

Observaciones	Precipitación media anual captada	Número de años con que se calculó posteriores á 1877,
Hacienda del Carmen, Tamps.....	684.8	5
Querétaro, Qo.....	489.1	25
Zapotlán, Jalisco.....	912.8	8
Linares, N. L.....	836.0	6
Aguascalientes, As.....	570.9	7
Guanajuato, Gto.....	691.1	19
Jalapa, Veracruz.....	1519.2	7
Morelia, Mich.....	683.5	9
Oaxaca, Oax.....	814.7	19
Tepic, Tepic.....	1379.1	10
San Luis Potosí, S. L. P.....	357.1	23
Huejutla, Hidalgo.....	1311.2	8
Pabellón, Aguascalientes.....	529.7	14
Tacubaya, D. F.....	643.1	17
Real del Monte, Hgo.....	749.3	12
Teziutlán, Puebla.....	1653.7	6
Tuxpan, Veracruz.....	1430.4	8
Mérida Yucatán.....	867.3	12
Monterrey, N. L.....	475.1	17
Mazatlán, Sin.....	805.8	22
Colima, Colima.....	1004.6	11
Pachuca, Hgo.....	1383.0	9
Puebla, Colegio Católico.....	1131.7	25
Puebla, Colegio del Estado.....	881.8	24
México, D. F.....	571.1	25
Toluca, México.....	676.6	12
León, Gto.....	648.2	24
Saltillo, Coah.....	553.3	17
Guadalajara, Jal.....	1134.5	24
Zacatecas, Zac.....	654.7	24
Gálveston, Texas, U. S. A.....	1120.6	22
El Paso, Texas, U. S. A.....	234.8	21
Yuma, Arizona, U. S. A.....	71.1	22

Ahora, como estos datos no abarcan naturalmente todo el territorio, habrá que determinar por comparación y analogía de regiones los datos aproximados para un punto determinado, cercano á cualquiera de los que el Sr. Escobar comprende en su cuadro sinóptico, de donde tomamos los cifras precedentes.

Por otra parte, debemos repetir lo que antes hemos dicho; el conocimiento aislado de la precipitación pluvial de una región no nos bastaría para predecir la eficacia de una presa, puesto que quedarán por considerar la distribución de las lluvias, inclinación del terreno, clase de vegetación, cantidad de aguas torrenciales y pérdidas debidas á evaporación y filtración.

El contingente de las lluvias puede ser, para una misma precipitación sumamente distinta según la cantidad de lluvia en cada vez y su distribución. De esto se desprende que las lluvias ligeras no cuentan nada en el volumen total de aguas captadas, puesto que inmediatamente son absorbidas totalmente por el suelo, no quedando residuo alguno torrencial. Una lluvia intensa y de poca duración da generalmente mayor cantidad de agua de escurrimiento, tanto más cuanto mayor sean las pérdidas debidas á evaporación y filtración.

Por otra parte, la distribución de esas mismas lluvias constituye un factor muy importante para su aprovechamiento en los depósitos; pues si entre cada lluvia parcial viene un período de calma y vientos que desecan el suelo formando grietas, por las que se infiltran grandes cantidades de agua, es indudable que para la siguiente lluvia disminuirán notablemente las aguas torrenciales. Si en cambio se suceden varios días de lluvia, ó no vienen separados por períodos de sequía, sino que por el contrario hay alguna humedad atmosférica

ca que tanto contribuye á conservar la del suelo habrá razón para esperar un escurrimiento mucho mayor de las aguas de las siguientes lluvias.

El agua llovida en una región cualquiera puede considerarse dividida en dos partes, una que se infiltra ó es absorbida por el suelo, y otra que corre por la superficie y que es la que forma los torrentes, en cuya virtud se le denomina agua torrencial. La primera es destinada á formar las corrientes subterráneas y á servir directamente para la alimentación de los vegetales que cubren el terreno, pero atendiendo á la naturaleza de este estudio sólo nos fijaremos en las aguas torrenciales.

Para estudiar cómo influye la cantidad de lluvia y su frecuencia en el monto de las aguas torrenciales que son el principal contingente para las presas, el Sr. Beltrán y Puga, refiriéndose al Valle de México, divide las lluvias en siete grupos, como sigue:

- 1º Lluvias menores de 1mm.
- 2º Lluvias mayores de 1mm. y menores de 5mm.
- 3º Lluvias comprendidas entre 5 y 10mm.
- 4º Lluvias comprendidas entre 10 y 20mm.
- 5º Lluvias comprendidas entre 20 y 30mm.
- 6º Lluvias comprendidas entre 30 y 40mm.
- 6º Lluvias mayores de 40mm.

Y para demostrar que las lluvias muy ligeras no proporcionan aguas torrenciales y para esto y basándose en observaciones propias publica el siguiente cuadro que indica las aguas de escurrimiento correspondientes á cada grupo:

Grupos	Agua torrencial	Agua absorbida por el suelo
1º	0	100
2º	10	90
3º	30	70

Grupos	Agua torrencial	Agua absorbida por el suelo
4º	50	50
5º	75	25
6º	85	15
7º	90	10

El mismo Sr. Puga encuentra que las lluvias en el Valle de México pueden dividirse en dos períodos, correspondiendo al primero los últimos días del Invierno y toda la Primavera y el resto del año al siguiente período.

El número de días de lluvia es de 138, de los cuales 38 son en el primer período y 100 del segundo.

El promedio de las lluvias aceptado por el Sr. Beltrán y Puga para todo el Valle es de 850 mm., de los cuales 366 corresponden á aguas torrenciales, y 484 á las absorbidas por el suelo.

Este dato resulta algo exagerado con respecto de lo que antes hemos indicado, según las observaciones del Sr. de Quevedo y de las que se han llevado á cabo en el Estado de Wyoming, E. U. de A., pues de él se desprende que un 43% del total de lluvias es torrencial.

Antes hemos dicho que conociéndose el monto total de las lluvias durante un año y la superficie de la cuenca hidrográfica, nos bastará para conocer el volumen de agua que una presa podrá captar, multiplicar la altura de la capa de agua llovida por el área de la cuenca, multiplicando después el resultado por 0.10, aceptando que sólo el 10 por ciento de la lluvia total se considere como aguas torrenciales. Así obtenemos el volumen susceptible de depositarse, pero ahora nos resta tomar en cuenta que aquel será notablemente disminuído, debido á las pérdidas de evaporación y filtración. Este conocimiento podrá ser útil para llegar al conocimiento de la can-

tividad de agua disponible para una fecha determinada. No es fácil indicar con precisión las pérdidas á que se ha hecho referencia, puesto que son muy variadas las causas que afectan la evaporación y filtración; en términos generales, puede asentarse que la primera está en razón directa de la temperatura, la altitud, frecuencia é intensidad de los vientos, estado de sequedad del aire, etc., etc. Por otra parte, hay que tomar también en cuenta la superficie de evaporación, lo que hará mayor la pérdida cuanto más grande sea el área superior de la presa.

Por falta de datos completos no nos es posible consignar aquí, como deseáramos, un cuadro acerca de la evaporación media en las distintas regiones del país, lo que sería de grande utilidad para los lectores de este Boletín por las deducciones que pudieran hacer comparando regiones semejantes. Por el momento sólo tenemos á la mano un interesante estudio del Sr. Prof. D. Mariano Leal, titulado "El Clima de la Ciudad de León." En dicho trabajo encontramos que con observaciones de 10 años y usando evaporómetros metálicos el referido señor Leal ha deducido de sus registros una evaporación media diaria de 7mm.98 para la población mencionada. Este dato puede ser de gran utilidad para una gran región del Estado de Guanajuato que disfruta de un clima templado, muy semejante al de León.

También hemos hecho la revisión de los Boletines correspondientes al Observatorio Magnético Central durante el año de 1902, de donde se obtiene para la Ciudad de México una evaporación media diaria de 6mm.37, dato que sin grandes diferencias pudiera aceptarse para todo el Valle de México, aunque con la debida reserva en virtud del período tan corto de observación.

En el Norte de México, región donde imperan vientos secos y frecuentes la evaporación es mucho mayor, pero desgraciadamente muy poco se sabe de ello con exactitud.

Hace algunos años el Sr. Ing. D. Rómulo Escobar publicó en "El Agricultor Mexicano" unos apuntes acerca de las pérdidas debidas á evaporación y filtración combinadas, habidas en unos tanques de tierra para abrevaderos de ganado y entonces encontró el referido Sr. Escobar una pérdida mensual de 0m.30, ó sean 10 mm. por día.

Hay que advertir que ese dato no puede considerarse del todo exacto, desde el momento en que las observaciones del Sr. Escobar no se hicieron de una manera continuada, sino sólo en las temporadas que los tanques tenían agua. No obstante, este dato lo consideramos de gran provecho para los hacendados del Norte del país que podrían aceptarlo para el promedio de los casos.

Más recientemente hemos obtenido un nuevo dato á este respecto, para el Norte de Coahuila, debido á la amabilidad de nuestro distinguido amigo el Sr. Ing. D. Rodrigo García, actualmente Inspector técnico de las importantes obras de irrigación que la Compañía Agrícola y Ganadera del Río de San Diego, S. A., está llevando á cabo en sus vastas propiedades. El caballero mencionado, nos dice en carta particular y refiriéndose á la presa de San Miguel, puesta en uso á principios del año en curso, que ha resultado excelente desde el punto de vista de conservación del agua, pues que, durante treinta días de constante observación sólo se notó una pérdida ó descenso del agua, de 4 mm. por día. Como se ve este dato resulta ser sumamente favorable, pero tal vez sea debido á que las observaciones á que se refie-

re el Sr. Ing. García se hicieron durante los meses de Febrero y Marzo, tiempo frío aún en aquella región, en que disminuye notablemente la evaporación.

En Amarillo, Texas, la evaporación diaria es de 7 mm. determinada con observaciones de seis meses solamente y en El Paso, Tex., de 4mm.8. En cambio leemos en "The Geographic Magazine" que en los desiertos del Sur-Oeste de Arizona, donde es frecuente que la temperatura suba más de 38 grados centígrados, la evaporación á la intemperie llega á ser de 25 mm. por día.

Respecto á las pérdidas por filtración sólo se sabe que son tanto mayores cuanto más permeable sea el terreno, pero en circunstancias normales son menores que las debidas á la evaporación.

Medios empleados para calcular la capacidad de un depósito

Cuando se trata de conocer aproximadamente la capacidad de un tanque ó presión de poca importancia hay dos procedimientos generales; uno en que se considera la masa líquida como un paralelepípedo cuya superficie mayor está limitada por la curva máxima y con un espesor igual á la profundidad media del agua. Por el segundo se considera la dicha masa como una pirámide cuya base viene á estar representada por la superficie del agua y siendo su altura igual á la mayor profundidad del vaso cerca de la cortina.

Por el primero de los medios indicados se obtiene generalmente una capacidad mayor que la verdadera, sucediendo lo contrario en caso de la pirámide y por esta razón muchos ingenieros aconsejan verificar el cálculo de las dos maneras y tomar el promedio de los resultados así obtenidos, con lo cual se consigue casi tanta

aproximación como con los mejores métodos conocidos.

Para determinar el área de la curva máxima de nivel, cuando su forma es más ó menos regular será suficiente determinar su amplitud y retroceso medio y multiplicarlos entre sí. Si dicha superficie afecta una forma más ó menos triangular multiplíquese la longitud de la cortina por la mitad del retroceso máximo. Por último, cuando la superficie mencionada es muy irregular será necesario levantar un polígono que circunscriba á todo el vaso, determinar su superficie total y deducir después las pequeñas fracciones que queden fuera de la curva.

Conocida la superficie de la curva máxima se multiplica, como antes se dijo, por la profundidad media. Esta puede obtenerse tomando varias lecturas, ya sea con una regla graduada ó una sonda, á lo largo de la cortina y tomando el promedio de aquellas; ó bien haciendo un sondeo más cuidadoso siguiendo varias líneas próximamente paralelas al bordo. Para esta operación sería necesario hacer uso de un bote ó una canoa, si el depósito estuviera lleno, ó bien recurriendo al plano, si en él figuran las cotas de los diversos puntos del terreno.

El procedimiento más exacto de los conocidos hasta hoy y á la vez el de mayor aplicación en las obras de importancia, consiste en la aplicación de la *fórmula prismoidal* aconsejada por H. M. Wilson en su libro "Irrigation Engineering."

Para el cálculo de la capacidad por los medios antes examinados, no es rigurosamente indispensable haber hecho previamente el trazo de varias curvas de nivel á distinta altura, pues será suficiente conocer la superficie del contorno superior y la profundidad media, pero

para la aplicación de la fórmula prismoidal se hace enteramente preciso aquel requisito, el que, como se dijo ya en otro lugar, podrá satisfacerse trazando las curvas de distinta altura cada 0.10 m., cada 0.50 m. ó cada 1.00 m., según sea la exactitud que se pretenda.

Por este procedimiento se van considerando de dos en dos capas ó volúmenes consecutivos a' y b' comprendidos entre las áreas extremas a y c y una intermedia b , fig. 5.

Las áreas de las distintas curvas de nivel se pueden conocer por procedimientos gráficos, analíticos, ó bien haciendo uso del planímetro, aparato poco común pero muy recomendable en virtud de la economía de tiempo que permite.

La fórmula empleada es:

$$V = (a + 4b + c) \frac{d}{3}$$

en donde V es el volumen ó capacidad que se busca, a el área inferior, b el área intermedia y c el área superior.

Conociendo las áreas a b c ..., y d ó sea la separación que media entre cada una, se comprende que sería fácil determinar el volumen de a' b' c' , etc., separadamente, sumar después los volúmenes parciales y obtener el total, pero por este medio no hay la compensación de los errores que se consigue con la fórmula prismoidal.

El volumen susceptible de contenerse en una presa es siempre menor que su capacidad total ó sea la que resulta por el cálculo, pues siempre queda en las presas cierta cantidad de agua sin salida bajo el nivel de las compuertas, sucediendo, además, que á poco de po-

nerse en uso el depósito los azolves comienzan á disminuir su capacidad. Puede calcularse por término medio, que estos últimos disminuyen en un quinto la altura de la presa. Hay que advertir, sin embargo, que aquellos vienen á ocupar generalmente una porción pequeña del depósito junto á la cortina y que por otra parte dependerá de las corrientes, los que á su vez están subordinados á la naturaleza del terreno.

Costo del agua almacenada

El costo del agua almacenada dependerá de tantos factores que sólo se podrá determinar de un modo general. Mientras que en algunas presas de mampostería construídas en Francia ha llegado á \$ 0.40 el costo del metro de agua almacenada, en otras construcciones similares como la de "Indian River" en Nueva York, el costo por igual volumen de líquido sólo se ha elevado á \$ 0.13 y á \$ 0.03, en algunas presas de tierra.

Según apuntes que hemos podido recoger de aquí y de allá, resulta como término medio, en once presas de mampostería construídas en muy diversas condiciones en Australia, la India, Francia, España, Argelia y los Estados Unidos del Norte á \$ 0.58 el metro cúbico almacenado y como promedio en seis presas de tierra construídas en la India y Estados Unidos, resulta el metro cúbico á \$ 0.28.

Diversas clases de presas

Según el material empleado en su construcción, pueden agruparse en cinco clases, á saber:

- 1.ª Presas de tierra.

- 2.^a Presas de emparrillado de madera.
- 3.^a Presas de mampostería.
- 4.^a Presas de piedra suelta.
- 5.^a Presas de acero.

Estas pueden dar lugar á numerosas variedades combinando unas y otras de las clases enumeradas.

La primera y más importante condición de una presa es que sea impermeable y sólida ó estable, puesto que su objeto es contener é impedir el paso del agua.

La elección del material que deberá usarse en la construcción de una obra de esta naturaleza, dependerá en gran parte de los siguientes factores principales: Carácter del sub-suelo, topografía del terreno, costo de los transportes y naturaleza de la región. Se podrá ver la aplicación de los factores enumerados en las siguientes reglas generales:

Las presas de tierra son ventajosas en aquellas regiones que están sujetas á frecuentes temblores, pues los bordos están menos propensos á agrietarse, por esta causa, que los muros de mampostería, son también de preferirse cuando la homogeneidad de la roca sobre que se va á fundar, no es perfecta ó cuando ésta se encuentra á gran profundidad; siempre que el costo de los transportes sea elevado son notablemente más económicos los bordos de tierra que las presas de mampostería; para regiones de clima húmedo y templado estas presas resultan insuperables, y por último, hay que convenir en que una presa de tierra, estando bien construída, es tan buena como la mejor de mampostería y muchas veces es hasta mejor, siempre que la tierra empleada en el bordo sea de buena calidad, que sus desagües sean amplios y bien dispuestos para dar paso á

las avenidas y la dotación de compuertas no deje que desear.

Las presas de mampostería son superiores á las de tierra en aquellas regiones de sequías prolongadas, pues en estas condiciones los bordos están propensos á cuarteaduras más ó menos grandes que son una seria amenaza para la conservación de la obra; son también éstas las que se imponen cuando la altura de la cortina sea próxima ó superior á veinticinco metros; cuando el subsuelo esté constituido por roca firme, caso en que la tierra no serviría por la difícil unión que habrá entre ambos materiales, y por último, donde las tusas y otros roedores existen en abundancia estas presas son las que prestan más garantías contra los perjuicios tan serios que ofrecen esos animales con sus galerías.

Para aquellas regiones donde la piedra abunda y el cemento es caro ó hay escasez de agua, las presas de piedra suelta son las indicadas. En ciertos casos, especialmente cuando se trata de cerrar un estrechamiento formado por montañas escarpadas y con bastante roca al descubierto, resulta económico su desprendimiento en las laderas por medio de la pólvora ó dinamita, pues disponiendo convenientemente los barrenos se consigue que la piedra al ser desprendida rueda por sí sola hasta el plan del arroyo que se trata de cerrar, introduciéndose con esto una gran economía en la construcción.

Por lo que toca al sub-suelo aisladamente puede asentarse lo siguiente: Si el lecho de la fundación es de roca deberá optarse por una presa de mampostería ó de tierra con alma central. Si la roca existe á gran profundidad ó el lecho está constituido por pura tierra de buena clase, está indicada la presa de tierra, pero si el cascajo, la arena ú otro material muy permeable for-

ma el lecho podría convenir la presa de piedra suelta, pues hay que advertir que estas se pueden construir sobre roca, cascajo, arena, tierra ó cualquier otro material.

Presas de tierra

De esta clase de presas pueden considerarse tres variedades principales, á saber:

Presas homogéneas.

Presas con corazón de lodo batido.

Presas con corazón de mampostería ú otro material impermeable.

Las de la primera variedad son solamente aconsejables cuando la tierra de que se dispone sea de buena clase y el sub-suelo de un material igualmente bueno, pero cuando la tierra disponible es más ó menos suelta y permeable, se hará del todo necesaria la construcción del corazón ó alma central ya sea de lodo batido ó de mampostería, hormigón ú otro material impermeable.

En las condiciones ordinarias, es muy conveniente recurrir al corazón central, muy especialmente en el cimiento, para que las probabilidades de filtraciones subterráneas que comprometerían el bordo, sean reducidas al mínimo. La disposición más común consiste en abrir una zanja á todo lo largo del eje del bordo trazado en la plantilla, á la que se dará la profundidad que sea necesaria y de dos metros de anchura cuando menos, terminado lo cual se procede á llenarla con arcilla ligeramente húmeda que se va depositando por capas delgadas y apisonándolas perfectamente á fin de que se forme un sólido resistente é impermeable.

Si al abrir la excavación se encuentra á poca profundidad un lecho de roca, el alma central deberá ser de

mampostería para que se facilite la unión de los materiales.

La pared central ya sea de lodo ó de mampostería se elevará hasta la superficie general del suelo si la tierra empleada en el bordo ofrece seguridades de impermeabilidad, pero si esto no sucede debido á su mala calidad, es recomendable la continuación de la pared central hasta la altura máxima que el agua alcanzará en el depósito.

Hay que tener presente que una gran mayoría de los fracasos experimentados en presas de tierra ha obedecido al poco cuidado que se ha puesto en su cimentación, pues ha sido frecuente el caso de que su destrucción haya principiado por debajo del bordo y es por esto que insistimos en recomendar que se tenga el mayor cuidado en la elección de la tierra y su buena colocación en el cimiento. Si la tierra es demasiado arcillosa estará propensa á agrietarse y para evitar esto es conveniente mezclarle paja ó arena, y siempre que aquella sea bien apisonada acabará por formar un macizo tan resistente como el mejor adobe, que además de la garantía de impermeabilidad será una barrera para los roedores, enemigos formidables por los grandes perjuicios que originan.

Nada diremos de los cuidados que deben tenerse en la construcción del alma central en caso de ser de mampostería, pues su ejecución es del todo semejante á la de un muro ordinario, con la diferencia de que en este caso deberán unirse los materiales con buen mortero hidráulico para que resista la humedad.

Dimensiones convenientes para presas de tierra

Una presa ó bordo de tierra puede fracasar: por falta de estabilidad en su sección transversal, por desintegración del material que la forma debido á la erosión producida por el agua, y por falta de estabilidad para resistir á la presión horizontal del líquido, que tendería á voltearla ó hacerla resbalar.

La última de las causas dichas solamente es aplicable respecto á las presas de mampostería, pues en las de tierra el volteamiento podrá verificarse en virtud de la forma misma del bordo, generalmente con gran talud hacia el interior. Es bien sabido que los líquidos transmiten siempre sus presiones perpendicularmente á las paredes en que se encuentran, así pues, bastará examinar la figura 6 para convenir en que es imposible el volteamiento dada la forma transversal del bordo y la dirección de las presiones, cuya resultante R tiende más bien á comprimir el sólido sobre el terreno aumentando naturalmente su estabilidad. En efecto, la destrucción de un bordo de tierra podrá sobrevenir no por resbalamiento sobre su base ni por giración sobre su arista inferior posterior, sino exclusivamente por desintegración de su masa debido á la acción erosiva del agua.

Fracaso semejante podrá tener lugar 1.º por falta de desagües, 2.º por defecto en el sistema de compuertas ó manera de dar salida á las aguas almacenadas, ya sea que se empleen canales abiertos, túneles, tubos de hierro ó de otro material, 3.º por falta de cuidado en la construcción.

Cuestiones son estas de tanta importancia, que las estudiaremos más detenidamente.

Estación Agrícola de C. Juárez.

Boletín núm. 28.

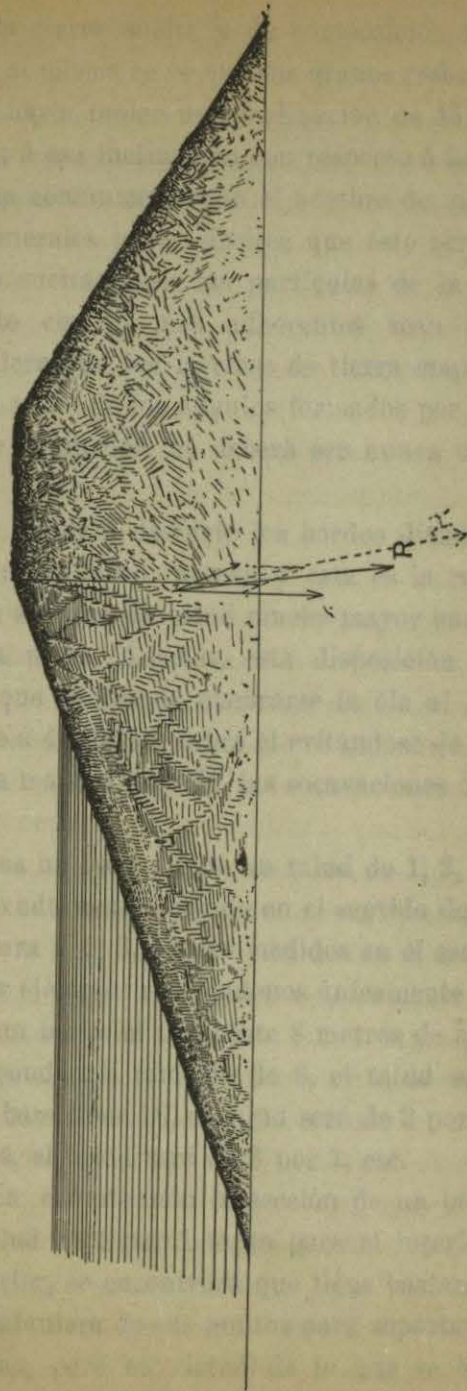


Fig. núm. 6

Cuando la tierra suelta y de composición media se abandona á sí misma se ve que sus granos resbalan unos sobre otros hasta tomar una inclinación de 45° aproximadamente; á esa inclinación con respecto á la vertical se le designa comúnmente con el nombre de talud y en términos generales puede decirse que éste será mayor cuanto más sueltas sean las partículas de la tierra é inversamente cuanto más adherentes sean aquellas. Mas cualquiera que sea la clase de tierra empleada en un bordo la suma de los ángulos formados por los taludes exterior é interior, no deberá ser nunca menor de 90° .

El oleaje tiende á destruir los bordos disminuyendo gradualmente su talud interior y esta es la razón por la que se da siempre un talud mucho mayor hacia el interior de la presa. Además, esta disposición tiene la ventaja de que en vez de quebrarse la ola al llegar al bordo tiende á deslizarse sobre él evitándose de este modo, y de una manera notable, las socavaciones ó erosión del agua.

Se dice que un bordo tiene un talud de 1, 2, 3, por 1 cuando por cada metro medido en el sentido de la altura se considera 1, 2, 3, metros medidos en el sentido horizontal; por ejemplo: refiriéndonos únicamente al talud inferior de un bordo si tiene éste 8 metros de altura su base correspondiente también de 8, el talud será de 1 por 1; si la base tiene 16, el talud será de 2 por 1; si la base tiene 24, el talud será de 3 por 1, etc.

Ahora bien, examinando la sección de un bordo que tenga un talud de 1 por 1 tanto para el interior como para el exterior, se encontrará que tiene bastante resistencia en cualquiera de sus puntos para soportar la presión del agua, pero en virtud de lo que se ha dicho

anteriormente se da el talud interior tanto mayor cuanto más estable se quiera el bordo y más protegido contra el oleaje. Tan notable es la influencia de un talud suave para el deslizamiento de las olas que se recomienda disminuirlo notablemente hacia el coronamiento con objeto de evitar que las olas deslaven esa parte de la presa, como se ve en la fig. 7.

Resumiendo lo dicho anteriormente, podemos decir que, en la práctica de la construcción de bordos las dimensiones más convenientes son: Para el talud interior $2 \frac{1}{2}$ en 1, y para el exterior $10 \frac{1}{2}$ en 1, aumentándose estos cuanto más sueltas sean las tierras empleadas.

La anchura de la corona ó cresta del bordo puede ser variable, pero generalmente se le deja una amplitud de 2.50 á 4 metros, con el objeto de que sirva para construir un camino ó para facilitar el tráfico de los mismos trabajadores. Esto tiene otra ventaja aún, y consiste en que de allí mismo puede tomarse tierra en casos muy urgentes para reparar algún desperfecto que el agua principie á hacer por su elevación excesiva de nivel, cosa que suele ocurrir durante una gran avenida.

La altura total del bordo deberá ser uno ó dos metros mayor que la que se ha proyectado para las altas aguas en presas grandes; en otras palabras, el plan de los desagües quedará á uno ó dos metros abajo del coronamiento del bordo, pues se comprende que si éstos llegaran á ser insuficientes debido á una fuerte avenida, el agua principiaría á pasar sobre la presa y su destrucción sería casi segura.

Debido al asiento que constantemente está experimentando el bordo, sucede muchas veces que cuando uno creía tener altura sobrada en la presa, resulta que es insuficiente, llegado el caso de una avenida y esto con

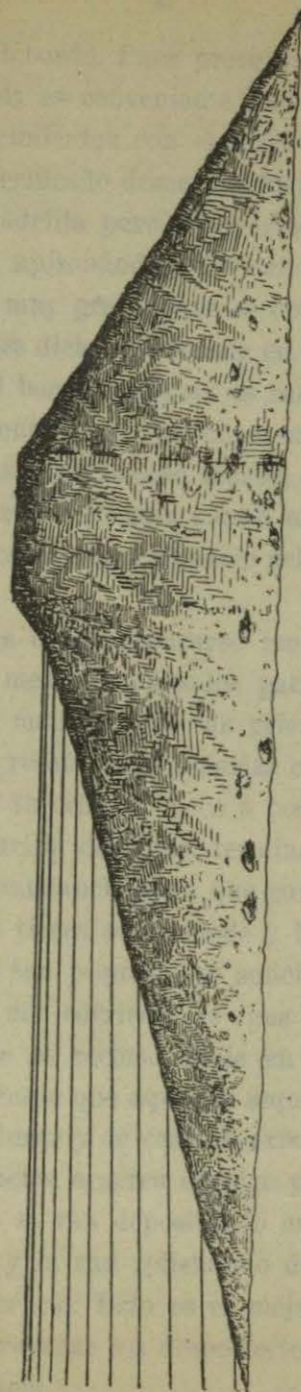


Fig. núm. 7