

gran peligro del bordo. Para prevenir el fracaso á que esto daría lugar, es conveniente hacer con frecuencia algunos reconocimientos con el nivel para ver en qué partes se han verificado descensos fuertes y mandar en seguida una cuadrilla para repararlos echando la tierra necesaria y apisonándola fuertemente.

Otra ventaja muy grande que se obtiene de los reconocimientos antes dichos y consiste en estar al tanto del buen estado del bordo, pues no es raro que cuando el tiempo está caliente y seco, así como cuando el nivel del agua en el depósito ha bajado mucho, comiencen á aparecer cuarteaduras ó grietas más ó menos grandes en los bordos, que constituyen un serio peligro para su conservación.

Dichas grietas deben repararse tan pronto como se observen y los medios empleados para ello serán distintos según la magnitud de las grietas. Si éstas son muy grandes se recomienda llenarlas con tierra de buena clase, que se va echando poco á poco y comprimiéndola con una varilla de fierro, terminado lo cual se le echa agua en abundancia para que complete el trabajo haciendo que la tierra se acomode y baje bien.

Si las grietas son pequeñas es suficiente hacer pasar constantemente una corriente de agua por sobre el bordo, práctica que es recomendable en todos los casos, pues esto no permite que aquél se seque demasiado y se formen cuarteaduras y en caso de existir éstas, el agua que en ellas penetra acarrea consigo pequeñas partículas terrosas que se van depositando en lo más profundo de la grieta y la van rellenando desde abajo hasta llegar á la superficie. Esto es el mejor de los medios conocidos para reparar los desperfectos á que venimos haciendo referencia.

Cimentación del bordo

La primera operación que debe hacerse, antes de principiar la cimentación, consistirá en un cuidadoso reconocimiento del sub-suelo á fin de conocer su naturaleza y poder determinar las excavaciones y precauciones que hayan de tomarse en la ejecución de los trabajos.

No repetiremos aquí lo que ya antes hemos dicho respecto á la elección que deba hacerse del material en vista de la naturaleza del lecho en que se apoyará la presa ni de la clase de alma central que convenga, pues bastará tener siempre presente que la homogeneidad de los materiales del cimientó y parte aérea se procurará siempre, así como la conveniencia de que las presas de tierra se apoyen en tierra, las de mampostería en roca, etc., etc.

Suele á veces suceder que al practicar las excavaciones se encuentre á cierta profundidad un manto de piedra que á su vez descansa sobre otros de tierra, cascajo ú otro material permeable, por lo que convendrá proseguir la excavación para asegurarse de que el sub-suelo continúa siendo uniforme en su estructura, pues de lo contrario se corre el riesgo de que la presa fracase por las filtraciones subterráneas que se formarían. Muchas veces ha sido necesario desmontar completamente un manto de roca para continuar profundizando porque debajo de aquel seguía siendo inseguro el terreno para fundar en él.

Casi siempre sucede que al practicar las excavaciones resultan á cierta profundidad veneros ó corrientes subterráneas que inundando los trabajos dificultan la marcha de las operaciones, en cuyo caso habrá que recurrir

Estación Agrícola de C. Juárez.

Boletín núm. 28.

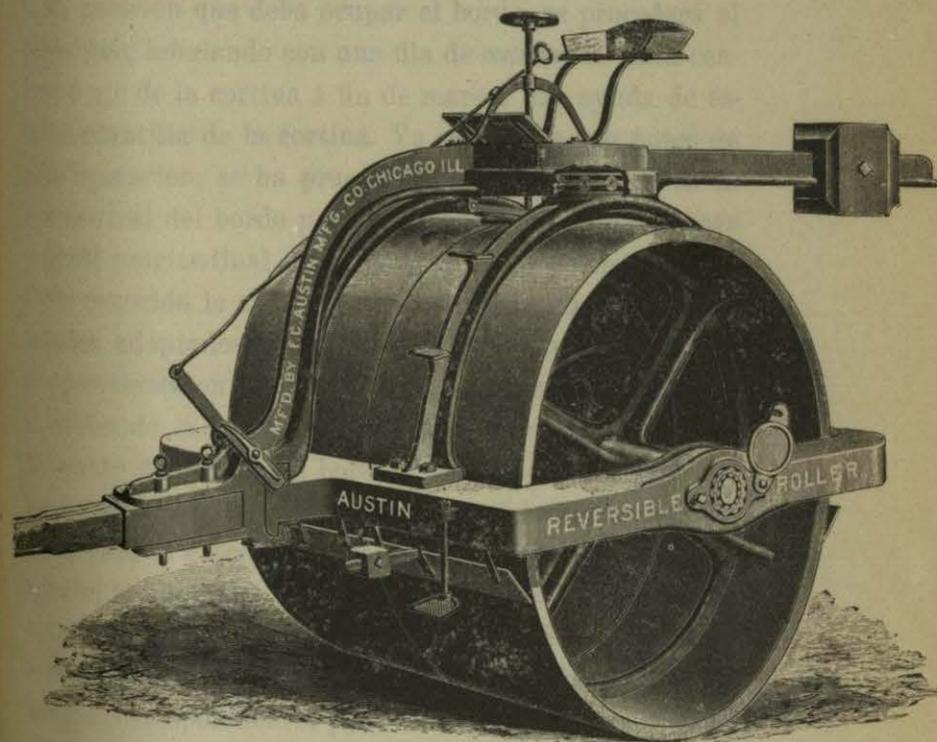


Fig. núm. 8.—Rodillo reversible "Austin"

á los agotamientos. Este trabajo que puede llevarse á cabo por cualquiera de los medios conocidos constituye por lo general un fuerte aumento en el costo de las obras. En otro lugar hemos dicho que en la actualidad es el empleo de las bombas centrífugas la resolución más común en tales casos.

Reconocido el subsuelo y determinada definitivamente la posición que deba ocupar el bordo, se procederá al replanteo, señalando con una fila de estacas la línea central ó eje de la cortina á fin de marcar con ayuda de ésta la plantilla de la cortina. Ya se supone que antes de esta operación, se ha practicado la nivelación de la línea central del bordo para conocer sus diversas alturas ó perfil longitudinal del mismo, como se ve en la fig. 8. Pues conocida la altura de la cortina en un punto y los taludes adoptados, ya es fácil determinar el ancho correspondiente en su base, teniendo en cuenta, además, el ancho de la corona. Si suponemos en efecto, que en un punto dado tiene el bordo 8 metros de altura, y que los taludes son de 2 y $\frac{1}{2}$ en 1, para el lado interior, de 1 y $\frac{1}{2}$ para el exterior y 4 metros de ancho en el coronamiento, la amplitud total del bordo en esa parte y en su base será igual á $2 y \frac{1}{2} \times 8 + 1 y \frac{1}{2} \times 8 + 4$ mets. = 36mets. y así se determinan en los demás puntos los anchos correspondientes para la demarcación de la plantilla. Trazada ésta y señalado en el terreno el lugar del cimiento, se procede á abrirlo desde luego llenándolo después con arcilla apisonada ó mampostería, según se ha dicho ya, teniendo presente que el cimiento y alma central, en caso de existir, no vendrán á ocupar el centro precisamente de la plantilla, sino que su posición será determinada por la proyección de los planos verticales que pasan por las aristas longitudinales de la co-

rona, en su intersección con el terreno. Mejor dicho, en el centro de esa proyección se abrirá el cimientó con el ancho que se desee.

Repetimos que la construcción del cimientó debe ser objeto del mayor cuidado en todos sus detalles, pues ésta determina en la mayoría de los casos la eficacia y seguridad de la presa.

Construcción del bordo

Hecha la cimentación y trazo de la plantilla se comenzará la construcción del bordo como pasamos á indicarlo.

En primer lugar habrá que limpiar y desenraizar, no sólo la extensión de la plantilla, sino también el lugar de donde se extraerá la tierra que se vaya á usar en el bordo. En seguida se remueve el terreno tan profundamente como sea posible, usando para el efecto arados fuertes y si al hacer esta operación se notare que la tierra está algo seca es conveniente dar un riego si esto es posible y sucesivamente los que sean necesarios á fin de que se comprima mejor al ser colocada en el bordo. Satisfecha la condición anterior, se procede á la formación del bordo por capas sucesivas cuyo espesor no exceda de 0.20 mts. á fin de que la acción de las dragas y tráfico de los peones y los animales de tiro sea efectivo en la compresión de la tierra; y decimos que no sea mayor de 0.20 mts. porque siendo ésta elástica como la mayoría de los cuerpos, no se lograría el apretamiento más que superficialmente.

Varias operaciones son necesarias antes de que la tierra se encuentre colocada y comprimida en el bordo.

Tenemos en primer lugar que aflojarla en el lugar

donde se encuentra para que pueda ser acarreada: esta operación puede llevarse á efecto ya sea por medio de instrumentos operados á brazo, ó por el empleo de arados, siendo este el medio más económico, pero la elección se hará según el caso. Una vez aflojada se le lleva hasta el lugar que deba ocupar y esta operación puede ser desempeñada por peones cargados con sacos ó angarillas, por los mismos peones llevándola en carretillas, empleando para ello carretones de una sola mula ó caballo, carros grandes, dragas de maroma ó dragas montadas sobre ruedas, etc. Las condiciones especiales en cada caso determinarán la elección del método por emplear.

Tanto en el lugar donde se ha aflojado la tierra como sobre el bordo mismo se dispondrá una cuadrilla de peones que se ocuparán exclusivamente de recoger las raíces, ramajos ú otros restos vegetales, así como las piedras cuyo tamaño exceda al de un huevo, cuerpos que arrojarán fuera del bordo, pues es bien sabido que cuando una raíz ó una rama se pudre, deja en la tierra un hueco de forma semejante que facilitaría las filtraciones. La misma objeción puede hacerse respecto de las piedras, aunque su efecto es distinto, pues éstas alteran la homogeneidad y la buena compresión del bordo.

Cuando la tierra es de buena calidad y tiene el grado de humedad conveniente, el tráfico de las dragas y pisoteo de los animales es suficiente para que se compriman bastante bien las delgadas capas que se van depositando, hasta venir á formar un bordo sólido y difícilmente penetrable, pero en el mayor número de los casos, conviene recurrir al empleo de pesados rodillos ya sean de piedra ó de hierro fundido, los que son tirados

generalmente por tres tiros fuertes ó mejor por tres yuntas de bueyes.

En el Estado de Coahuila hemos visto en uso y con muy buen éxito, un rodillo de piedra, propiedad del señor Ing. D. Guillermo Richardson, habiendo sido construído dicho instrumento en la misma hacienda del caballero mencionado, por lo que recomendamos el empleo de esta clase de rodillos que á la vez que son efectivos en su funcionamiento resultan económicos. Existen, sin embargo, aparatos bien construídos y especialmente adaptados para el aplanamiento de caminos y calles que pueden ser empleados con buen éxito en la construcción de bordos. Entre los que hemos visto anunciados figuran los que construye la "T. C. Austin Mfg. Co.," de Chicago, Ill., E. U. de A., conocidos por Rodillos reversibles "Austin," que ilustramos en la fig. 8. Pueden conseguirse en varios tamaños y con peso variable desde tres hasta ocho toneladas y que ejercen una presión por centímetro lineal desde 15 hasta 38 kilogramos.

El trabajo de estos pesados instrumentos, para que no estorben el funcionamiento de las dragas, cuando el trabajo se va haciendo simultáneamente, debe limitarse á la mitad del bordo mientras las dragas andan en la otra mitad.

Hemos dicho antes que en vez de mulas pudieran emplearse los bueyes y la razón por que se recomienda estriba en la lentitud de su marcha, que favorece la compresión, debido á que el rodillo obra por más tiempo sobre el terreno y por consiguiente tiende á destruir su elasticidad.

Como la acción del rodillo sólo se limita á comprimir la tierra de arriba á abajo quedando en los paramentos inclinados del bordo suelta la tierra completamente, es

conveniente recurrir á algún medio para apretarla en ellos, pues que el aire y las lluvias tenderían á destruirlos bien pronto. El único procedimiento efectivo que conocemos para esto, consiste en golpear con garrotes pesados cuando la tierra está aún húmeda, pues si se ha secado ya la acción del garroteo resulta inútil.

Como la anchura del bordo va siendo menor á medida que se eleva en altura habrá que ir haciendo las reducciones de acuerdo con los taludes que se hayan proyectado. Estas se podrán hacer capa por capa, ó por cada metro de bordo.

Si sabemos, por ejemplo, que el talud interior es de 2 y $\frac{1}{2}$ por 1, y que las capas que se van depositando tienen una altura de 0m.20 haciendo una simple proporción resulta que si á un metro corresponden doscientos cincuenta centímetros, á veinte centímetros corresponderán cincuenta. O bien esa reducción puede hacerse solamente cada vez que el bordo ha alcanzado un metro más de altura y entonces cada nueva reducción será de 2 y $\frac{1}{2}$ metros, contando siempre desde la falda del bordo. En este caso el lado interior de la presa quedará formado por una serie de escalones que así pueden quedarse y que el agua se encarga de reducir á un solo plano, ó se dejan con el objeto de aprovecharlos para que sirvan de base á la piedra que se emplee para revestir el bordo si así se ha acordado el trabajo; esto es indiferente, pero sí conviene comprobar con frecuencia si el bordo lleva los anchos que debe llevar según la altura á que se encuentra. Estas comprobaciones son sumamente sencillas, pues basta tener un punto de referencia del que partiremos siempre para tomar con el nivel la altura del bordo con respecto á él y en el supuesto de que en la falda del bordo existen las estacas que se pusieron para

demarcar la plantilla, tendremos los datos necesarios para ver si se ha dado el respectivo talud. Suponiendo que la obra lleva en un momento dado, una altura de 4m.60, su ancho hasta el eje que divide la corona por igual longitudinalmente, deberá ser igual al ancho abajo, menos el producto que resulta de multiplicar 4.60 por 2.5. Como en los extremos del bordo hemos recomendado dejar dos puntos fijos que á su vez son los extremos del eje del mismo, será fácil cada vez que se ofrezca, haciendo un rápido alineamiento, marcar dicho eje para hacer las operaciones conducentes á la comprobación que tratamos de hacer.

A medida que el bordo se eleva el trabajo de los animales va siendo más y más penoso con notable disminución en efecto útil y es de la mayor importancia que se disponga convenientemente las subidas y bajadas, cuidando de que tengan pendientes suaves y se mantengan sin depresiones ni irregularidades que tanto contribuyen á aumentar el esfuerzo de los animales sin provecho alguno.

Otra cosa que es necesario tener en cuenta, es la de dedicar los peones que fueren precisos para que armados de buenos pisones, ya sean de madera ó fierro, se ocupen en pisonar perfectamente aquellas partes en que la tierra del bordo queda en contacto con las mamposterías cerca de las compuertas, alma central, etc., etc., pues como en los ángulos entrantes y salientes nada podrá hacer el rodillo urge destruir con el pisón las oquedades que ahí quedarían.

Estación Agrícola de C. Juárez.

Boletín núm. 28.

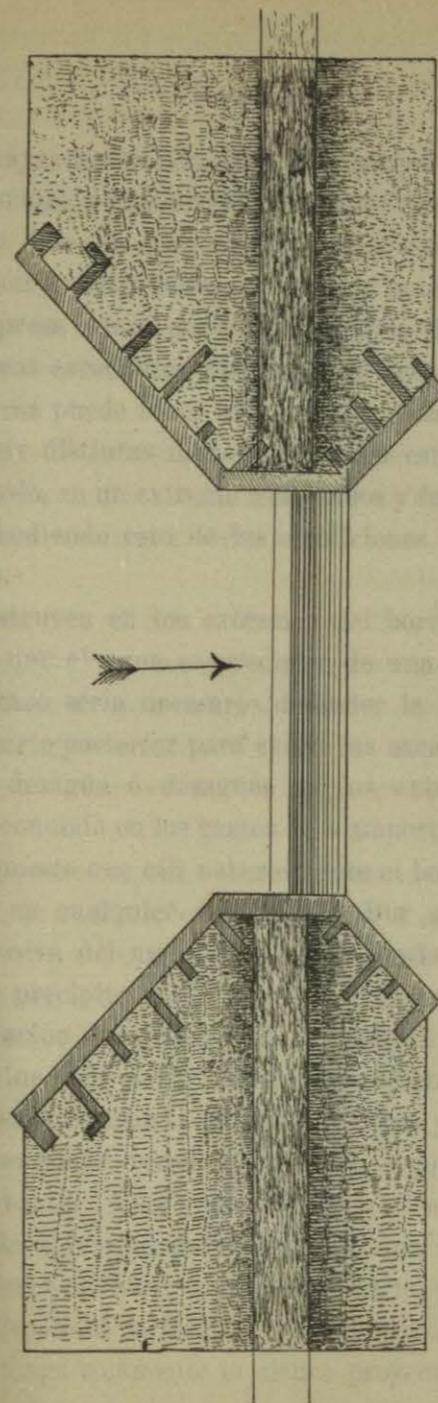


Fig. núm. 9.—PRESA MIXTA.—Disposición que convendrá adoptar para la unión de las mamposterías y el bordo

Desagües

Constituyendo los desagües la principal garantía para la seguridad de las presas es natural que se recomiende el más detenido estudio y los mayores cuidados en la ejecución de estas obras, pues como antes se ha dicho ninguna presa estará segura sin dotarla de escapes para las aguas excedentes en tiempo de avenidas.

Una presa puede tener uno ó varios desagües y situados de muy distintas maneras. Pueden estar en el centro del bordo, en un extremo ó en ambos y fuera de la cortina, dependiendo esto de las condiciones especiales de cada caso.

Se construyen en los extremos del bordo con objeto de evitar que el agua se precipite de una gran altura, en cuyo caso sería necesario defender la base del muro en la parte posterior para evitar las excavaciones. Estando el desagüe ó desagües en los extremos, habrá también economía en los gastos de mampostería de revestimiento puesto que allí naturalmente el bordo será más bajo que en cualquier otro punto. Por otra parte la acción erosiva del agua será menor desde el momento en que se precipite desde una menor altura.

La situación del desagüe en el centro ó parte media de la cortina sólo podrá ocurrir cuando entren en combinación para formar la cortina, la tierra y la mampostería, como puede verse en la fig. 9, según su proyección horizontal. Esta disposición no es aconsejable debido á la dificultad para conseguir una unión perfecta de la tierra del bordo y la mampostería, pero de adoptarse se dispondrá de tal suerte que la cortina de piedra y mezcla tenga solamente la altura proyectada para las

altas aguas, elevándose sus estribos en sus extremos hasta el nivel del bordo que tendrá de $1\frac{1}{2}$ á 2 metros más que la parte de mampostería.

En el caso que nos ocupa recibe el desagüe el nombre de "lavadero" y todas las aguas sobrantes pasan sobre él cayendo desde una gran altura, por lo que habrá mayor necesidad de proteger el talón del muro con sólido zampeado de mampostería de buena clase ó por medio de un colchón de agua, pues de otra manera la acción erosiva del agua descalzando el muro podría ocasionar su destrucción.

Una y otra de las obras de defensa mencionadas van ilustradas en las figs. 10 y 11 que hemos representado en corte vertical.

Los desagües sobre el bordo sólo se adoptarán cuando el vaso esté totalmente limitado por lomerío más ó menos elevado y no haya manera de dar salida á las aguas excedentes más que por sobre el bordo mismo, pero siempre que la topografía del terreno lo permita deberán preferirse los desagües situados fuera del bordo ó sean aquellos que se construyen sobre el terreno natural, pues estos á más de ser económicos, en nada comprometen la cortina en el caso desgraciado de que una gran avenida los destruyera; lo más que podrá suceder será que se escape parte ó toda el agua almacenada, pero el bordo permanecerá intacto.

En la posibilidad de utilizar esta clase de desagües se tratará de buscar un punto en que se pueda dar salida á las aguas sobrantes hacia un bajío inmediato ó al mismo de la presa, aprovechando para ello algún accidente del terreno. También hay que procurar que el terreno que vaya á formar el plan del desagüe sea suficientemente firme é insocavable, pues en caso de no serlo

Estación Agrícola de C. Juárez.

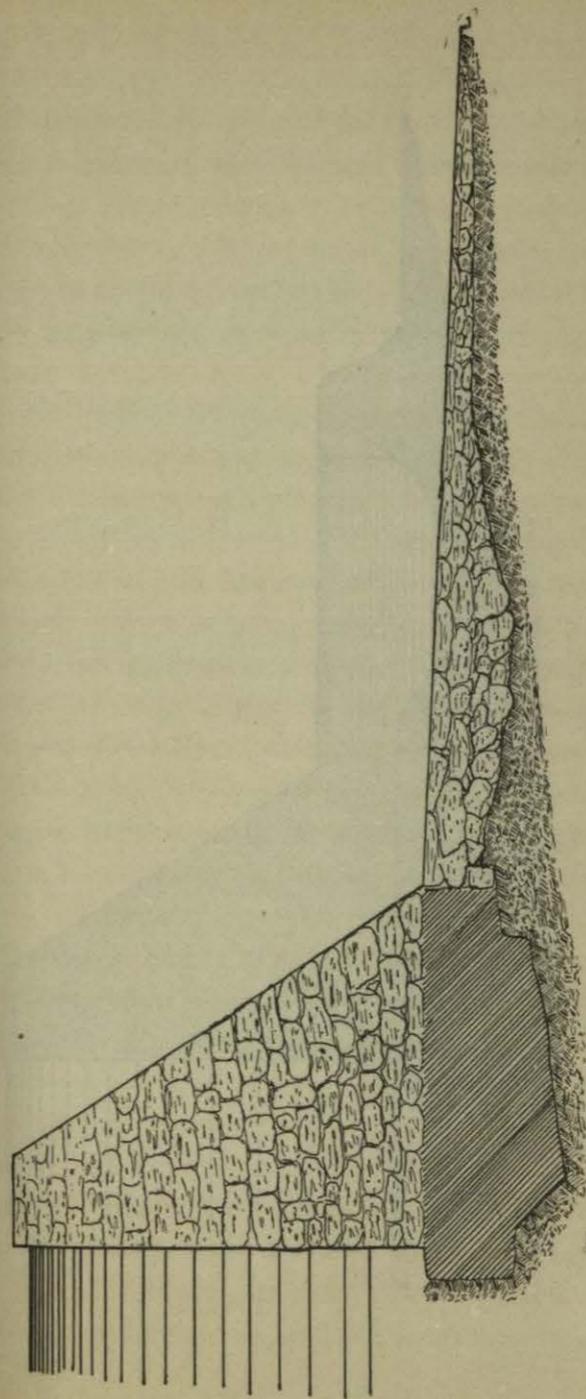


Fig. núm. 10.—Zampeado que evita el descalzamiento de la cortina

Boletín núm. 28.

(1907)
 ESTACION AGRICOLA DE C. J. INAREZ
 ESTACION AGRICOLA DE C. J. INAREZ

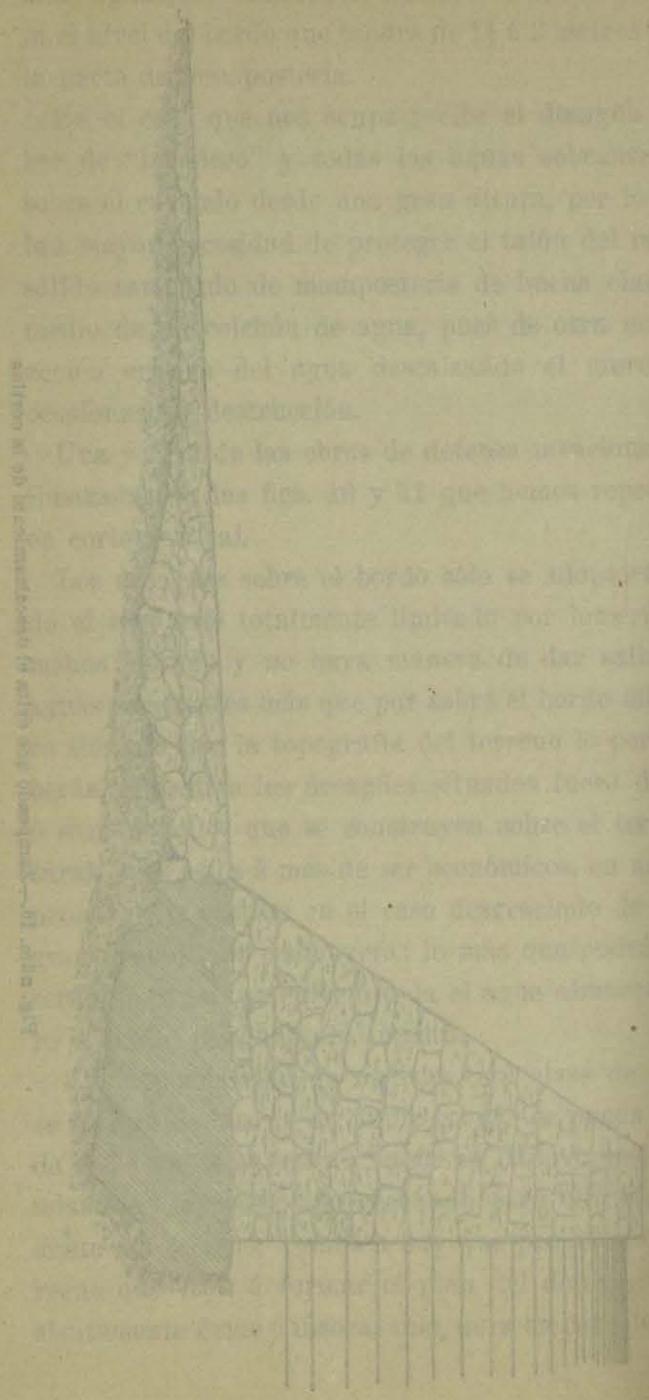


Fig. n.º 10

Estacion Agrícola de C. J. Inarez

Estación Agrícola de C. J. Ináñez.

Boletín núm. 28.

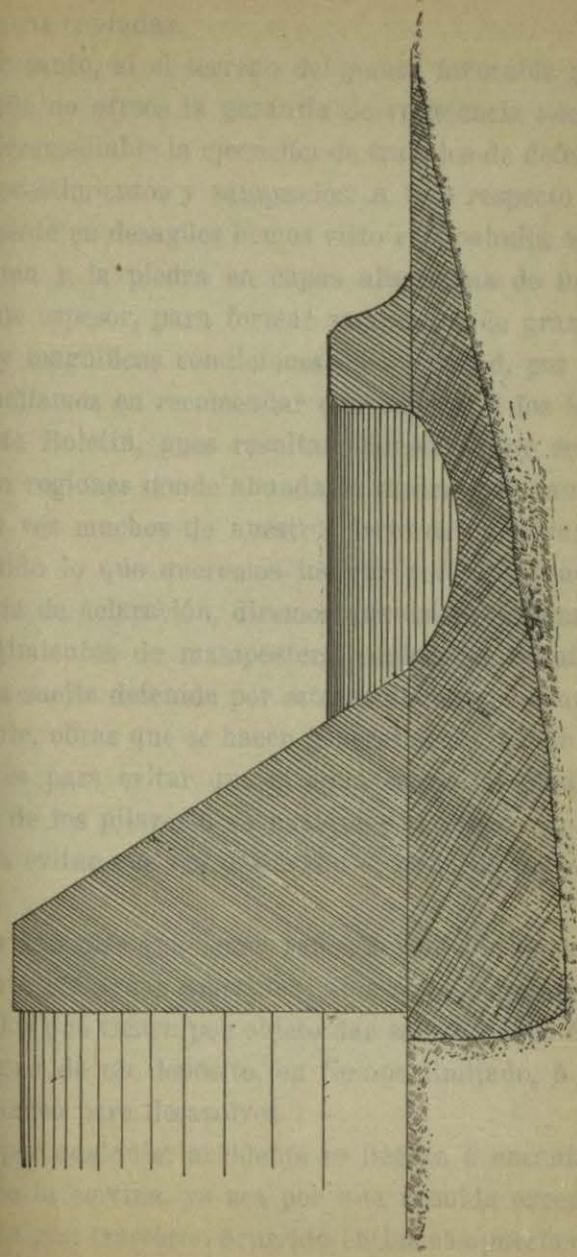


Fig. ndm. 11

ESTACION AGRICOLA DE C. J. INAREZ
 ESTACION AGRICOLA DE C. J. INAREZ

habría grandes probabilidades de que tal desagüe degenerara en verdadero arroyo por el que se escaparían las aguas captadas.

Por tanto, si el terreno del punto favorable para el desagüe no ofrece la garantía de resistencia necesaria, será irremediable la ejecución de trabajos de defensa como revestimientos y zampeados. A este respecto y precisamente en desagües hemos visto en Coahuila emplear la rama y la piedra en capas alternadas de 0m.30 á 0.40 de espesor, para formar zampeados de gran duración y magníficas condiciones de seguridad, por lo que no vacilamos en recomendar este sistema á los lectores de este Boletín, pues resultan, además, muy económicos en regiones donde abunda la piedra y la rama.

Tal vez muchos de nuestros lectores no hayan comprendido lo que queremos indicar por "zampeados" y por vía de aclaración, diremos que así se designa á los revestimientos de mampostería, enlozado, hormigón ó piedra suelta detenida por estacas dispuestos convenientemente, obras que se hacen generalmente debajo de los puentes para evitar que el agua socave el fondo muy cerca de los pilares ó en cualquier otro caso en que se quiera evitar que sea deslavado el lecho de las corrientes.

Los desagües que hemos referido sólo sirven para dar salida á las aguas sobrantes; ahora nos ocuparemos de aquellos que tienen por objeto dar salida á toda ó parte del agua de un depósito, en tiempo limitado, ó de los destinados para desazolves.

Si por cualquier accidente se llegara á encontrar en peligro la cortina, ya sea por una avenida excepcional ó por algún trastorno ocurrido en las compuertas de toma, convendrá vaciar total ó parcialmente el agua al-

macenada para evitar que el fracaso sea completo, atenuar el peligro cuando menos. Por otra parte, si las avenidas traen consigo grandes arrastres, que bien pronto tenderán á azolver el vaso, lo indicado es dar paso libre á las primeras aguas que son generalmente las más cargadas de materias en suspensión, aprovechando solamente las menos turbias para salvar el inconveniente de las primeras.

Tanto en el primero como en el segundo caso, se comprende que sería indispensable la existencia de compuertas en número y magnitud suficiente para permitir un rápido y abundante escape, consideración en que se basa la adopción general en la actualidad de grandes compuertas de descarga. Su disposición puede ser sumamente variable, pues las hay de muchas formas y estilos, pero uno de los sistemas más comunes sencillos y seguros es el que ilustramos en la figura 12, y que procuraremos describir para su mejor inteligencia.

Consta la parte esencial de la compuerta en una lámina de acero de cinco milímetros de grueso con un vástago destinado á subirla ó bajarla mediante un mecanismo especial colocado superiormente y dos ranuras practicadas en los pilares laterales que sirven de guía á la lámina en sus movimientos de ascenso y descenso.

Si las compuertas son destinadas especialmente para que sirvan al desazolve de la presa la posición que deberán ocupar corresponderá á la parte más profunda del depósito, pero ya sea éste ú otro el lugar en que se coloque se principiará por la construcción de la obra de mampostería en que será recibida la compuerta ó compuertas, como se ve en la figura. Los pilares intermedios que separan una compuerta de otra, también serán

Estación Agrícola de C. Juárez.

Boletín núm. 28.

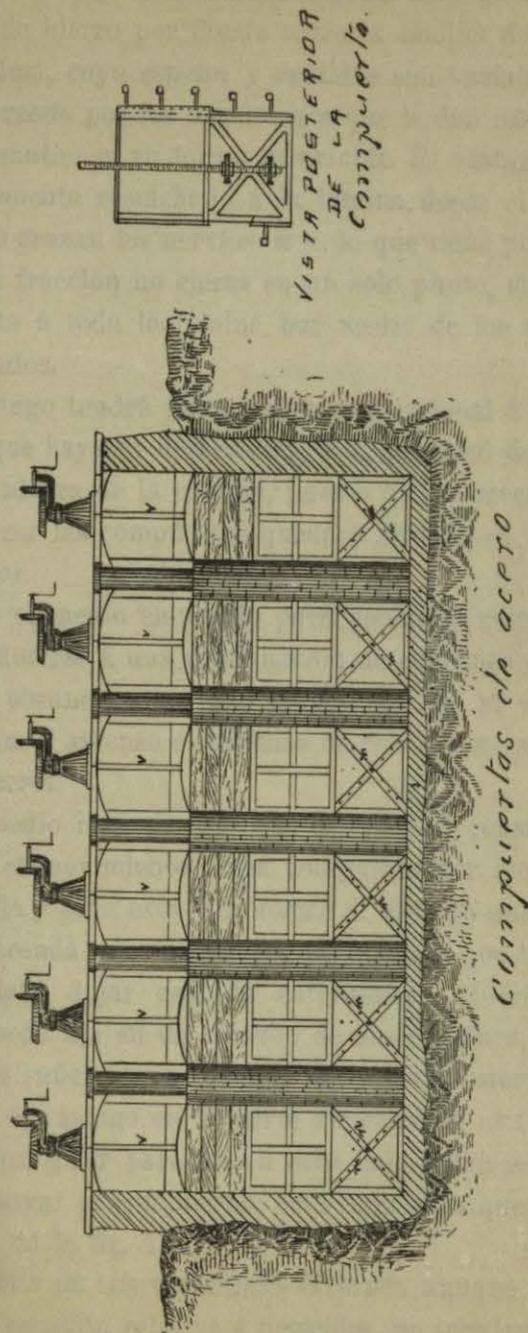


Fig. núm. 12