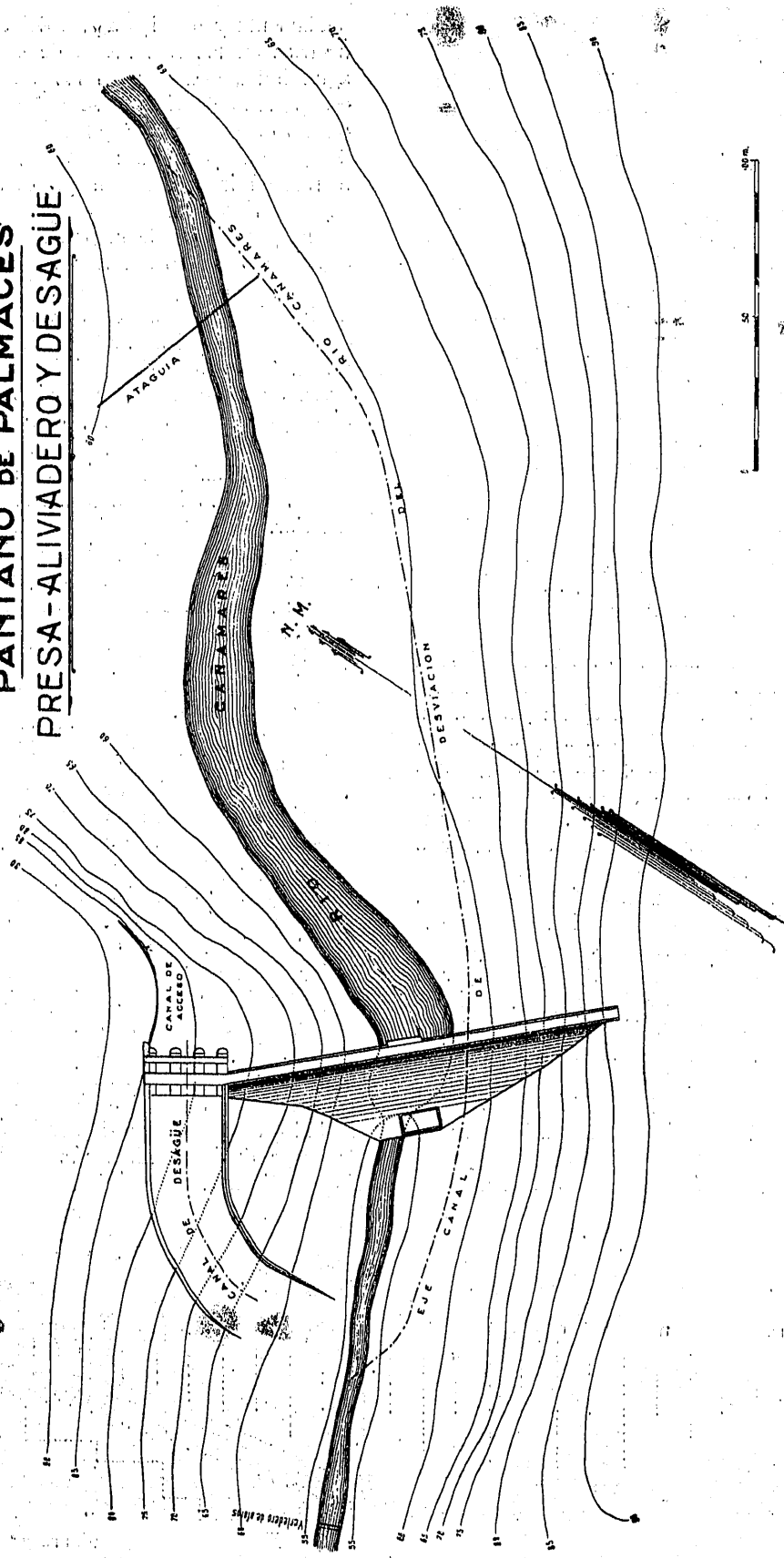


Figura 1.

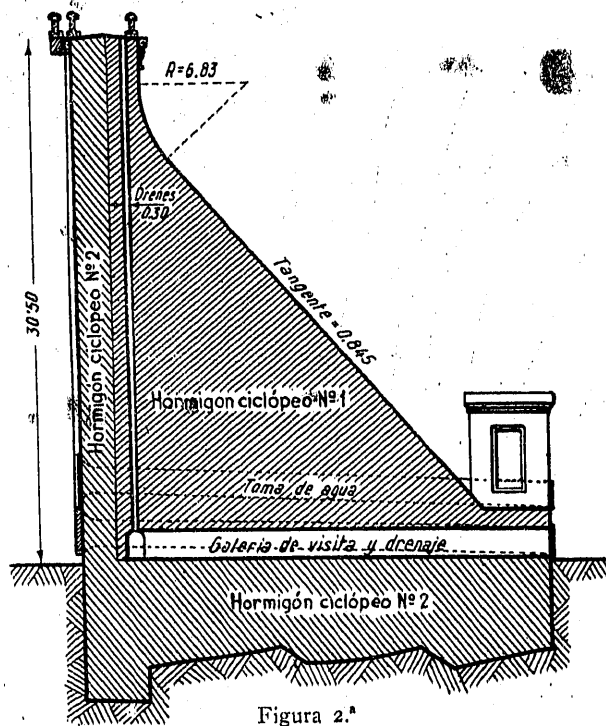


Figura 2.ª

zona de contacto del Cretáceo superior con el Triás, ofreciéndose el primero de dichos terrenos en una faja de varios kilómetros hacia aguas abajo, a partir de la presa, y ocupando el segundo todo el amplio vaso del pantano, cuya impermeabilidad queda así asegurada.

La capacidad del vaso es de 31 millones de metros cúbicos en números redondos, y aun cuando dicha capacidad hubiera podido ser fácilmente ampliada con una mayor altura de la presa, ello no era aconsejable por dos importantes razones, a saber: una, geológica, motivada por las desfavorables condiciones de las calizas situadas en la parte superior de la cerrada, y otra, hidrológica, ya que, según los aforos realizados por el Servicio en el emplazamiento del pantano, las disponibilidades hidráulicas del río Cañamareá resultaron ser insuficientes para llenar el embalse en algunos de los años del ciclo estudiado.

En rigor y atendiendo a la finalidad primordial de esta obra de riego, tampoco era necesaria una mayor capacidad del pantano, pues considerando que la zona regable servida por él es de 9.000 Ha. aproxi-

madamente y que las aguas del embalse sólo son necesarias en los tres meses de estiaje, la cantidad de agua indispensable para los seis riegos que durante ese período de tiempo se requieren, será (en el supuesto de que cada riego exija un volumen de agua de 500 m.³ por Ha.): $500 \times 9.000 \times 6 = 27 \times 10^6$ metros cúbicos; volumen que es todavía inferior a la capacidad elegida.

El perfil tipo de la presa es triangular (fig. 2.ª), con su paramento anterior vertical y el posterior inclinado, con tangente 0,845. No obstante esta débil inclinación y la condición de alcanzar con las fábricas una densidad no menor de 2,4, con lo que la condición Lewy quedaba satisfecha, se ha dotado a la presa de un drenaje constituido por tubos verticales de 0,30 m. de diámetro, distanciados entre sí tres metros, los cuales abocan inferiormente en una galería longitudinal de recogida de aguas y visita, la que a su vez comunica con otra transversal con salida al exterior.

Las juntas de dilatación, doblemente obligadas en este caso, por tratarse de una presa recta, son de dos clases: las primeras, separadas entre sí 12 metros, interesan toda la altura de la presa (fig. 3.ª), mientras que las otras, intercaladas a mitad de distancia de las anteriores, se desarrollan solamente en la mitad superior de aquélla.

Se han previsto y establecido solamente dos desagües atravesando el cuerpo de la presa; el inferior o desagüe de fondo, tiene 1,60 m. de diámetro, y el superior o toma de agua, situado a 5 metros de altura sobre el cauce, es de 1,20 de diámetro y tiene capacidad para desaguar los tres metros cúbicos que constituyen la dotación mínima del canal del Henares, con la mínima altura en el embalse. Los referidos desagües están dotados de doble cierre: uno, anterior, constituido por compuertas de paramento, accionadas desde la coronación de la presa, y otro, posterior, constituido en el desagüe de fondo por una válvula de compuerta rectangular, y en la toma de agua, por una válvula equilibrada, precedida por otra de mariposa. Estos dos cierres de aguas abajo están alojados en una caseta de manobras establecida sobre la zarpa de la presa, según puede apreciarse en las fotos adjuntas.

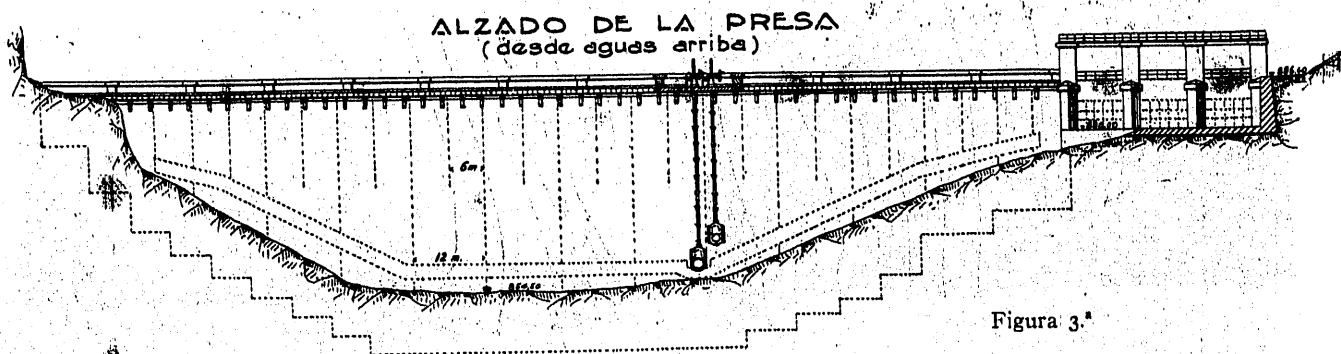


Figura 3.ª

Por último, el aliviadero está situado en la ladera derecha a continuación de la presa, formando un pequeño ángulo con la misma y está constituido por tres grandes vanos de 6 m. X 5 m., cerrados por otras tantas compuertas metálicas del tipo *wagon*. Su capacidad total de desagüe es de 300 m.³ por segundo, ampliada a 500 m.³ por segundo, si se tiene en cuenta el efecto regulador del embalse.

Los trabajos de desviación del río y de excavación para cimientos fueron bastante penosos, a causa de las numerosas riadas producidas durante su ejecución, que coincidió con una época sumamente lluviosa (años 1935-36 y 1940-41) y a causa también de las numerosas filtraciones observadas en el cuenco de cimentación y entre las que merece citarse un manantial de 3,5 litros por segundo de caudal, encontrado en el fondo de la cimentación, el cual fué internándose en la margen a medida que la excavación avanzaba, por lo que fué preciso proceder a su entubado y desviación al exterior de la presa y del embalse.

La profundidad media de la cimentación fué de 6 a 8 metros en el centro y de 10 a 12 en el talón de la presa, apareciendo la roca bastante sana y compacta, aunque fisurada en diversas partes, por lo que la Dirección facultativa de las obras decidió efectuar una cortina de inyecciones de cemento, además de las de soldadura, a que había sido autorizada por la Superioridad. Dicha cortina de inyecciones, constituida por unos 50 agujeros separados 2,50 metros entre sí y con profundidades comprendidas entre 20 y 30 metros, ha resultado sumamente eficaz, y creemos poder recordar que absorbió unas 1 000 Tn. de cemento, con presiones comprendidas entre 6 y 7 atmósferas.

Durante los trabajos de excavación para cimientos, se efectuaron en el Laboratorio del pantano interesantes ensayos granulométricos encaminados a conseguir la máxima compactación posible en las fábricas. En dichos ensayos se pudo llegar a dosificaciones casi coincidentes con las curvas ideales de Abrams, repre-

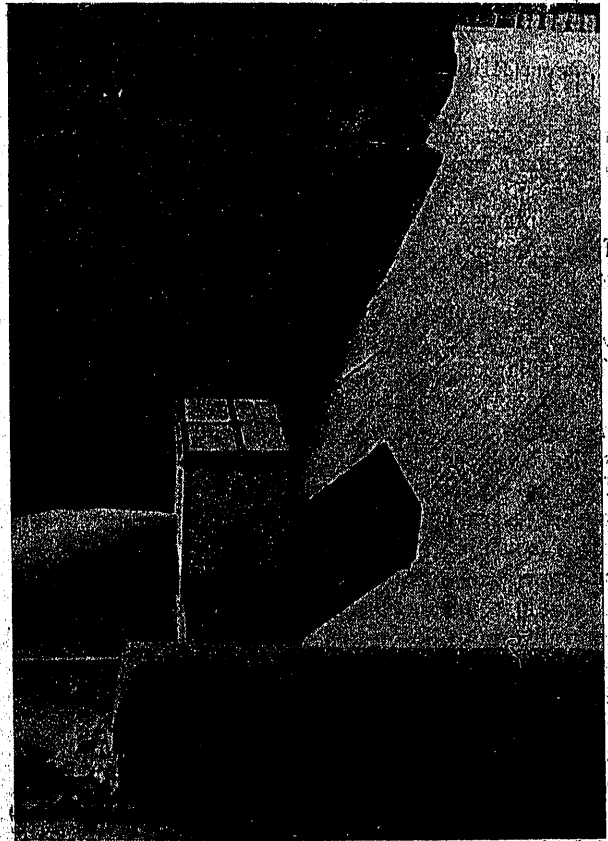


La presa, terminada (1951).

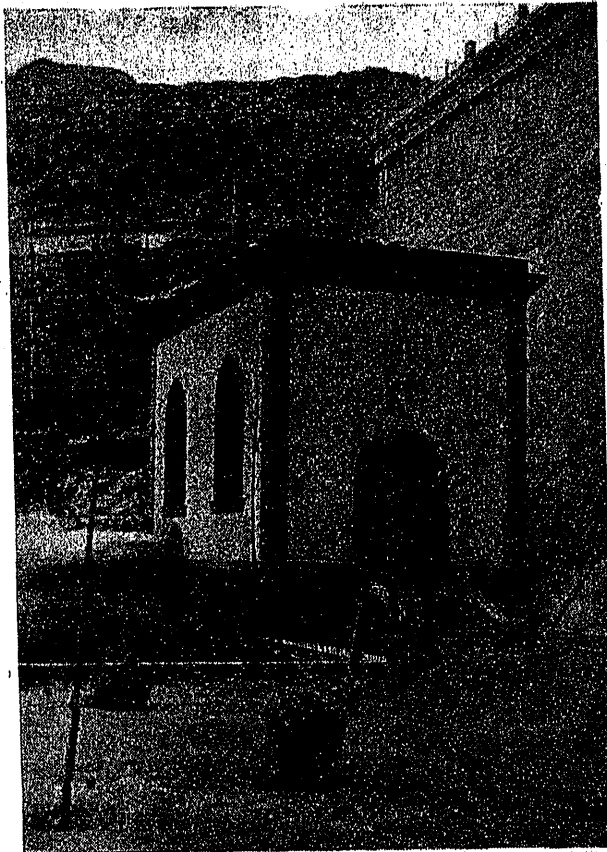
sentadas en la figura 4.^a, las cuales corresponden a hormigones de 240 y 350 Kg. de cemento por m.³, que fueron las empleadas en la presa. De este modo se pudo lograr en la fabricación del hormigón una densidad muy próxima a la teórica de 2,4; cifra que después fué mantenida y hasta superada, mediante el empleo de un 10 al 15 por 100 de bloques ciclópeos,



La presa, desde aguas arriba (1951).



La presa. Vista lateral.



Caseta de maniobra, con el desagüe de la toma abierto.

para los que se utilizó una magnífica cantera de caliza próxima a la presa, y en la que la densidad de la piedra resultó superior a 2,6.

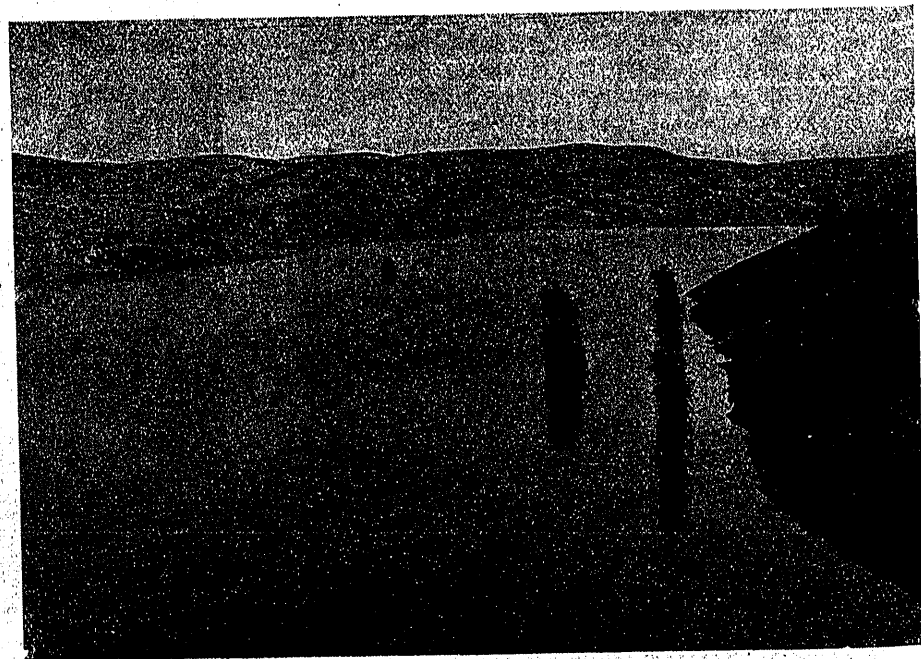
Es interesante indicar, en fin, siquiera sea sucintamente, los medios auxiliares empleados durante los trabajos y la forma en que éstos se desarrollaron.

Apenas comenzada la cimentación, en el año 1940, se logró obtener del salto de Espinosa de Henares la energía necesaria para los trabajos, con una potencia poco superior a los 100 caballos y contándose además con una central térmica de reserva de 70 caballos. En una primera etapa de los trabajos — cimentación y cuerpo de la presa, hasta llegar con ésta a una altura de 6 a 8 metros sobre el cauce — el hormigonado se efectuó desde la parte baja de la presa, junto al río,

valiéndose, cuando la altura de la obra era ya algo apreciable, de planos inclinados, por los que subían las vagonetas cargadas y accionadas por funicular. Los áridos y el cemento eran transportados a pie de obra con camiones; aquéllos desde el río, donde se encontraban en condiciones favorabilísimas de abundancia y calidad, y este último desde el almacén del pantano o bien directamente de la fábrica "El León", de Matillas, distante de la obra unos 28 kilómetros. Un blondín con torres fijas se encargaba de transportar desde una cantera, en la parte superior de la margen izquierda, los bloques del ciclópeo, que se introducían en la masa semiflúida del hormigón.

En una segunda etapa, los medios de fabricación y empleo del hormigón se dispusieron en cascada en la parte alta de la ladera, instalándose sucesivamente a tal efecto y de arriba abajo, la machacadora, cribadora, clasificadoras, hormigoneras y canaletas, las cuales vertían, finalmente, el hormigón en las vagonetas, desde las que se transportaba al lugar de su empleo. Hubo períodos en que esta misma instalación se estableció en las dos laderas para conseguir un volumen diario de hormigonado de 100 metros cúbicos, límite que, a pesar de todo, fué difícilmente alcanzado a causa de la insuficiencia de cemento, lo que explica el carácter modesto de las instalaciones.

Diremos, por último, que a fin de conseguir en la obra los paramentos lo más perfectos posible, se acudió al empleo de bloques artificiales, no obstante haber sido proyectada toda aquella con hormigón en masa simplemente. Las dimensiones de los bloques fueron primeramente de $1 \times 0,60 \times 0,30$, alternándose a soga y tizón, pero dado el excesivo peso de estos sillares, se recurrió al procedimiento de reducirlos a



CURVAS IDEALES DE ARIDOS PARA 7,5 Y 14% EN PESO DE CEMENTO

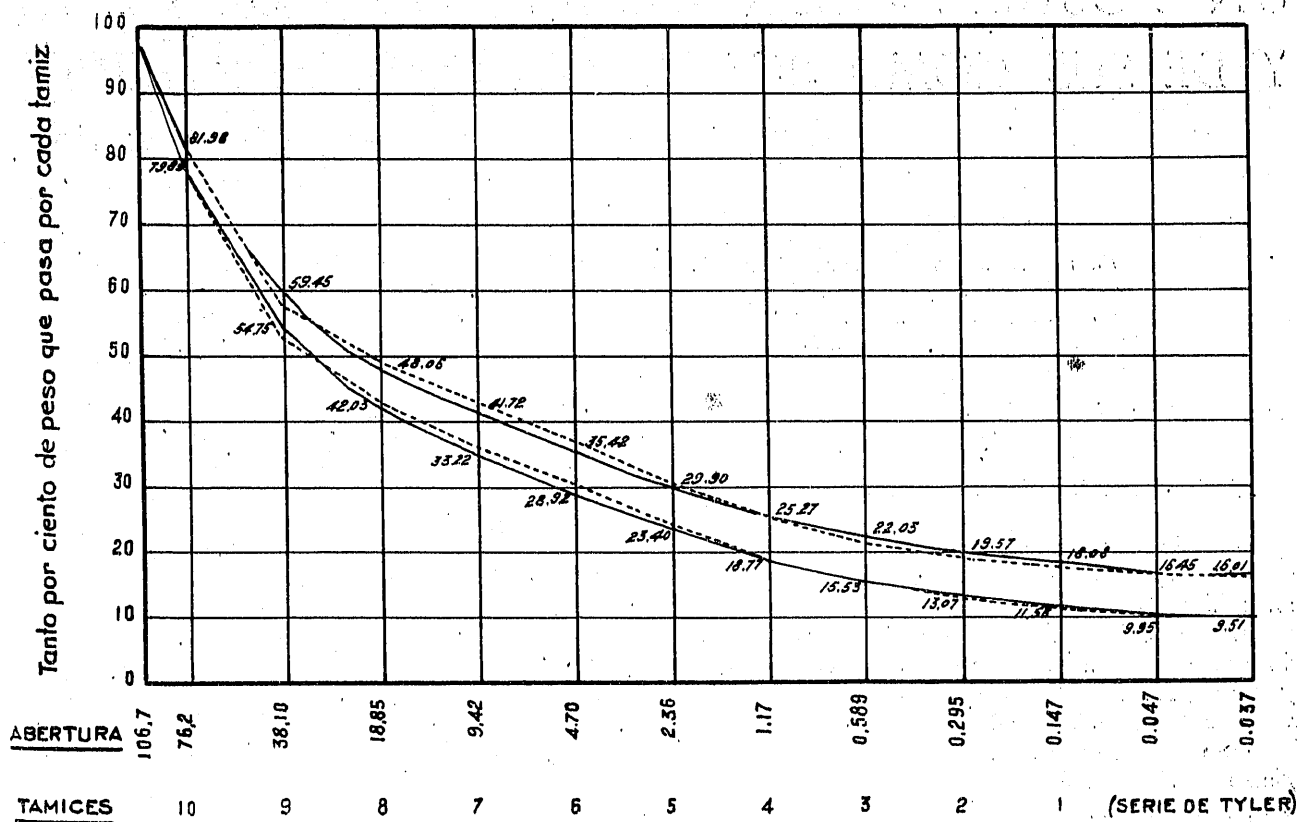


Figura 4.^a

la mitad de su espesor, ya que su exclusivo objeto era obtener una superficie vista perfecta y una fabricación esmerada de los planos de paramento, mediante un verdadero trabajo de artesanía. Las juntas de dilatación se pintaron de *inertoll* y se cerraron con chapas de cobre a 2,50 metros de distancia del paramento anterior y a partir del cimientto. En cuanto a los drenes de 0,30 m. de diámetro, distanciados 3 m. entre sí y otros tantos del paramento de aguas arriba, se ideó un procedimiento sencillísimo de encofrado para moldearlos en la misma masa del hormigón de la presa.

Terminaremos manifestando que la obra se llevó a cabo sin dificultades y a la velocidad que los cupos de cemento lo permitían. El volumen total de hormigón empleado en los seis años que duró la obra principal fué aproximadamente de 45 000 metros cúbicos, trabajándose unos nueve meses al año.

Los desagües, en fin, así como las compuertas-vagón del aliviadero fueron adjudicados en concurso a la casa Boetticher y Navarro, la cual ha llevado a cabo la ejecución de unos y otras con indudable acierto.

Conclusión.

Como se deduce de las precedentes líneas, no hemos pretendido dar a conocer aquí ninguna obra original ni excesivamente importante, especialmente hoy

día, en que las grandes alturas de presa, próximas a los 100 metros, nos son ya tan familiares. Es una obra más bien modesta, por la capacidad de su vaso, por la escasa importancia de su corriente alimentadora y por los medios auxiliares utilizados en su construcción, los cuales, como habrá podido observarse, han guardado una lógica relación con la escasez de cemento y demás circunstancias difíciles en que la obra se llevó a cabo. También fué modesto en proporción — y en esto creemos poder enorgullcernos — el gasto efectuado, el cual, si mal no recordamos, no llegó a los doce millones de pesetas.

Sin embargo, el Pantano de Palmaces cumple hoy día una misión muy útil y estimable al asegurar el riego, conforme ya se ha dicho, a la feracísima vega denominada "Campiña de Alcalá", entre la confluencia del Sorbe con el Henares y el término de Alcalá de Henares. Ahora bien: el día que dicho riego pretenda ampliarse, conforme se ha previsto, hasta las proximidades del río Jarama, no hay duda que habrá que acudir a más amplias previsiones. La Dirección del Canal del Henares, parece ser que viene estudiando con éxito a este propósito, un programa de construcción de nuevos pantanos en el río Sorbe, programa que tendrá que ser, sin duda, compatible con los actuales proyectos del Canal de Isabel II para utilizar aguas del Sorbe y del Jarama en la ampliación del abastecimiento de aguas a la capital de España.