

El aparato comprende, pues el pararrayos propiamente dicho y el descargador; basta, por consiguiente, añadir la resistencia óhmica tal como se indica en las figuras 4.^a y 5.^a Sin embargo, cuando se trata de tensiones superiores á 8 ó 10.000 volts, es preferible subdividir la distancia explosiva en dos ó más espacios de aire distintos, colocando entre el pararrayos en serie y la resistencia óhmica un descargador *ad hoc* para asegurar una más eficaz y brusca ruptura del arco, conforme se indica en las figuras 6.^a y 7.^a

En el caso de que se trate de proteger una estación situada en un punto intermedio de la línea, se emplean pararrayos que tienen bornes exteriores sobre los dos casquetes opuestos, tal como el que representa la figura 8.^a, que se refiere á un tipo Standard. En este caso el pararrayos se intercala en la línea uniendo los dos extremos del conductor de la línea principal á los dos bordes exteriores de los casquetes del pararrayos y el conductor de derivación para la estación intermedia al extremo de la bobina de self que sale aislado por la parte inferior del pararrayos.

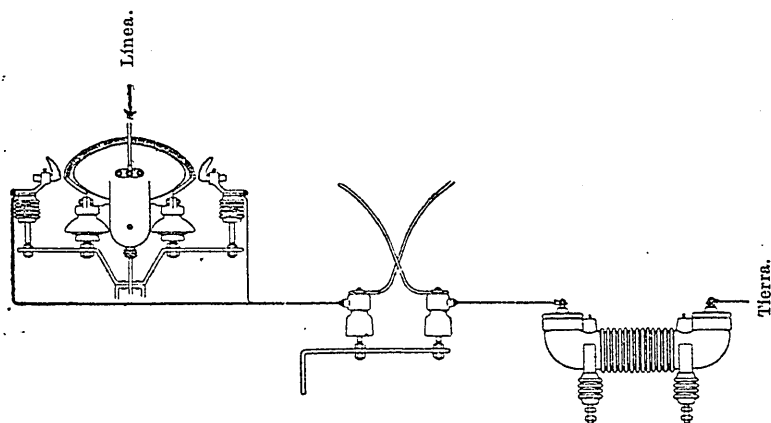


Fig. 7.ª

Los pararrayos en serie son siempre unipolares, es decir, se precisa uno para cada conductor.

Los pararrayos del tipo Standard y del novísimo Standard-Berlín tienen un solo descargador, pero los del modelo vertical tienen dos, y esta circunstancia les hace muy útiles para otra aplicación: la de servir como equilibradores de tensión al mismo tiempo que como pararrayos; para este

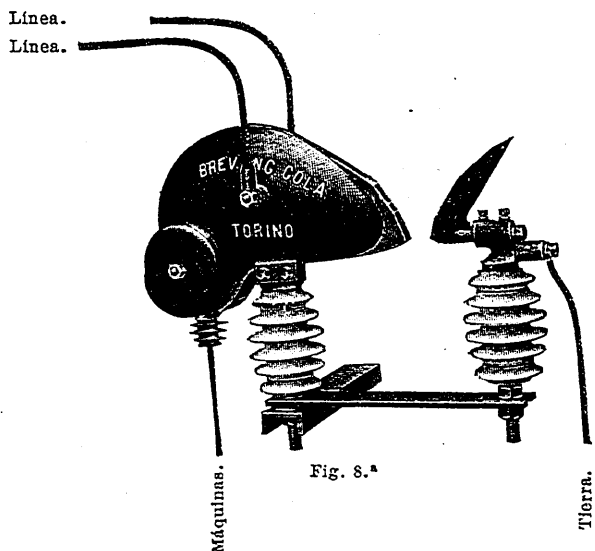


Fig. 8.ª

objeto se montan como por vía de ejemplo indica la figura 9.^a, que se refiere á una instalación trifásica. En el lado *a* la distancia explosiva es pequeña y grande la resistencia para servir como equilibradores de tensión, y en el lado *b*

la distancia explosiva es la normal y la resistencia óhmica pequeña.

La experiencia ha demostrado que para romper el arco se puede emplear, casi indiferentemente, cualquiera de los tipos de descargadores conocidos; se usa generalmente uno de los más sencillos, el tipo de cuernos divergentes, de cobre, triangulares, cuyas aristas se redondean según radios de curvatura determinados.

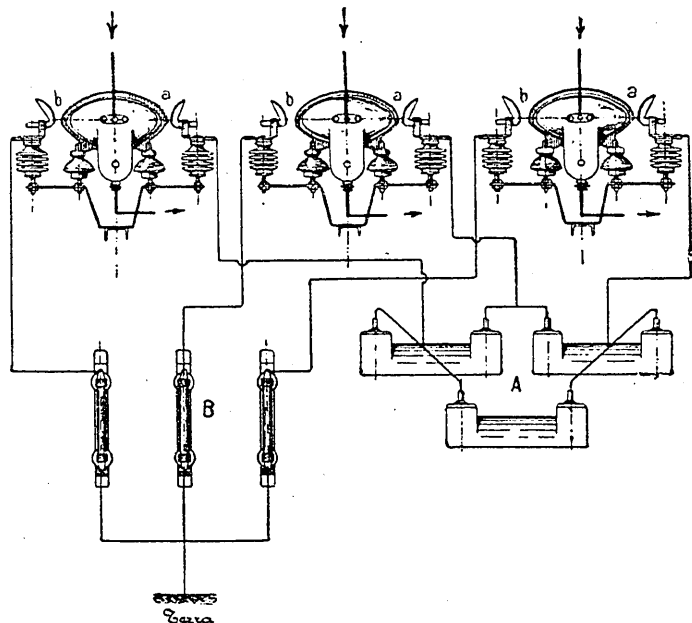


Fig. 9.ª

Por el contrario, las resistencias óhmicas se emplean de diferentes modelos, según las tensiones y la importancia de las instalaciones. La elección depende también de los lugares donde precisa montarlas; así, por ejemplo, en las estaciones centrales, donde generalmente se dispone de sitio y de personal, convienen los tipos de líquido, mientras que en las estaciones de transformación son, frecuentemente, más convenientes los tipos de carbones y los de metal no inductivos.

La teoría, muy racional de los pararrayos en serie, ha obtenido una sanción concluyente: la de la experiencia durante nueve años de millares de instalaciones.

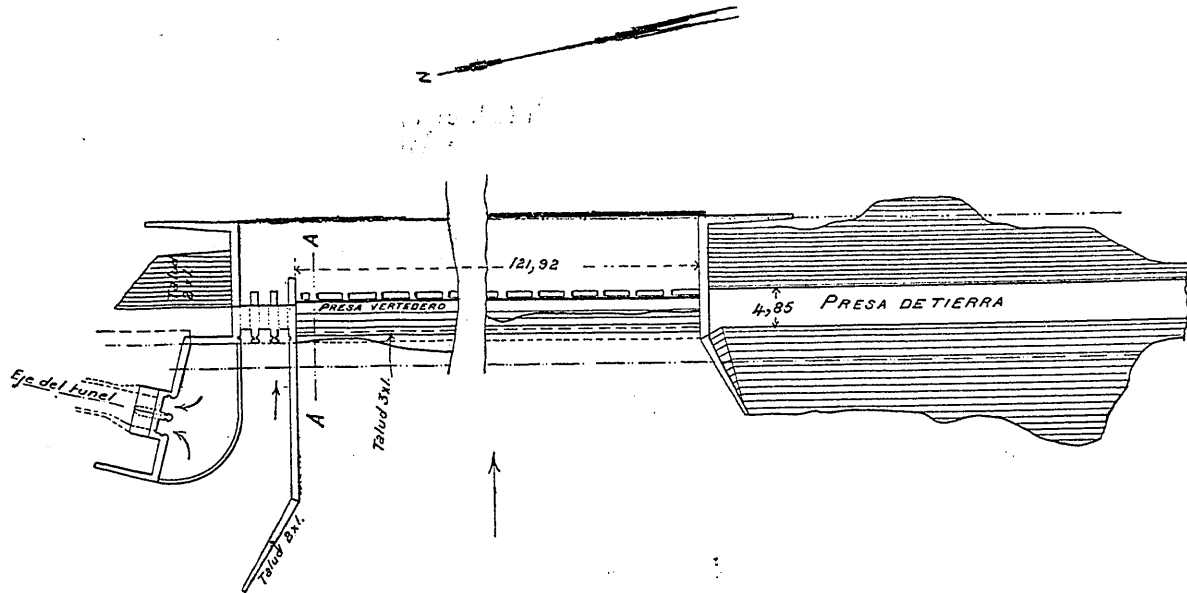
PRESAS DE DERIVACIÓN ⁽¹⁾

Como en casi todas las obras hidráulicas, se nota en las presas de derivación modernas un marcado perfeccionamiento al compararlas con las antiguas. Especialmente las proyectadas por el Servicio federal de obras de riego revelan, ordinariamente, un estudio esmeradísimo del problema en general y de las circunstancias especiales que en cada caso concurren. El trazado en planta es recto y casi siempre normal á la dirección de la corriente, habiéndose desechado, muy acertadamente á nuestro juicio, las plantas curvas, quebradas ó muy oblicuas á aquélla; las tomas suelen situarse con frecuencia lateralmente, con sus frentes próximamente paralelos á la corriente y, por lo tanto, nor-

(1) De *Las obras de riego en los Estados Unidos de América*, por don José Nicolau y D. Narciso Puig de la Bellacasa.

males al eje de la presa de cuyo extremo se separan muy poco. Hay casos, sin embargo, como en las de los proyectos de Minidoka, Payette-Boise, Belle Fourche y otros, en que las compuertas de la toma se hallan en la misma alineación recta de la presa, ó en otra próxima paralela, situada algo más arriba.

normal á la presa, entre su extremo y la ladera, se sitúa el canal de limpia, del que á su vez se derivará el de riego de la margen izquierda. Dicho canal de limpia tendrá la entrada aguas arriba, y á no mucha distancia de la presa de derivación; su solera estará 3,80 metros más baja que la coronación de aquélla; su profundidad será de 5,50 metros; e

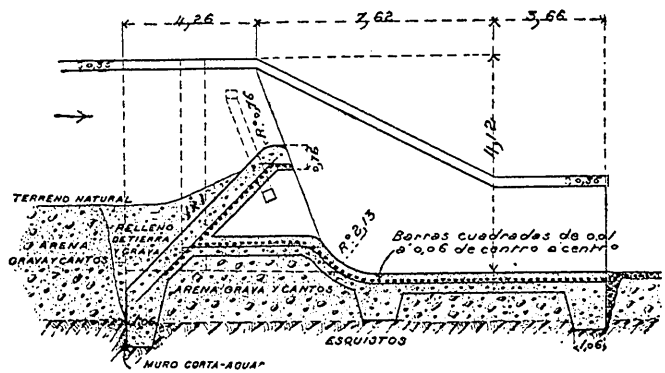


Planta de la presa de derivación de Corbett.

No suelen faltar los desagües de fondo, cerrados por compuerta de limpia, más ó menos numerosas y capaces, según la cantidad y clase de los arrastres de la corriente, pero casi siempre de dimensiones relativamente amplias. Las compuertas se sitúan, de ordinario, en la misma presa, muy cerca de la toma, y de tal suerte, en las mejor dispuestas, que al abrirse provoquen una corriente que, convenientemente encauzada por muros al efecto establecidos sea capaz de arrastrar los depósitos que se hayan podido acumular delante de la toma, evitando así los dragados y limpieas á brazo, que tan costosas son de ordinario, ó, por lo menos, reduciendo su importancia. La solera de estos desagües de fondo se encuentra á un nivel bastante más bajo que el del bocal del canal, si se dispone de altura suficiente para ello, y, en caso contrario, se apela á un expediente, empleado también en la presa de derivación del Guadalix en el Canal de Isabel II, que consiste en establecer por delante de la toma un muro, á manera de presa vertedero, con su umbral paralelo á la corriente, que impide que los arrastres, al menos los más pesados, y desde luego los cantos, gravas y aun arenas, penetren con aquélla en el canal.

Puede verse esta disposición, muy completa, en los grabados que publicamos relativos á la presa de derivación Corbett, sobre el río Shoshone para alimentación del Canal Garland (Wyoming). Pero donde ha sido adoptada en grande escala, para obtener de ella el mayor partido posible, es en las tomas de los canales de Yuma, que han de derivar sus aguas del Colorado, río que acarrea proporción tan considerable de sedimentos, que se ha juzgado indispensable tomar las mayores precauciones á fin de evitar el aterramiento rápido de los canales. La presa de derivación llamada de la Laguna, anteriormente descrita, tiene la planta recta, y en cada uno de sus extremos, que vienen á insertarse en las dos laderas rocosas que limitan el lecho mayor del río, se establecen las tomas, siendo la de la orilla izquierda, que será la más importante, la representada por la figura adjunta. Se verá por ella que, próximamente

ancho igual á 35,35 metros, con una longitud de unos 240 y una pendiente insignificante. Este canal podrá cerrarse inmediatamente aguas abajo de la toma del de riego, por medio de tres grandes compuertas Stoney, contrapesadas, que corresponderán á tres vanos de 10,15 metros de ancho por 5,50 metros de altura. El canal de riego tendrá sólo 18,30 metros de anchura y la entrada del agua en él se verificará por el cajero del canal de limpia, donde, en una longitud de 89 metros, existirán 34 aberturas, que podrán cerrarse con viguetas, haciéndose, por lo tanto, en vertedero de superficie la toma de las aguas.



Sección transversal de la presa vertedero en la presa de derivación de Corbett.

Fácil es comprender el objeto que se pretende alcanzar con esta disposición. La presa producirá en el Colorado un gran remanso, verdadero embalse de 16 kilómetros de longitud, en que la corriente, animada, de ordinario, de muy poca velocidad, depositará los arrastres. El canal de limpia, con su gran anchura, permitirá hacer la derivación necesaria sin originar corriente muy sensible, y de la superficie de ésta, á su vez, derivará el de riego su dotación, sin que se produzca aumento en la velocidad, dada la gran longitud de la toma, calculándose que la lámina del vertedero no excederá de 50 centímetros de altura y que se depositará en el canal de limpia, es decir, del lado de aguas arriba de los cie-

rres de viguetas de la toma, los sedimentos más pesados, que podrán ser fácilmente barridos por la corriente eléctrica que se establecerá al abrir las grandes compuertas de dicho canal. Se admite con esto que el cauce del Colorado irá rellenándose por los arrastres en tiempos ordinarios; pero se espera que en los de gran avenida, las aguas, animadas de fuertes velocidades, los socavarán, removerán y arrastrarán por encima de la presa de derivación.

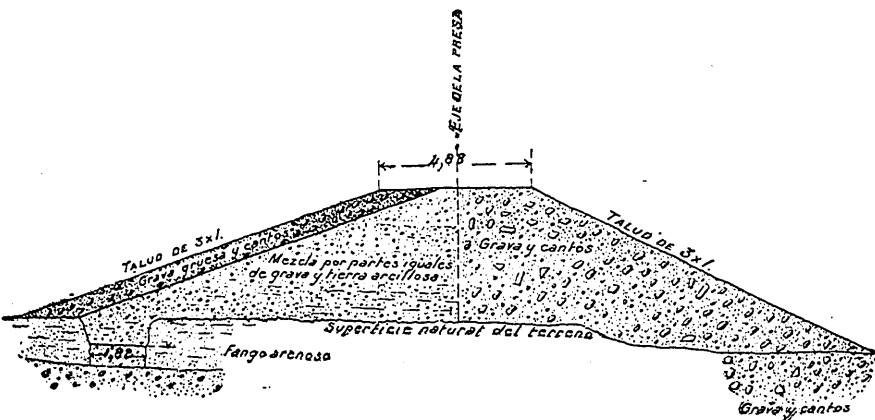
ello se prestan las laderas, se ha podido prescindir de la presa de derivación sin ningún inconveniente, según ha ocurrido en la toma del canal de Huntley.

Cuando es flotante la corriente en que se construye la presa, como sucede con el río Boise (Idaho), se deja un portillo para los maderos, con cajeros y solera adecuados, teniendo la coronación á menor altura que la del resto de la presa; de suerte que mientras el río traiga suficiente agua para la flotación de los maderos, pueden éstos pasar sin dificultad, evitándose también con semejante disposición los desperfectos que suelen producirse si el paso de la madera se hace por encima de la coronación, sin tomar ninguna precaución especial. En los dibujos adjuntos se figura el portillo de la presa citada. En ellos puede verse también representada una escala pesquera que permite á los peces atravesar en todo tiempo la presa sin dificultad, pues su salida por el lado de agua arriba se halla 1,20 metros más baja que el nivel de la coronación de la presa y á la misma altura que la solera del portillo. En otros casos, en vez de escalas, se han empleado tubos simplemente.

Los diversos tipos de presas adoptados para los pantanos son también aplicados á las de derivación, y á algunas de ellas, como las de Minidoka y Laguna, se ha hecho referencia anteriormente; claro está, sin embargo, que en los vertederos no pueden emplearse las de tierra ni aun las formadas exclusivamente por escollera, como no sea de bloques muy grandes. Las de esta clase, con entramado de madera, tan en boga hasta hace algunos años, van siendo cada vez menos usadas.

Presentamos secciones y plantas de presas construídas ó en construcción, debiendo consignar que se nota tendencia manifiesta al empleo de esta clase de estructuras de la fábrica de hormigón, ya sin armadura, ya convenientemente reforzado por varillas de acero en los puntos que requieren más resistencia.

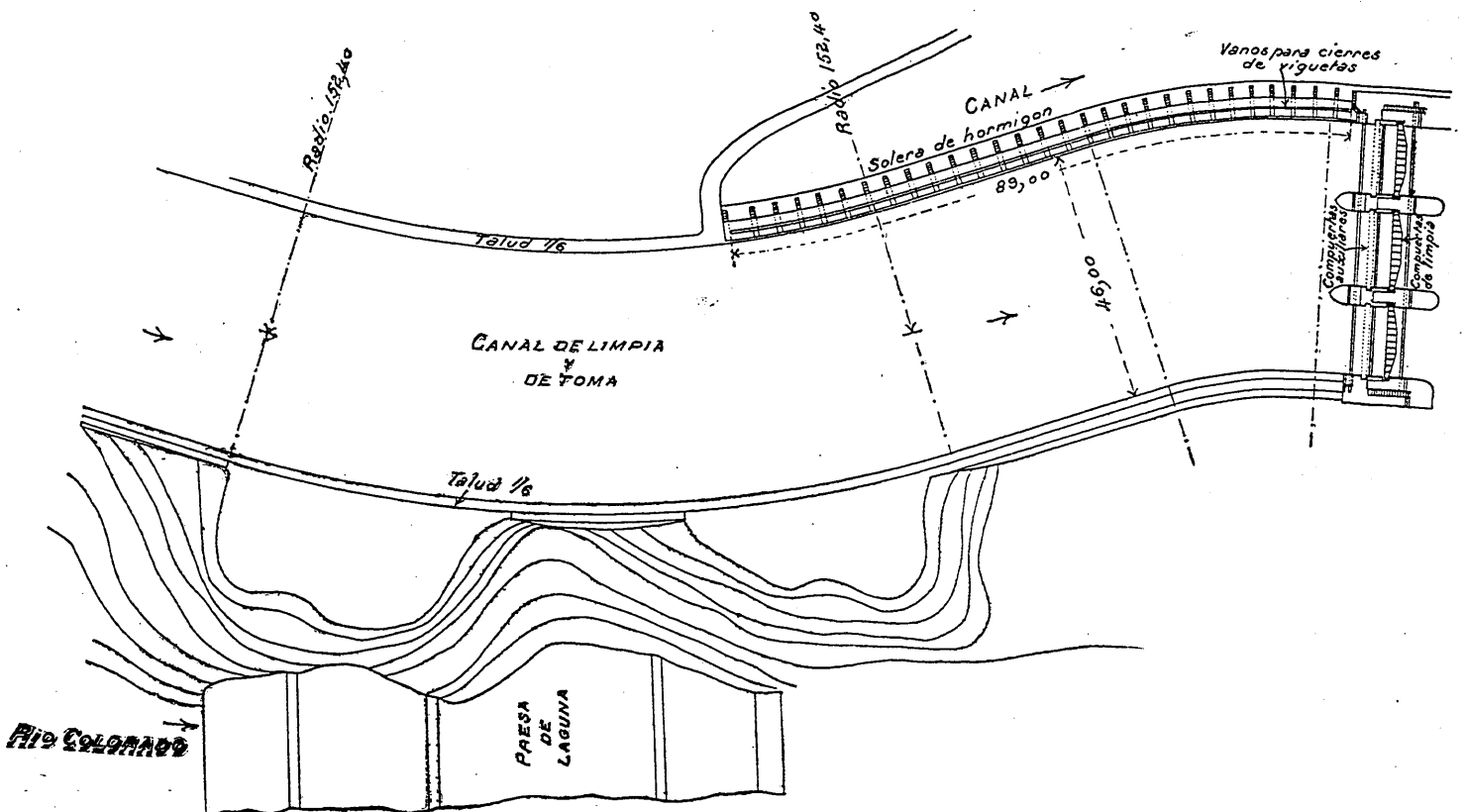
En algún caso, como sucede en la presa sobre el río



Sección transversal de la presa de tierra en la presa de derivación de Corbett

Compárese esta disposición, muy perfecta ciertamente, pero también muy cara (excederá de 5 millones de pesetas el coste de la presa y toma de los canales de Yuma), con las primitivas del Nilo, en que no existe obra alguna, ó con las menos imperfectas que se encuentran en muchas partes, con presas temporales ó definitivas y tomas directas situadas en las laderas, sin portillos de limpia, ni medio alguno de sedimentación, en que se corre seguramente el riesgo de admitir aguas cargadas de arrastres que provoquen depósitos en los canales, pero que pueden sin embargo, combatirse satisfactoriamente, en muchos casos, con las limpiezas anuales.

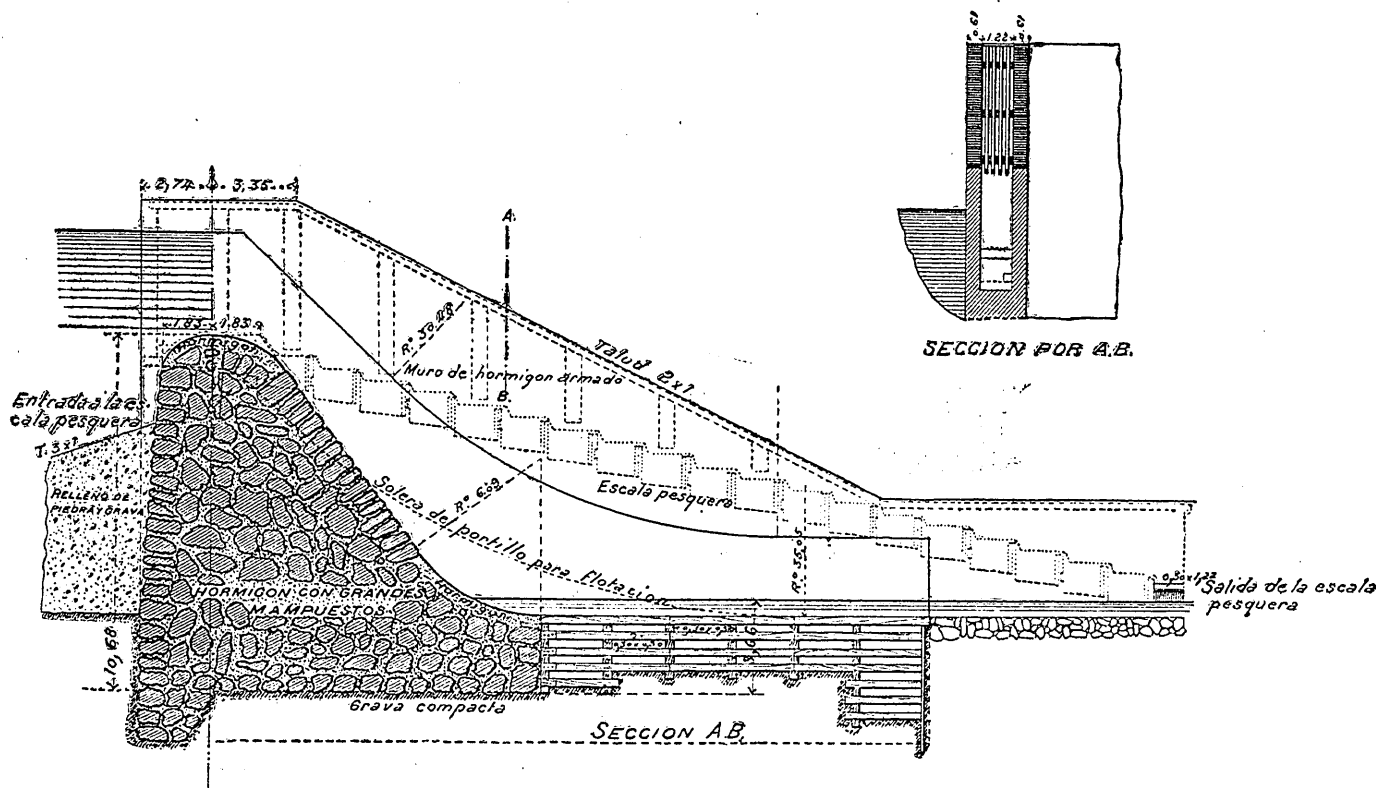
Algunas veces, cuando el río es bastante caudaloso y á



Planta del extremo de la presa de la Laguna, canal de limpia y toma del canal de la margen izquierda.

Snake, del proyecto de Minidoka, no se ha buscado para establecerla un paraje del cauce que presentara poca anchura, según suele hacerse muchas veces, sino que, por el contrario, se ha elegido un tramo en que el río puede extenderse por su orilla después de ser desviado del cauce ordinario por medio de una presa de tierra y escollera. De esta

las compuertas de los desagües de fondo en su parte inferior, y en la superior una serie de tubos para la formación de un salto destinado á la producción de fuerza, con la que se elevará el agua para regar zonas no dominadas por los canales. Se han utilizado los productos de la excavación del canal de evacuación referido, para la formación de la presa, de

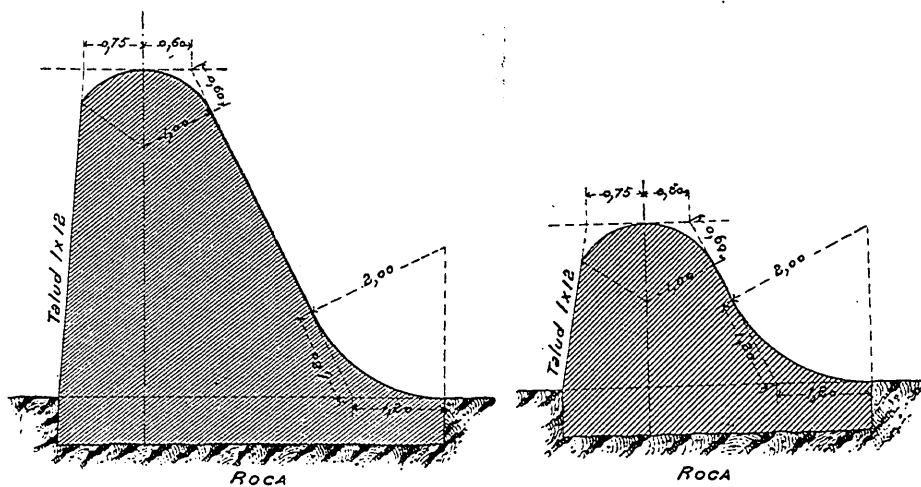


Sección transversal de la presa de derivación de Boise.

suerte se consigue que el aliviadero de superficie, aun alcanzando un desarrollo considerable, sea de coste relativamente reducido, pues eligiendo un trazado conveniente, se puede construir sin dificultad y resultar de poca altura, mientras que cabe emplear la tierra ú otro material económico en la parte de la estructura destinada á interceptar la corriente

tipo mixto, que corta la corriente, y á la que en otra parte se ha hecho referencia.

En las varias secciones adjuntas pueden verse los tipos de presas de derivación, á nuestro entender, más acertadamente elegidos; conviene hacer notar que algunos dibujos, por no haberse terminado aún las obras, son los de proyecto, que



Secciones transversales del vertedero en la presa de derivación de Minidoka.

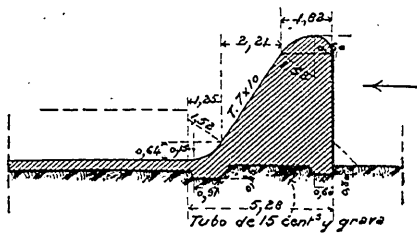
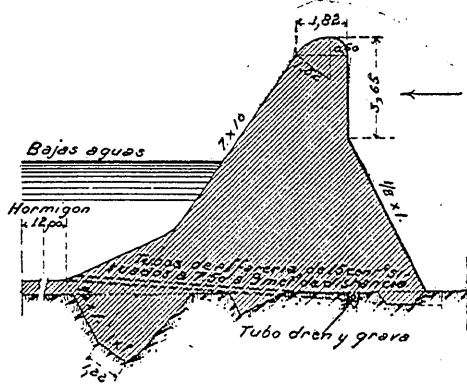
en el cauce principal. El río Snake presenta un rápido muy pronunciado donde se ha situado la presa, y esto ha permitido desviar las aguas durante la construcción por un boquete ó canal excavado en el fondo del cauce, cerrado con un muro de hormigón armado, construído al abrigo de una ataguía establecida del lado de aguas arriba, el cual lleva

quizá sufran alteraciones en la construcción, aun cuando es de creer que no afectarán sensiblemente á las disposiciones principales.

Algunas presas largas de hormigón se construyen en secciones de 15 á 18 metros de longitud, terminadas por planos formando juntas de expansión.

Cuando las presas no se cimentan sobre terrenos suficientemente impermeables, suelen establecerse muros cortaguas destinados á dificultar su paso por debajo del cimien-

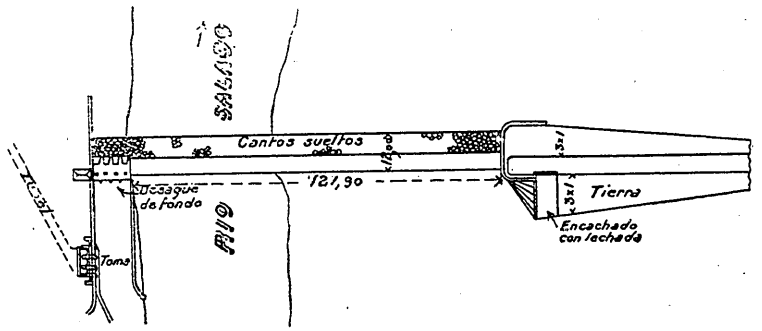
entre los pilotes contra el terreno natural; en ambos extremos se establece una triple fila de tablestacas destinadas á dificultar la formación de vías de agua. La plataforma de



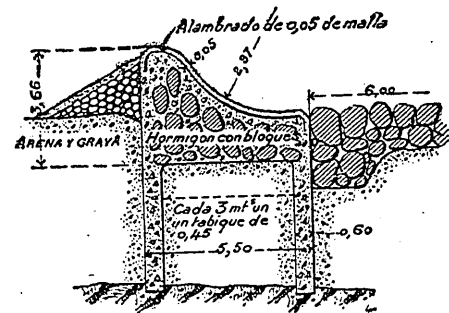
Secciones transversales de la presa vertedero en la derivación del canal del North Platte.

to. Véase á este efecto la sección de la presa de toma del canal para producción de fuerza en el pantano Roosevelt.

En la de derivación de Leasburg (Nuevo Méjico), construida sobre el Río Grande y destinada principalmente para alimentación de los canales existentes de Doña Ana y Las Cruces, se ha recurrido á una combinación de materiales que no suele ser usual. Para sostener la presa se han hincado en el lecho del río, constituido por arenas, gravas y cantos, pilotes formados por rollizos de pino, de 20 centímetros de diámetro como mínimo, sujetos en sus cabezas por una plataforma de hormigón con bloques embebidos de 0,60 de es

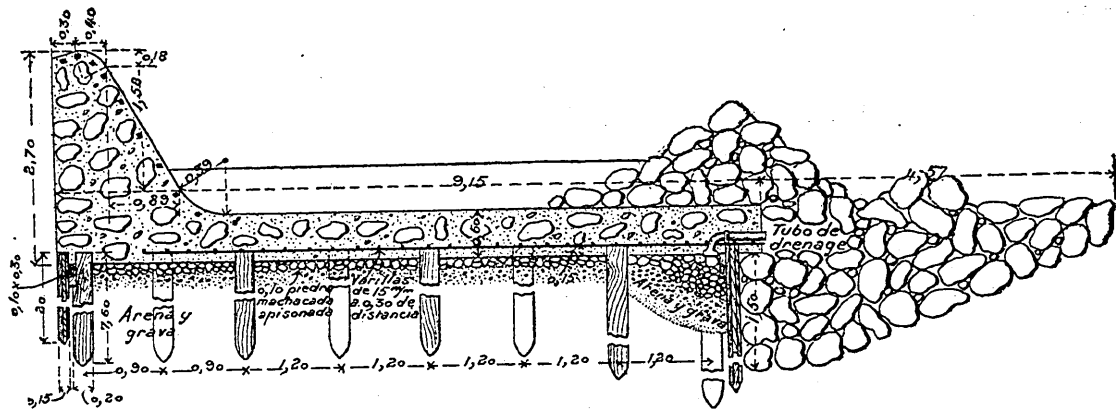


Planta de la presa de derivación del canal para producción de fuerza en la presa Roosevelt.



Sección transversal de la presa vertedero en la derivación del canal para producción de fuerza en la presa Roosevelt.

hormigón termina, por el lado de aguas arriba, en un macizo de la misma fábrica, también con refuerzo de cuadradi- llo de acero en su coronación y paramento de aguas abajo,



Sección transversal de la presa de derivación de Leasburg.

pesor, reforzada por una cuadrícula de cuadradi- llo de acero de 15 milímetros, formando mallas de 30 centímetros de lado, colocada á 15 sobre su plano de asiento, el cual á su vez des- cansa sobre una capa de piedra machacada, de unos 10 cen- tímetros de altura, extendida y fuertemente apisonada, por

estando protegida toda la estructura por un escollero en el pie, que sobresale bastante para que se forme colchón de agua que amortigüe los efectos de la caída. La hincada de los pilotes y tablestacas se ha hecho con mucha dificultad por la existencia de cantos grandes.

