

también de 1^m,5 de diámetro, que es necesario vaciar cuatro veces en aquel tubo para llenarlo, y de un pisón *L* (fig. 3.^a). Este pisón consiste en una varilla de madera dura *L* de un diámetro un poco menor al del tubo *E*, en el cual penetra otra varilla de hierro *N* sujeta por una virola *M* y terminada por una empuñadura en forma de disco. A lo largo de la varilla *N* puede resbalar un peso de plomo *Q* de 375 gramos, cuyo movimiento está limitado por un anillo con un tornillo de acuñado *P*.

Para servirse de este aparato se empieza por llenar el vaso *A* de agua destilada y se une *G* al tubo *E* vacío, después de haberle introducido en el agua de *A* hasta la profundidad deseada. Se abre en seguida la espita *B*, se deja correr el líquido hasta que salgan burbujas por la extremidad de *G*, y se cierra la espita *B*. Hecho esto, se coloca bajo este último un vaso graduado y se vuelve á abrir la espita *B*; después se cuenta el tiempo que tardan en pasar al vaso 100 centímetros cúbicos de agua, tiempo que no debe diferenciarse mucho de dos minutos.

Se llena en seguida el tubo *E* con arena, vaciando en él cuatro veces el cargador y apisonando esta arena después de cada adición por medio del pisón *L*. A este fin, se establece la altura de caída del peso *Q* en tres centímetros próximamente y se le deja caer tres veces en cada nueva carga, sobre la virola *M*, después de haber colocado la varilla de madera *L* sobre la arena contenida en el tubo *E*. Cuando esta arena está apisonada, se ajusta en el tubo *E* la tapa *H* y se fija todo á un soporte *ad hoc*; después se deja todavía correr el agua por *B* hasta que se desprendan burbujas por la extremidad *G'*; hecho esto, se mide de nuevo el tiempo transcurrido mientras salen 100 centímetros cúbicos de agua por la espita *B*.

La diferencia entre los dos tiempos así observados da una cifra que no tiene, por sí misma, ninguna significación, pero que permite, por comparación con otras cifras obtenidas de la misma manera, darse una idea clara de la permeabilidad de la arena ensayada.—O.

LA FILTRACIÓN DEL AGUA Á TRAVÉS DE LAS TIERRAS

Los estudios preliminares realizados como antecedentes para la construcción, en el Estado de Oregón (Estados Unidos), de una presa en tierra, la presa de Cold Springs, que ha de cerrar un pequeño valle y crear un depósito para el riego; obra que forma parte de un conjunto de trabajos de irrigación declarados de utilidad pública bajo el nombre de «proyecto de Umatilla», actualmente en vías de realización, han suministrado á una Comisión de Ingenieros americanos la ocasión de hacer investigaciones interesantes sobre la filtración del agua á través de las tierras. Dos miembros de esta Comisión, M. C. Henny y M. G. Hopson, han dado cuenta de estos ensayos en las *Engineering News*, de los cuales creemos útil dar aquí un resumen.

Según el proyecto adoptado, esta presa, cuyo perfil longitudinal representa la figura 1.^a, tendrá una longitud de 976 metros, una altura máxima de 26 metros sobre el terreno natural, y su

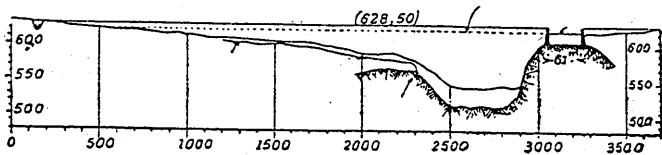


Fig. 1.ª

excavación para el cimiento alcanzará en ciertos puntos hasta 9^m,15 de profundidad para llegar á la roca. El talud del lado de agua arriba tendrá una una pendiente de $\frac{3}{4}$, y el de agua abajo otra de $\frac{2}{1}$. Esta presa no tendrá núcleo de mampostería, y sólo

el muro de vertedero, cimentado sobre la roca, estará construído con bloques de basalto cementados. El cubo de los materiales de esta presa será de 460.000 metros próximamente.

Toda la tierra necesaria para esta construcción deberá, naturalmente, encontrarse en la inmediata proximidad de la obra futura. Esta proximidad puede suministrar, en cantidades suficientemente abundantes para que sean utilizables en la práctica, tres clases de materiales:

- 1.º Basalto, excelente para la mampostería y para empedrar, procedente del subsuelo profundo.
- 2.º Grava utilizable mezclándola con otros materiales, pero muy permeable.
- 3.º Tierra vegetal de la capa superior del terreno, muy rica en raíces y materias orgánicas de todas clases.

Estos mismos terrenos de los alrededores pueden también proveer, pero sólo en cantidades reducidas de cenizas volcánicas, de arcilla compacta y de arenas y gravas más ó menos aglomeradas.

Considerando que debían someterse á prueba la impermeabilidad de estas materias, se entresacaron muestras y se procedió á una serie de ensayos de filtración; primero con las muestras puras, y después con las mismas, mezcladas en proporciones variables.

Las muestras entresacadas con este objeto, fueron:

- 1.º Los materiales *a* de la capa superficial del terreno, de 30 centímetros de espesor, que parecían debían ser los menos permeables, á causa de la gran cantidad de restos vegetales que contenían.
- 2.º Los materiales *b* de la capa comprendida entre 30 centímetros y 1^m,20 de profundidad, los más abundantes y que parecían ser de la misma naturaleza que los precedentes, pero no obstante, un poco más permeables.
- 3.º Arena gruesa *c* y grava con una gran proporción de cantos rodados, que no pasaban por las mallas, de 25 milímetros de un cedazo.
- 4.º Cenizas volcánicas *d*.
- 5.º Una tierra gruesa *e*, encontrada á una profundidad comprendida entre 30 centímetros y 1^m,20 en la proximidad del emplazamiento de la presa.

Esta última tierra era sensiblemente menos fina que los materiales *a* y *b*.

Para ensayar estos materiales se sirvieron de un aparato, representado en la figura 2.^a, que se compone de un recipiente

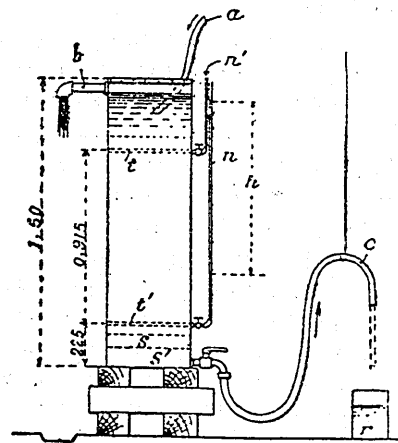


Fig. 2.ª

cilíndrico de palastro galvanizado de 45 centímetros de diámetro y de 1^m,50 de altura. En el interior de este recipiente penetran dos tubos *t* y *t'*, perforados por agujeros dispuestos en hilera, colocados aquéllos á 915 milímetros uno encima del otro, y terminados exteriormente en tubos de nivel de vidrio *n* y *n'*. El fondo de este recipiente contenía dos capas, una de arena *s*, y otra de grava *s'*, y estaba provisto de una tubería de desagüe *c*. Para ensayar una tierra, se cargaba y se apisonaba fuertemen-

te ésta en estado húmedo en el recipiente, de manera de llenar por completo el intervalo comprendido entre los dos tubos t y t' . Se vertía en seguida agua por la cañería a , de modo que se mantuviese siempre el mismo nivel en el recipiente, gracias al aliviadero b . Cuando el agua, después de haber atravesado la tierra, corría por c , se levantaba este tubo hasta que la diferencia h de los niveles en los dos tubos n y n' hubiesen llegado á un valor determinado, y se anotaba en seguida, con intervalos regulares de tiempo, las cantidades de agua que atravesaban la tierra, y eran recogidas en un recipiente aforador r . La diferencia h , representaba la pérdida de carga á través de los 915 milímetros de tierra, y que se mantenía generalmente igual á esta cantidad.

Los materiales ensayados sucesivamente dieron los resultados siguientes:

La torre a tenía una densidad real (sin los huecos) de 2,52 y una densidad aparente (comprendidos los huecos) de 1,75; la proporción de los huecos era, en seco, de 59 por 100 cuando no estaba apisonada y de 49 por 100 cuando lo estaba; estos huecos no representaban ya más que el 44 por 100 cuando la tierra estaba apisonada en estado húmedo. Á través de esta tierra pasaba el agua, en el aparato precedente á razón de 2.000 metros cúbicos por día y por hectárea. Su impermeabilidad hubiera sido suficiente para permitir emplearla en la construcción del talud de agua arriba de la presa; pero cuando se mojaba, venía á ser demasiado permeable para poder utilizarla sin mezclarla á materiales que se disgregasen menos fácilmente por el agua.

La tierra b tenía una densidad real de 2,05 y aparente de 1,55, y encerraba en las mismas condiciones que la anterior 54,43 y 45 por 100 de huecos respectivamente. Á través de ella corría el agua á razón próximamente de 4.000 metros cúbicos por día y por hectárea, y venía á ser igualmente muy permeable cuando estaba húmeda.

La muestra c tenía por densidad real 2,90, por densidad aparente 1,91, y encerraba respectivamente en los huecos 42,37 y 34 por 100. Dejaba pasar próximamente 1.750.000 metros cúbicos de agua por día y por hectárea, y era por consecuencia mucho más permeable para poder emplearse sin mezcla en las partes de la presa en contacto directo con el agua. Por el contrario, ofrecía una gran resistencia á disgregarse por la humedad.

La muestra d era muy fina, pero al mismo tiempo muy porosa (65 á 75 por 100 de huecos); dejaba de la misma manera filtrar mucho líquido á través de su masa; próximamente 4.400 metros cúbicos por día y por hectárea.

En fin, la muestra e dejaba que se filtrasen próximamente 7.200 metros de agua por día y por hectárea; admitiendo, como en todas las otras muestras, que la pérdida de carga á través de los 915 milímetros de altura de la tierra fuese de 915 milímetros de agua, era, por otra parte, tan poco consistente al estado húmedo como las muestras a y b .

Si se hubiese construido la presa exclusivamente con uno de los cuatro materiales menos permeables mencionados, esta presa hubiera dejado que se filtrasen á través de su masa las cantidades de agua siguientes:

Con la tierra superficial (a), 310 metros cúbicos, próximamente, por día.

Con ídem subyacente (b), 610 ídem ídem.

Con la ceniza volcánica (d), 685 ídem ídem.

Con la tierra basta (e), 1.200 ídem ídem.

Habiendo demostrado los primeros ensayos que ninguno de los materiales disponibles convenían en el estado puro para la construcción de la presa, la Comisión de estudios procedió al ensayo de mezclas en diferentes proporciones de los dos materiales más abundantes y de más fácil extracción, la grava c y las tierras movedizas b .

Los resultados de estos ensayos fueron mucho más ventajosos que lo que los experimentadores preveían.

La mezcla de 85 por 100 de grava y de 15 por 100 de tierra, muy permeable al principio, no dejaba filtrarse, después del

asiento los materiales, más que 11.000 metros cúbicos por hectárea y por día, es decir, que la adición de un 15 por 100 de tierra á la grava había reducido el gasto del aparato en la relación de 155 á 1. Una adición suplementaria de un 5 por 100 de tierra redujo este gasto á 800 metros cúbicos, próximamente, y una segunda adición suplementaria de otro 5 por 100 de tierra floja, que elevaba la proporción de esta última á un 25 por 100, la redujo á 300 metros cúbicos por hectárea y por día. Estos resultados son difíciles de explicar, pero numerosos ensayos, hechos únicamente con el objeto de verificarlas y registrarlas, muestran que son indiscutibles.

En fin, una mezcla por partes iguales de tierra y grava permitió reducir el gasto del aparato á 220 metros cúbicos por hectárea y por día.

Una adición mayor de tierra á la grava producía el efecto de aumentar de nuevo este gasto y, además, reducir en demasiadas grandes proporciones la consistencia de la mezcla húmeda; presentaba, pues, un doble inconveniente.

Finalmente, para cada una de las tierras ensayadas, puras ó mezcladas, el gasto del tubo c del aparato de ensayo era directamente proporcional á la pérdida de carga á través de estas tierras.

Una vez hechos los ensayos, el proyecto primitivo de la presa ha sido corregido en lo relativo á la constitución última de su masa y se ha adoptado un corte transversal formado por varias capas de grava y de tierra, más y más permeables á medida que se alejan del talud agua arriba. La parte agua abajo de esta presa está constituida por grava pura. Aplicando á este perfil las conclusiones de los ensayos mencionados más arriba, se encuentra que el gasto por filtración á través de la masa entera no excede de 90 metros cúbicos por día.—O.

RÍA DEL GUADALQUIVIR

(CONTINUACIÓN)

En la unión de la escala con el castillete existe una disposición especial que procura cierta elasticidad en esta unión, y la escala puede prolongarse hasta admitir el rosario cuatro cangilones más para poder dragar al pie de un muro vertical. El rosario, muy robusto, se halla provisto de dos juegos de cangilones; uno de ellos, de 300 litros, armado de dientes, y otro de 500 litros de capacidad, sin armadura alguna.

Trabajos por hora.—Con esta draga resultaron en la práctica trabajos útiles, por hora, de 253 metros cúbicos en los terrenos blandos, y de 192 metros cúbicos en los terrenos que presentaban bancos de piedra.

Extracción de piedras.—Se sacaron por medio del rosario grande, retirándola de los cangilones con la grúa, piedras de un volumen de 1,50 metros cúbicos como máximo excepcional, y de un peso de 3.900 kilogramos.

No acaecieron averías de importancia distintas de las que son corrientes en los dragados de carácter ordinario.

La dureza de las piedras era variable, pero siempre relativamente grande y desde luego algo mayor que la que presentan las lajas de la desembocadura del Guadalquivir.

Los bancos de pie tra grieteados y hundidos se atacaban fácilmente por la draga; pero cuando la piedra se presentaba en banco unido ó en riñones, caso que no era frecuente, se empleaba la dinamita en petardos, que se colocaban por buzos, debajo del banco, cuando era posible.

Precios medios unitarios.—Los precios medios resultantes, según noticias que deben ser fehacientes, pero que el Ingeniero que suscribe no ha podido comprobar, fueron, por razón de gastos de excavación y transporte, los siguientes: