

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

BOLETÍN

AÑO DE 1895.

Madrid 20 de Julio.

Núm. 20.

ALGUNOS PROCEDIMIENTOS ESPECIALES

PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

(Conclusión.)

Utilizando el barro arcilloso aludido se fabricaron á pie de obra ladrillos de dos clases. Los mayores median 0^m,36 por 0^m,18 y 0,09 de grueso, y una vez moldeados y secos se colocaban en grandes pilas de á 500.000, formando así un horno, en cuya parte inferior se dejaban 96 aberturas ú hogares para meter las hierbas y ramas que habían de alimentar el fuego. El combustible se acopia con anticipación, empleando en transportarle hasta los hornos 150 pares de bueyes, y una vez dispuesto todo se encendían aquéllos y se hacía la cocción; en estas diversas faenas trabajaban unos 400 hombres, relevados cada seis horas por tandas de 200. Además de estos relevos, que en ocasiones tuvieron que ser más frecuentes, fué preciso establecer unás bombas para rociar con aguá á los obreros que estaban cerca de los hornos, pues á más del enorme calor que éstos despedían era verano, y en aquel país marcaba el termómetro 67° centígrados durante casi todo el día. En tan excepcionales y difíciles circunstancias se fabricaron algunos millones de ladrillos, y gracias á las precauciones indicadas se logró que

los hombres pudiesen trabajar sin caer desfallecidos ó asfixiados.

Los ladrillos de la otra clase se hicieron en montones de 10.000 y empleando el procedimiento chino, que consiste en disponer el horno de manera que, al terminar la cocción y cuando la temperatura es casi del blanco, se pueda inyectar á través de toda la masa una corriente de vapor de agua, lo que da al ladrillo un color oscuro y le hace muy resistente á la acción del aire y del agua. Los ladrillos de esta segunda clase se destinaron á revestimientos de esclusas y vertederos.

Para la fabricación de cementos y de las cales y morteros hidráulicos se emplearon medios muy curiosos, fundados en consideraciones y experiencias que merecen consignarse. Dice en primer término el conferenciante, que observando el aspecto del mortero en las ruínas de la antigua presa de Sultan-Bent, y haciéndole después analizar en un laboratorio químico, pudo comprobar con absoluta certeza que dicho mortero se componía solo de cal grasa y légamo arcilloso (*læss*), sin contener nada de arena. Recuerda, por otra parte, que el eminente Ingeniero Vicat indica en sus obras que en algunos casos puede obtenerse un excelente cemento mezclando cal grasa con los silicatos de las arcillas y sometiendo la mezcla

á una temperatura de 150° á 200°. Par-
tiendo de estas bases y careciendo de
cal hidráulica y de arena buena, en-
sayó Mr Pokleswski-Koziell, fabri-
car los morteros hidráulicos con cal
grasa muy pura (que obtenia de las
aragonitas y del mármol que habia en la
comarca) y con el légamo arcilloso *læss*,
que contiene silicatos en polvo impal-
pable. El resultado fué completamente
satisfactorio; mezclando el *læss* con la
cal viva muy grasa y añadiendo el agua
necesaria, la temperatura de la masa
llegaba á ser muy alta y la suficiente
para obtener un mortero hidráulico tan
bueno como el que puede fabricarse
con cal hidráulica y arena; y prueba de
ello es que, aun cuando en los pliegos
de condiciones de la Administración
rusa se prescribe terminantemente que
el mortero ha de componerse de cal y
arena y se prohíbe que contenga ar-
cillas, por cuya razón hubo al principio
grandes dificultades para autorizar el
empleo del mortero especial aludido,
se acabó por permitir su uso, pues se
reconocieron los excelentes resultados
que daba en la práctica.

De este modo se fabricó gran can-
tidad del mortero usado en las obras de
reconstrucción de la presa; pero como
aquéllas tenían excepcional importan-
cia y en algunas partes era difícil vigi-
lar eficazmente el empleo del mortero,
juzgó conveniente el conferenciante,
para mayor seguridad, fabricar una
verdadera cal hidráulica, haciendo la
cocción en hornos de ladrillos dispues-
tos según el sistema persa. Estos hor-
nos están formados por una gran bó-
veda de medio punto, que tiene en
la parte inferior dos grandes boquetes
para introducir el combustible, y que
en la parte alta está atravesada por

numerosas aberturas (dispuestas en
filas paralelas), por las cuales pasa el
fuego, que cuece los ladrillos colocados
dentro del horno en la forma ordinaria.
Semejante disposición es muy cómoda
y apropiada cuando se emplean hierbas
como material para la combustión, pues
al principio las llamas quedan bajas y
no llegan á penetrar por las aberturas
de la bóveda, y el calor que se produce
es moderado, como debe serlo para la
buena cocción del ladrillo; después, y
poco á poco, se va formando un montón
de cenizas; las hierbas que se echan
para activar la combustión quedan más
arriba y el fuego penetra ya por las
aberturas, resultando de todo ello que
las cosas marchan de un modo con-
veniente.

Para fabricar la cal hidráulica en
tales hornos, se empezó por hacer la
mezcla de la cal grasa y del *læss*, mol-
deando después con ella ladrillos de
las dimensiones corrientes. Al cabo de
algunas pruebas llegó á determinarse
el número de capas de ladrillos ordina-
rios que era necesario poner en las
partes inferior y superior del horno,
para que, colocando entre las dos ton-
gadas los ladrillos de cal hidráulica, re-
sultase perfectamente uniforme la coc-
ción de ésta, lo cual es la condición más
esencial para que las cales hidráulicas
artificiales sean de buena calidad. Por
este sencillo procedimiento se fabrica-
ron unos cinco millones de kilogramos
de cal hidráulica excelente y que resul-
tó á un precio mucho más bajo que el
del cemento en el país.

Expuesto todo lo anterior acerca de
las condiciones del emplazamiento de
la obra y de los materiales que se em-
plearon, se pasa á describir la construc-
ción de la presa.

Se comenzó por ensanchar el lecho del río Mourgal hasta darle 55 metros en el sitio de la obra (donde solo tenía 40) para facilitar la salida á las aguas de las avenidas, pues no era posible terminar los trabajos en el período de las aguas bajas; enseguida se dispusieron á los dos lados del cauce unos planos inclinados hechos con tierra fuertemente apisonada, y sobre ellos se colocaban piezas de madera en sentido longitudinal y encima rodillos transversales. Sobre esta especie de emparillado se construían, con faginas bien entrelazadas, unos colchones cuadrados de 10 metros de lado y 1,50 de altura, y que llevaban en toda la superficie superior cajones de 0,70 por 0,70 y 0,75 de alto, formados con varas de tamarindos y celosías de ramas del mismo arbusto, los cuales cajones tenían por objeto recibir los ladrillos con que tenía que cargarse el colchón para sumergirle en el sitio que debía ocupar en el fondo del río. El peso de cada colchón, sin la carga de ladrillos, era de 15.000 kilogramos.

En cuanto se tenía preparado un colchón se le bajaba con cuerdas y palancas por el plano inclinado de la orilla, lanzándole al agua, donde se mantenía á flote, y se le transportaba hasta ocupar el sitio que le correspondía, sujetándole allí por medio de cuerdas; hecho esto, se cargaba el colchón con 18.000 ó 20.000 kilogramos de ladrillos, cuyo peso bastaba para sumergirle y hacerle descansar sobre el fondo. De este modo se pusieron de una orilla á otra dos filas de colchones que formaban un zamepado de 60 metros de longitud y 20 de anchura. Durante el tiempo que tardó en construirse éste hubo algunas socavaciones, las cuales, en

vez de ser perjudiciales, favorecían el trabajo, pues preparaban mejor asiento para los colchones.

Para formar el cuerpo de la presa se construyeron grandes faginas de 5 metros de longitud y 1 de diámetro, llenas de ladrillos, y que pesaban de 2.400 á 2.500 kilogramos. En el interior de cada fagina, hacia la mitad de olla, se ponían dos piezas de madera formando una cruz, en cuyo centro se sujetaba un alambre fuerte que, siguiendo el eje longitudinal de la fagina, terminaba en un ojo que salía por uno de los extremos de aquélla. Servía este ojo para pasar por él una doble cuerda, que se ataba á unos pilotes clavados agua arriba, consiguiendo así que la fagina, arrastrada por la corriente del río hasta donde lo permitía la cuerda, se mantuviese donde convenia, y guiada además desde las orillas por otras cuerdas, se la podía colocar en el sitio correspondiente; una vez allí se soltaban las cuerdas transversales, y la fagina, por su propio peso, caía al fondo, y entonces se sacaba la cuerda longitudinal, para lo cual bastaba tirar de uno de sus ramales.

Valiéndose de tan ingenioso medio, se colocaron las faginas, una al lado de otra, formando capas de dos filas, y que iban superponiéndose y retirándose hacia agua arriba á medida que adelantaba el trabajo. Las primeras faginas quedaban enterradas y desaparecían en la arena; las siguientes ya no bajaban tanto, y aunque hubo asientos hasta de 5 metros, poco á poco fué consolidándose el conjunto y quedó en equilibrio.

En cuanto se logró que la capa de faginas se elevase sobre la arena del fondo, se empezó á poner encima de

las grandes faginas otras del tamaño ordinario y haces de hierbas, recubriéndolo todo con ladrillos; al mismo tiempo se vertieron en el río grandes cantidades de barro arcilloso, con objeto de enturbiar las aguas y hacer muy activo el depósito y sedimento de la arcilla, que había de hacer impermeable la masa de enfaginados.

Con la presa construída de este modo sobre terreno tan flojo y movable, se elevó unos 10 metros el nivel del agua, formándose un embalse que tenía 42 kilómetros de longitud, y que se utilizó desde el primer momento, antes de terminar las obras, para trasportar los materiales en barcazas remolcadas por una lancha de vapor.

Durante todo el tiempo de los trabajos, el río Mourgal vertía por encima del macizo de la presa que se iba haciendo, y los depósitos de acarreos se formaban y se consolidaban por la misma presión del agua. Al empezar las obras, la profundidad en el arranque del dique en la orilla izquierda era de 8 metros, y cuando al terminar aquella el nivel del agua quedó 10 metros más alto, la profundidad en el mismo punto era de 3 á 4 metros solamente; lo cual demuestra que la capa de acarreos depositados en el plazo de la construcción alcanzó un espesor de 14 metros.

En el curso de las obras se presentaron muchas socavaciones en los extremos de la presa, donde se unía á los terraplenes que formaban las márgenes del cauce. Estas socavaciones, cuya causa era el asiento que hacían las faginas, merecían singular atención, y para vigilarlas se hicieron en las dos orillas, y cerca de la presa, varios pozos revestidos de encofrado, con pro-

fundidades variables, según la importancia del asiento que experimentaba el terreno. Los pozos, que eran verdaderos puestos de observación, estaban distribuidos en la planta á trebolillo; en cuanto había asientos en algún punto y se producían como consecuencia filtraciones, éstas se acusaban en el acto por llenarse de agua el pozo, correspondiente, y se podía acudir enseguida á remediarlo, para lo cual se rellenaba el pozo con buenas tierras bien apisonadas, y se comprimía además el terreno de alrededor por medio de grandes pisones, manejados cada uno por ocho hombres. De este modo, los pozos llenos de tierras venían á formar una especie de pantalla entre la presa de faginas y el terraplén del dique longitudinal, que impedía las filtraciones.

Si éstas y los asientos eran de tal importancia que hacían temer socavaciones graves, lo que ocurría cuando por elevarse demasiado de prisa el cuerpo de la presa no se daba tiempo á que se formasen los depósitos de acarreos y se consolidase la masa de enfaginados, se tapaban rápidamente las grietas, introduciendo en ellas trozos de tela impermeable y rellenándolas con sacos de tierra.

Con motivo del particular, añade el conferenciante que, en general, los extremos de la presa donde ésta se une al terreno de las márgenes con los sitios más peligrosos durante la ejecución de las obras, y para evitar que se produzcan en ellos socavaciones de importancia, conviene que los trabajos marchen lentamente y que se dispongan bien los pozos de observación. En aquellos casos que se tiene á mano buenos materiales, lo mejor que puede hacerse es construir los estribos de la

presa con madera ó de mampostería, y emplear únicamente las faginas para la parte central; la unión de ésta con los estribos se hace fácilmente por medio de los haces de hierba ó paja y buena tierra arcillosa.

Al mismo tiempo que se construía, como queda dicho, la nueva presa en el Mougal, se hicieron dos vertederos de hormigón recubiertos con ladrillos chinos, una esclusa de entrada al canal, con los mismos materiales, y otro vertedero de hormigón y faginas. Esta última obra se ejecutó haciendo en seco los enfaginados, protegiéndoles del lado de agua arriba con buenas tierras impermeables bien apisonadas, y empleando hormigón en vez de ladrillos para cargar las faginas.

En vista de los resultados de todas las obras mencionadas, y como consecuencia de una larga práctica, concluye manifestando el conferenciante que, si bien cuando se trabaja en aguas corrientes no es difícil construir presas de buenas condiciones, empleando como únicos materiales las faginas y la tierra arcillosa, es casi imposible hacer en seco obras de esta clase, aunque se adopte todo género de precauciones. Y para comprobar tan terminante afirmación, cita el hecho de que cuando se hubo terminado la gran presa de Sultán-Bent, cerrando el paso al río Mourgal, y el agua corría por los vertederos dispuestos al efecto, el tercero de éstos, que era el construido colocando las faginas en seco, fué destruido por las socavaciones, lo cual demuestra que para conseguir la perfecta consolidación y la impermeabilidad en los macizos de enfaginados, es de todo punto indispensable la acción de la corriente natural y el trabajo lento y eficaz de

las sedimentaciones que va dejando el agua, trabajo que no puede sustituirse artificialmente con el del hombre, por esmerado que se haga.

Tal es lo esencial de cuanto expone Mr. Poklewski-Koziell en su conferencia, que en el original francés, de donde lo extractamos, se lee con verdadero interés, tanto por el fondo como por la forma agradable en que está redactada.

PARTE OFICIAL

MINISTERIO DE FOMENTO

REAL DECRETO

En atención á las circunstancias que concurren en D. Ezequiel Ordóñez y González. Diputado á Cortes;

En nombre de mi augusto hijo el Rey D. Alfonso XIII, y como Reina Regente del Reino,

Vengo en nombrarle Director general de Obras públicas.

Dado en Palacio á doce de Julio de mil ochocientos noventa y cinco.—María Cristina.—El Ministro de Fomento, Alberto Bosch.

Personal facultativo y de ferrocarriles.

Conviniendo ampliar por diez días más la convocatoria para la recepción de instancias en este Centro para cubrir las dos plazas de Ingenieros Jefes de segunda clase y las tres de Ingenieros primeros que existen en la isla de Cuba, en virtud de petición de aquel Gobierno general, publicada en la *Gaceta de Madrid* del día 7 del corriente; en la inteligencia de que á las de Jefes de segunda clase podrán aspirar los Ingenieros primeros de la Península, y á las de Ingenieros primeros los Ingenieros primeros ó segundos, cualquiera