

El carril *A* y el contrafuerte *B* se ensamblan por medio de pernos *d* (fig. 3) de suficiente resistencia para mantener dichas piezas fuertemente enlazadas. El número de pernos por pieza está determinado, teniendo en cuenta únicamente la separación máxima que se juzgue necesaria entre dos puntos de unión consecutivos.

En la unión de dos piezas *A* ó *B* se colocan dos placas *m* (figura 3), que enlazan dos pernos *d* y refuerzan el ensamblaje. Estas placas cuya longitud está determinada por la separación de los pernos, reemplazarán las cubrejuntas habituales.

Para los pernos de unión intermedios se emplean riostras *n* (figura 4), del mismo perfil que las placas *m*.

El aprieto de los pernos de ensamble se hace por los medios ordinarios.

Las piezas que componen el carril se dan en el comercio con los agujeros abiertos según se pida. Hecho el ensamblaje para una cierta longitud, se colocan los carriles en sus soportes, valiéndose del patrón de vía.

Antes de fijarlos definitivamente sobre las placas de asiento *e* (figura 3), soleras *f*, de madera blanda, corcho ó metal suficientemente compresible, de dimensiones determinadas, se introducen entre cada placa de asiento y el patín. Estas soleras tienen por objeto remediar las imperfecciones que pudieran existir en la nivelación de los planos inferiores de las piezas que forman el carril y dulcificar la sonoridad de la rodadura.—O.

## SERVICIO CENTRAL DE TRABAJOS HIDRAULICOS

### Proyecto de la presa de Belle Fourche en South Dakota (Estados Unidos).

La presa de Belle Fourche, actualmente en construcción por el Servicio de obras de riego de los Estados Unidos de Norte América (1), en la parte Oeste de South Dakota, será una de las mayores presas de tierra de Norte América. Está proyectada con una longitud de 1.981,20 metros en la coronación, siendo su máxima altura de 35,05 metros, y se necesitará para su construcción cerca de 1.220.000 metros cúbicos de materiales.

La superficie del embalse formado por la presa medirá un área de 3.200 hectáreas y el volumen aprovechable de agua almacenada será de 295 millones de metros cúbicos. Con tan enorme depósito y ante el temor de que ocurriera una espantable catástrofe, si la presa llegaba á romperse, es natural que se pusiera la más escrupulosa atención en todos los trabajos preliminares de exploración y examen del emplazamiento de la presa; en la determinación de la estructura y sus accesorios; y en la redacción de un pliego de condiciones rígido (2), especialmente en lo que se refiere á la seguridad de la construcción y prescindiendo de otras exigencias que pudieran aumentar indebidamente el coste de la obra.

*Naturaleza del subsuelo.*—La naturaleza del terreno en el emplazamiento de la presa fué estudiada detenidamente por medio de pozos y sondeos, encontrándose que consistían en una fuerte capa de arcilla descansando sobre otra de esquisto arcilloso. La transición de la arcilla á la pizarra es gradual, como pudo observarse en un pozo artesiano abierto precisamente debajo del emplazamiento de la presa, la pizarra no se convierte en roca dura hasta que se alcanza una profundidad de varios

cientos de pies. La capa pizarrosa sigue las inflexiones de la superficie á una profundidad que oscila entre 7 y 14 metros, como se indica en la figura 1.

Á parte de algunas bolsadas de grava, el lecho del embalse está constituido por una arcilla dura, compacta á impermeable, que pesa, cuando está bien seca, de 1.700 á 1.800 kilogramos por metro cúbico. Cerca de la roca dura, el terreno es todavía más á propósito para recibir las mayores presiones de agua que haya de soportar; el cauce del barranco en las proximidades de la presa, se está excavando en arcillas esquistosas, y como luego ha de ser recubierto con materiales impermeables, es de esperar que las filtraciones sean inapreciables.

*Materiales para la presa.*—El terreno en las inmediaciones del paraje en que ha de situarse la presa es similar al que se acaba de describir; en las laderas se presenta algo más deuso que en la parte baja de la misma. En las capas superficiales de los terrenos del Sur de la presa se han encontrado sales solubles de cal y magnesia, por cuyo motivo este material no es aceptable para el terraplén. Sin embargo, existe la suficiente cantidad de materiales con recorridos fáciles para el transporte adecuados, por todos conceptos, para la ejecución de un terraplén de grandes proporciones.

Se hicieron experimentos en pequeña escala, para fijar la cantidad de agua necesaria para la consolidación del terraplén, resultando aproximadamente un 7 por 100 de su peso; y que se requiere un apisonado enérgico, con pisón ó rodillo para aplastar algunos pedazos pequeños y duros del material excavado. Con el fin de asegurar bien la homogeneidad de la masa del terraplén, las condiciones exigen que se ejecute por tongadas horizontales de 15 centímetros de espesor, perfectamente comprimidas con cilindros de vapor, cuyo peso no debe bajar de 90 kilogramos por pulgada (0<sup>m</sup>,0254) lineal de llanta.

Para evitar los efectos de la erosión en los taludes, se revestirá el de aguas abajo con una capa de arcilla de 30 centímetros de espesor, que se tomará de préstamos del mismo emplazamiento y en la que se sembrarán varias clases de yerbas que puedan prosperar sin riego. El talud de aguas arriba se cubrirá con una capa de hormigón sobre un lecho de cascajo de 0<sup>m</sup>,608 de espesor, que después se describirá.

*Planta y sección de la presa.*—La planta de la presa, como se indica en el plano (fig. 2), no es recta, sino que consta de tres alineaciones rectas formando dos ángulos de 4° y 3° y enlazadas entre sí por medio de curvas tangentes. Esta forma se adapta mucho mejor á la topografía del terreno que una sola línea recta ó curva de radio constante, y se calcula que economizarán muchos miles de metros cúbicos sobre cualquiera de estas soluciones.

La sección del malecón ó terraplén que constituye la presa (figura 3), tiene las siguientes condiciones: anchura en la coronación 6<sup>m</sup>,10; paramento de aguas arriba: talud de 1 por 1 en 4<sup>m</sup>,57 de longitud que corresponde á la parte que queda por encima del nivel del agua; después sigue un talud de dos de base por uno de altura en 16<sup>m</sup>,76 hasta una berma de 2<sup>m</sup>,44 de anchura, en un punto situado á 3<sup>m</sup>,05 de profundidad con respecto al nivel de las más bajas aguas; desde allí sigue el resto con un talud de tres de base por uno de altura. El paramento de aguas abajo tiene un talud de 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> de base por uno de altura en los primeros 9 metros hasta una berma de 2<sup>m</sup>,44 de ancho; luego sigue con un talud de 2 por 1 en todo lo que resta; con otra berma de 2<sup>m</sup>,44 situada 9<sup>m</sup>,14 por debajo de la primera.

La inclinación que predomina es la de 2 de base por 1 de altura, que fué elegida por las razones siguientes: 1) Dado el gran peso é impermeabilidad de los materiales, satisface completamente las exigencias de la estabilidad é impermeabilidad. 2) Bajo las intensas lluvias que ocurren algunas veces en la localidad, aunque por breve espacio de tiempo, los taludes con una pendiente menor de 2 de base por 1 de altura están expuestos á erosiones de importancia. Difícil es encontrar laderas que engañen talud más rígido, en las cuales pueda prosperar el césped. 3)

(1) Este Servicio, creado por la ley de 17 de Junio de 1902, es conocido con el nombre de «U. S. Reclamation Service» y tiene por objeto el estudio y construcción de las obras de riego que permitan poner en cultivo intenso las regiones áridas y semi-áridas de los Estados Unidos.

(2) Téngase en cuenta que casi todas las obras hidráulicas se ejecutan en los Estados Unidos por contrata mediante licitación, aun cuando la adjudicación no ha de otorgarse precisamente al postor de proposición más reducida.

Cuando el terraplén está expuesto a la acción de las aguas embalsadas, se entumece ligeramente haciéndose muy resbaladizo. Con la protección que da el revestimiento de hormigón sobre el lecho de cascajo del talud de aguas arriba, puede asegurarse que no es de temer ningún reblandecimiento de la superficie de la arcilla. En todo caso, la construcción de un muro de sostenimiento y pilotaje al pie del talud de 2 por 1, sería suficiente para evitar el deslizamiento del revestimiento sobre su lecho.

El talud de aguas arribas, por encima del nivel del agua cuando el empalse está lleno, se hace más rígido para rechazar mejor el oleaje, y está provisto, además, de un rompeolas dentado formado por dos filas de bloques de hormigón, que contribuye a este mismo objeto (fig. 3, A). La parte superior del talud de aguas abajo, se hace con pendiente menor del 2 por 1, con el fin de economizar materiales; en esta parte no hay peligro de arrastres gracias a los drenes de las bermas que detienen las aguas, y si se producen erosiones por cualquier otra causa, pueden ser fácilmente reparadas con materiales acarreados por el camino construido sobre la coronación de la presa. Las bermas de talud de aguas abajo están provistas de drenes en combinación con cunetas para conducir las aguas de lluvia hasta el pie del talud.

La berma de aguas arriba, después que el embalse esté lleno quedará siempre a una profundidad que no bajará de 3<sup>m</sup>,05; de aquí que el talud de 3 de base por 1 de altura que hay debajo de la misma, no estando expuesto a la acción del oleaje, puede dejarse sin protección, excepto la provisional que necesita durante el tiempo que tarde en llenarse el embalse. Este talud se reforzará, no obstante, con el depósito de materiales sobrantes, no utilizados en el cuerpo de la presa.

*Revestimiento del talud de aguas arriba.*—La extensión de la superficie de las aguas embalsadas variará de 2 millas (3.218 metros) de longitud en las aguas más bajas a 8 millas (12.874 metros) cuando el pantano esté lleno; el eje mayor del mismo está en la dirección de los vientos dominantes. Esta circunstancia motiva la formación de un oleaje, cuya acción sumada durante el invierno con el empuje de una capa de hielo de varios pies de espesor, hace preciso que el revestimiento sea ejecutado en condiciones de resistir estos esfuerzos sin peligro de accidentes.

Cualquiera que sea la naturaleza del revestimiento adoptado, bien sea éste de piedra ó de hormigón, debe sentarse sobre cascajo mejor que sobre el suelo arcilloso del cuerpo del terraplén. La cantera más próxima de que puede extraerse piedra aprovechable para el revestimiento, está situada a unos 32 kilómetros, por ferrocarril, de Belle-Fourche, y a unos 51 kilómetros del emplazamiento de la presa. La piedra es una arenisca de mediana dureza y no reúne muy buenas cualidades para emplearse en el revestimiento, en un sitio tan expuesto. Próximamente a unos 10 kilómetros de la presa, se encontró un extenso depósito de cascajo limpio y duro, y arena; de aquí que se eligiera el hormigón como el material mejor y más económico para el revestimiento.

Una vez decidido el empleo del hormigón, se hicieron estudios y presupuestos para hojas de grandes dimensiones de hormigón armado, para bloques de hormigón más pequeño y de mayor espesor, ambos ejecutados sobre el mismo talud y también para bloques de hormigón, de unos 1.400 kilogramos de peso hechas con hormigoneras fijas y colocados después sobre el talud que adquirieran resistencia por medio de grúas móviles, según progresan las obras.

Este último método resulta algo más barato, y reúne algunas ventajas reconocidas. Las condiciones exigen que después de la segunda campaña, el adelanto de las obras sea tal, que el pantano pueda llenarse parcialmente, debiendo ir acumulándose el embalse a medida que se vaya elevando la presa. Para cumplir esta condición, el revestimiento debe seguir muy de cerca los progresos del terraplén, y, por lo tanto, debe ejecutarse de tiempo en tiempo, en lotes relativamente pequeños. Esto

significaría, en el caso de los bloques ejecutados en la obra misma, la frecuente desorganización de las cuadrillas dedicadas a la confección del hormigón, con la consiguiente disminución de su eficacia, y variación en la calidad de los productos. Cuando los bloques se confeccionan en un taller permanente, pueden ser ejecutados sin interrupción, bajo condiciones uniformes, por semanas ó meses, de una vez; además pueden ser transportados de noche desde el seca lero hasta el punto donde se hayan de colocar, haciendo uso de las vías que durante el día utilizan los trenes que acarrean las tierras.

Los bloques han de colocarse de manera que el ancho de las juntas no exceda de 13 milímetros en ningún punto, y han de sentarse sobre una capa de gravilla cribada de 30 milímetros de espesor; esta última, a su vez, va sobre una capa de cascajo natural, también de 30 centímetros de espesor, que protege el terraplén. Estas disposiciones se adoptaron con el fin de drenar perfectamente el lecho del revestimiento, para evitar el riesgo de que sea arrastrada la arena contenida en la capa inferior de cascajo, ó de que se ablande el terraplén mismo; al propio tiempo, no permite que el hielo se apriete entre los bloques, comprimiéndolos contra el terraplén. Siempre que sea preciso hacer reparaciones, los bloques defectuosos pueden secarse con facilidad y ser reemplazados por otros construidos en el sitio. Al pie del talud revestido se dispondrá un muro de sostenimiento de hormigón con el fin de repartir el empuje debido al peso del revestimiento; donde el muro esté construido sobre terraplén se reforzará con una hilera de pilotes que llegarán hasta el terreno natural (fig. 4). Por encima del nivel de las más altas aguas se reduce el espesor del hormigón de 20 a 15 centímetros y está proyectado con una doble fila de perpiños salientes (fig. 3 B), con el fin de romper las olas y reducir la altura a que éstas alcanzan sobre el talud. En la coronación del revestimiento se dispone un murete ó pretil con mechinales de 15 centímetros, con el fin de que el rocío que las olas arrojan sobre el camino vuelva de nuevo al embalse.

*Drenaje del talud de aguas abajo.*—Con intervalos de nueve metros medidos verticalmente se proyectan bermas de 2,44 metros de anchura en el talud de aguas abajo del terraplén, sobre los que se construyen cunetas de hormigón (fig. 5), capaces de recoger todo el agua que pueda recoger el talud con una lluvia equivalente a la de una pulgada (0<sup>m</sup>,0254) de altura en diez minutos.

*Desagües del embalse.*—El agua para el uso de los riegos se conduce por dos canales situados en las laderas opuestas del valle, cuyas capacidades respectivas son de 13,405 y 8,211 metros cúbicos por segundo. Estos canales están alimentados por medio de conductos de hormigón armado (fig. 6), construidos por debajo del terraplén de la presa en zanjas abiertas en el terreno natural; el caudal de agua se regula por medio de compuertas rectangulares (fig. 7), que se manejan desde unas cámaras con pozos construidos cerca del centro del terraplén.

El pantano no puede vaciarse por debajo de una altura sobre el nivel del mar de 892,73 metros, por más que rara vez bajará de la altura de 393,65 metros, ó sea 10 pies (3<sup>m</sup>,048) por encima del fondo de los canales, siendo entonces la cantidad de agua embalsada de 22.700.000 metros cúbicos aproximadamente; este embalse muerto se destina a ser ocupado por los sedimentos del pantano.

No se ha adoptado disposición alguna para desaguar esta parte inferior del pantano, porque sería prácticamente inútil, para el arrastre de los sedimentos, en vista de las grandes dimensiones de la sección vertical del agua, en la que se disiparían casi inmediatamente los efectos de la velocidad de la corriente de salida.

*Cámaras de compuertas.*—Casillas de hormigón con cubierta de tejas coronarán las cámaras de compuertas y protegerán los cojinetes de bolas, mecanismos de elevación, etc.

Como salvaguardia en caso de accidente, en las compuertas se han dispuesto unas ranuras en las paredes de aguas arribas

del pozo para constituir una mampara ó tabique (fig. 85). Este se formará con bastidores de 4 pies (1<sup>m</sup> 22) de altura, hechos con piezas de roble lastreadas con hierro, para hacerlas más pesadas que el agua. Estos bastidores se tendrán almacenados en la cámara de compuertas, prontos para ser colocados por medio de un torno de cadena de dos toneladas de fuerza, instalado en cada una de las cámaras de compuertas.

**Vertedero y canal.**—Se ha dispuesto un vertedero semi-circular (fig. 10) en la excavación, á algunos cientos de pies al Norte de la presa. Su umbral de 91,44 metros de longitud, está enrasado á 4,57 metros por debajo del nivel de la coronación de la presa, y con una carga de 0,61 metros da paso á un caudal de 85 metros cúbicos por segundo. El desnivel entre el umbral del vertedero y el canal de desagüe por debajo de la presa es próximamente de 30 metros.

La superficie de la cuenca del Owl Creek, aguas arriba de la presa, es de unos 435 kilómetros cuadrados, pudiendo dar un caudal máximo de 85 metros cúbicos por segundo. La cuenca es sumamente árida, y la mayor parte de año el cauce está en seco. Después de una fuerte tormenta el cauce da paso á un gran caudal de agua durante un corto periodo de tiempo, que se reduce á nada en pocos días, durando el caudal máximo tan sólo unas horas.

La alimentación del pantano se hará con aguas del río Belle Fourche, por medio de un canal (figuras 1 y 2) de 10,5 kilómetros de longitud, que conducirá un caudal de 4.630 litros por segundo. Cuando el pantano esté lleno pueden cortarse las aguas en cuanto se avise.

La capacidad del pantano es tan enorme en la parte superior del vaso que tendría que estar cerca de tres días recibiendo un caudal continuo de 85 metros cúbicos por segundo, para alcanzar la altura de 60 á 70 centímetros que se necesita para desaguar este caudal sobre el umbral del vertedero. Crecidas de tanta duración con este volumen de agua, no se producen nunca en el Owl Creek; pero puede ocurrir que durante algún tiempo, la capacidad total del canal de alimentación, 4.630 litros por segundo, se sume al caudal del Owl Creek. Pero aun bajo estas condiciones, nunca puede exceder del desagüe que permiten el vertedero y canal de desagüe.

**Pliegos de condiciones.**—Como complemento á los detalles de construcción ya indicados, se citan las siguientes importantes: la superficie total sobre que descansa el terraplén de la presa deberá ser arada, después de haberla talado y desbrazado de todas las plantas y raíces; y todas las balsadas de fango ó sedimentos se vaciarán, así como también las que haya en el cruce del río. En el centro se abrirá una trinchera que no tendrá menos de 1<sup>m</sup>,50 de profundidad, y con un ancho suficiente para que pueda hacerse el cilindrado del relleno con un cilindro de vapor. Sobre la fundación así preparada se ejecutará el terraplén en capas de 20 centímetros de espesor, de los que la última deberá tener una pendiente de un 3 por 100 en sentido transversal, de manera que las aguas viertan al interior del embalse, y que se regarán y cilindrarán para obtener la densidad máxima.

La ejecución del terraplén deberá interrumpirse cuando, bien sea el terraplén, ó los materiales que hayan de emplearse, estén helados, ó cuando el terraplén esté demasiado húmedo, para permitir una consolidación satisfactoria.

Antes de colocar la arcilla ó la capa de cascajo sobre el terraplén, se arreglará éste para que presente una superficie plana, después de haber separado los materiales que sean bastante compactos; esta operación se abonará por separado.

El plazo para la terminación de la presa será de cuatro años y el precio contratado es de 879.000 dollars (4 395.000 pesetas oro).

impulsadas por motores Daimler, de 85 caballos de potencia cada uno, y la carga de hidrógeno del globo era suficiente para permanecer ciento veinte horas en el espacio. El tiempo fué favorable en ambos días; la velocidad del viento á la altura de 800 metros fué de 2,5 metros por segundo, aproximadamente, y á la altura de 2.000 metros, de 4 á 5 metros por segundo. La ascensión se realizó sin dificultad alguna, con nueve personas en las dos barquillas, y después de cruzado el lago el globo regresó al punto de partida, recogiéndose sin novedad en su tinglado.—H.

## CONSTRUCCIÓN DE 2.000 METROS DE MUELLE DE RIBERA

EN EL PUERTO DE AMBERES

Para los cálculos de estabilidad se establecieron en estos muelles los datos siguientes:

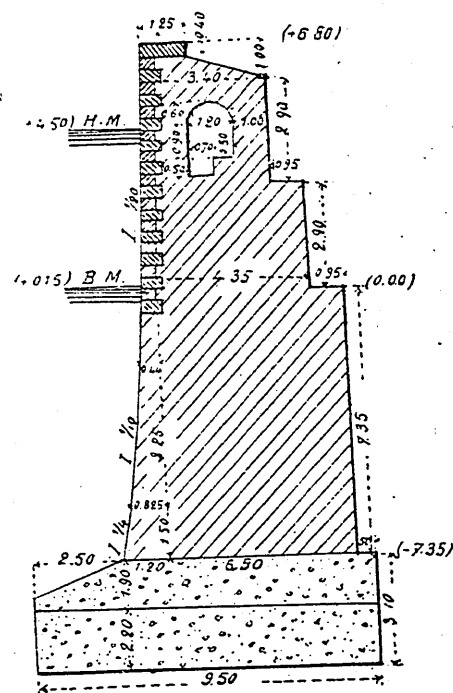
Peso específico del relleno posterior al muro, ejecutado con productos del dragado: 1.800 kilogramos; fábrica de ladrillo, 1.800 kilogramos; mampostería ó sillería, 2.300 kilogramos; hormigon de grava y cemento, 2.400 kilogramos; hormigón con piedra partida y ladrillo, 2.100 kilogramos; arcilla empapada de agua, 2.200 kilogramos; sobrecarga por metro cuadrado de muro ó de terraplén, 6.000 kilogramos.

La sobrecarga se debía considerar como extendida sobre toda la base del prisma de máximo empuje, y sobre todo el ancho del terraplén. Coeficiente de rozamiento admitido de fábrica sobre fábrica, 0,70; de fábrica sobre arcilla, 0,30.

Talud natural de las tierras del relleno, 35°; de la arcilla, 60°. Coeficiente máximo á admitir para la compresión de la fábrica, 10 kilogramos por centímetro cuadrado; de la arcilla (3 kilogramos + 0,22 h.), siendo *h* la profundidad del punto considerado bajo el lecho del río. El coeficiente de estabilidad mínimo, 1,8.

La obra se adjudicó al proyecto núm 26, muro lleno cimentado por aire comprimido, presentado por MM. Herseut; importe del presupuesto, 10.400.000 francos.

El perfil adoptado se representa en la figura siguiente:



El 9 y el 10 del pasado mes, el Conde Jeppelin cruzó de nuevo el lago de Constanza con su tercer globo de aluminio. El aerostato tenía una longitud de 123 metros, llevaba dos hélices

El muro se compone de trozos de 30 m. de longitud, fundados con cajones de aire comprimido; sobre cada cajón se sujetó con pernos una ataguía, al abrigo de la cual se ejecutó la fábrica

PROYECTO DE LA PRESA DE BELLE FOURCHE  
en South Dakota (ESTADOS UNIDOS)

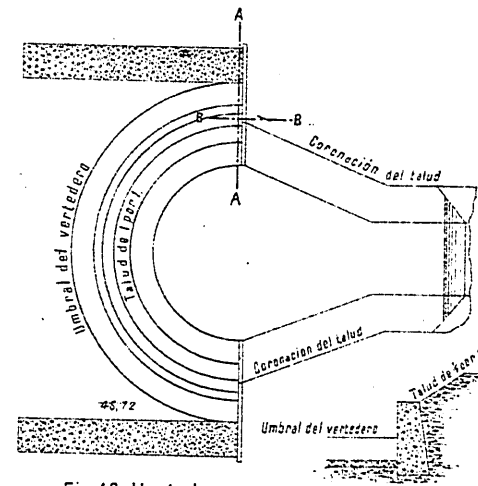


Fig. 10. Vertedero

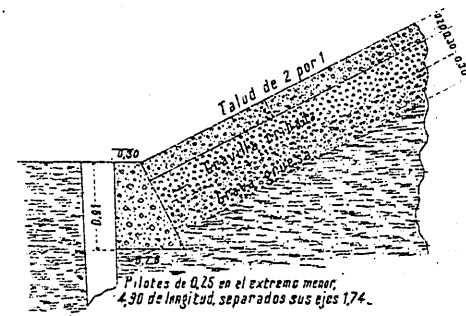


Fig. 4. Detalle del pie del talud

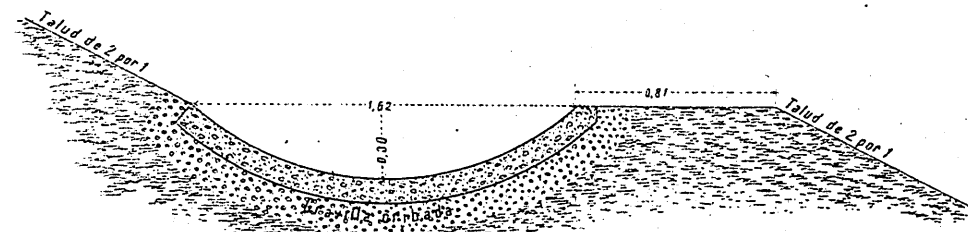


Fig. 5. Perfil de una berma de 2°44 con cuneta

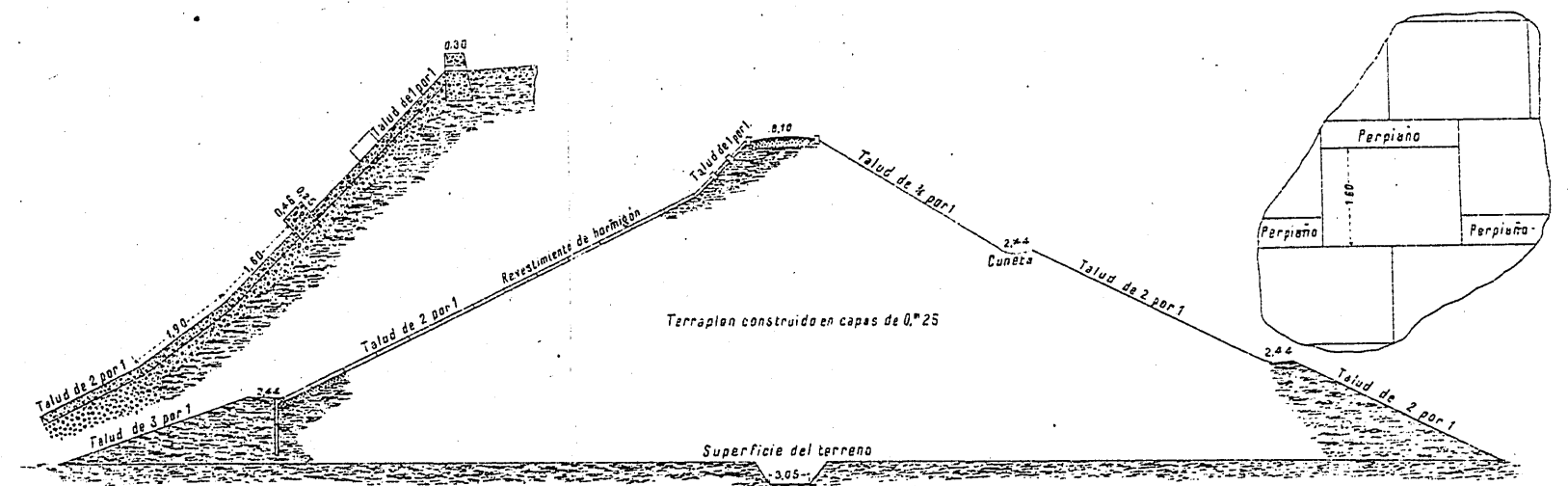


Fig. 3. Detalles del revestimiento, sección de la presa y planta del revestimiento

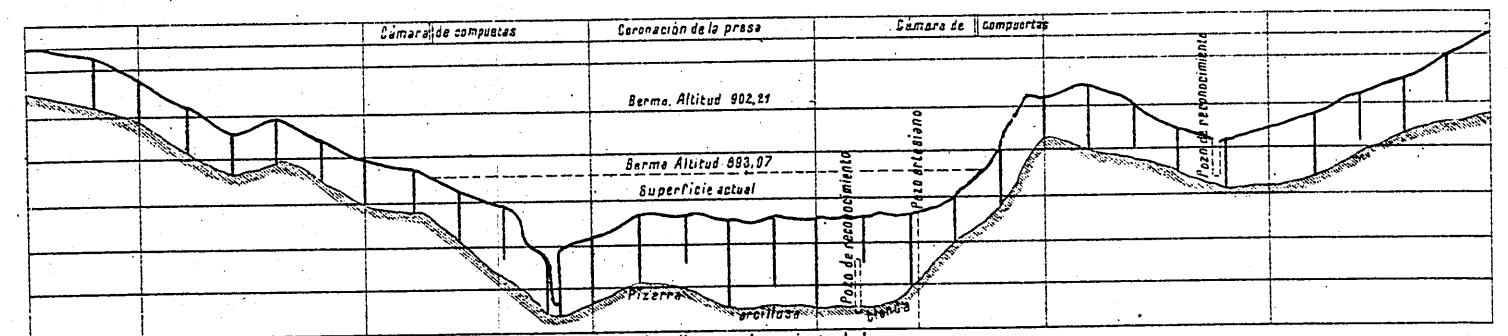


Fig. 1. Perfil del valle y emplazamiento de la presa

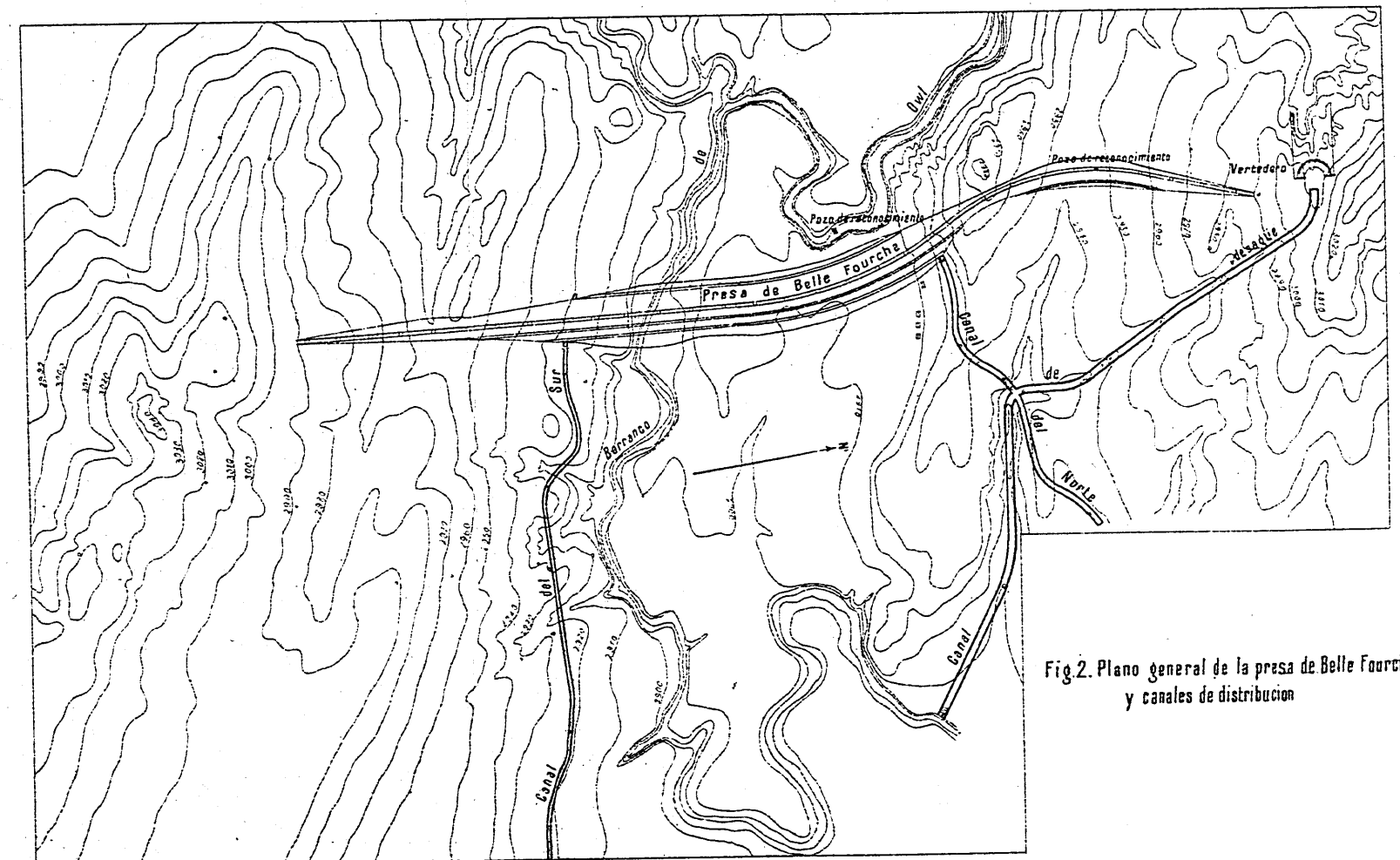


Fig. 2. Plano general de la presa de Belle Fourche y canales de distribución

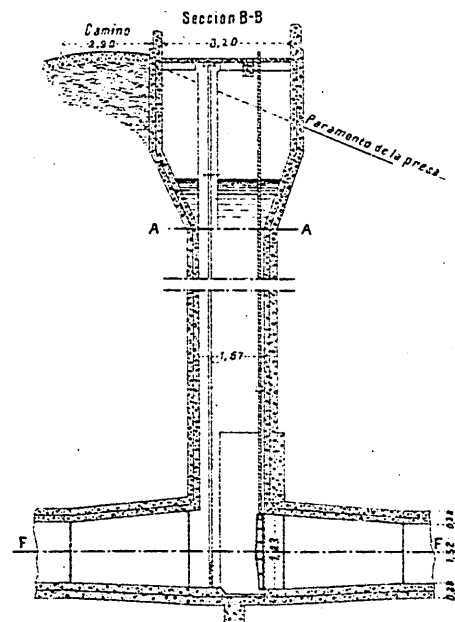


Fig. 8. Sección de la cámara de compuertas

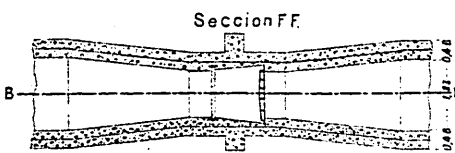


Fig. 9. Aparato para levantar las viguetas

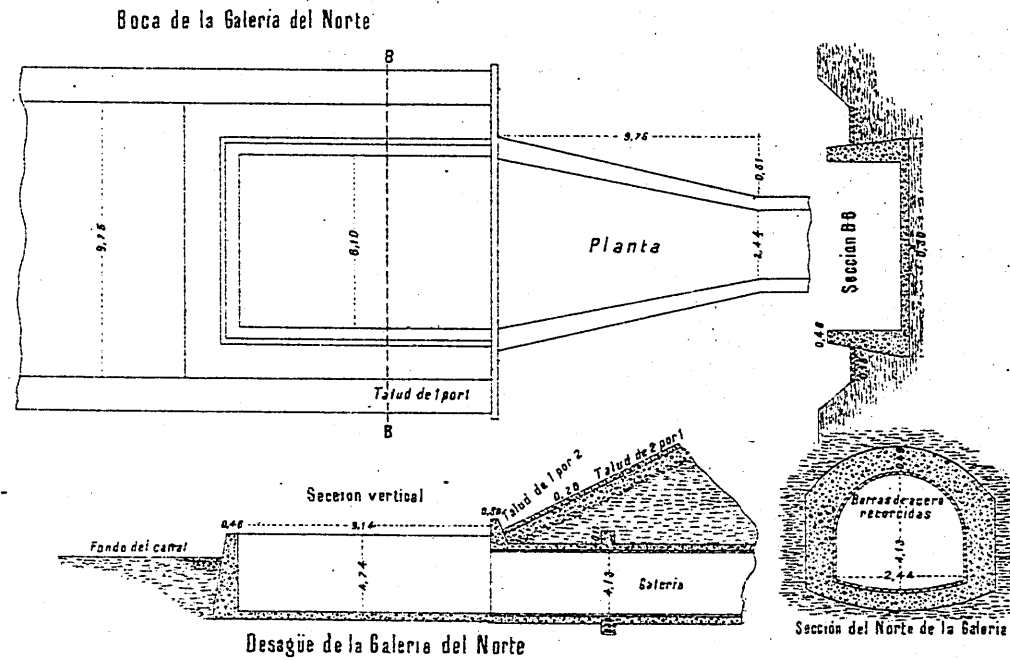


Fig. 6. Detalles de los desagües del Norte y del Sur

