

neo, así como también la línea Milán-Lecco termina en la estación de Milán, la más importante de Italia.

Respecto á las líneas que rolean á Génova, ya hemos hablado de ellas; todas son ramificaciones de la línea de los Giovi.

Para estas líneas en construcción acaba de hacer la Administración de los ferrocarriles del Estado el mayor encargo de locomotoras eléctricas que se ha hecho hasta el día en el mundo entero y á una sola casa; en efecto, ha encargado 45 locomotoras de modelo igual al que se emplea en la línea de los Giovi, de 2.000 caballos cada una, y 8 locomotoras de gran velocidad (hasta 96 kilómetros por hora) de 2.600 caballos cada una, debiendo estar todas entregadas dentro del año 1913.

Recibido este encargo, el Estado italiano dispondrá de 102 locomotoras trifásicas, sin contar las automotrices de corriente trifásica y continua y las locomotoras de corriente continua.

Cuando las líneas en construcción estén terminadas, Italia poseerá una red trifásica de 350 kilómetros, de 470 contando la doble vía y de cerca de 600 añadiendo las líneas interiores de las estaciones.

c).—LÍNEAS PROYECTADAS.

Por último, las líneas eléctricas que hasta ahora sólo se ha decidido su construcción, sin que hayan empezado todavía las obras, son las de Torino-Pinerolo-Torre-Pellice. La de Génova-Ventimiglia y la de Génova-Spocia.

Es conveniente hacer constar, respecto á la primera, que tiene una longitud de 55 kilómetros y una sola vía en proyecto, que primitivamente se intentó electrificarla con corriente monofásica, debido al poco tráfico, pero más adelante, vistos los resultados obtenidos en la instalación monofásica de Loetschberg, en Suiza, que el Gobierno italiano consideró como poco satisfactorios, se decidió adoptar la electrificación trifásica.

En las líneas de Génova-Ventimiglia (150 kilómetros) y de Génova-Spocia (80 kilómetros) se emprenderán muy pronto las obras.

Actualmente tiene en proyecto el Gobierno contar en 1915 con 2.000 kilómetros de líneas eléctricas.

Se ve hasta dónde ha llegado el esfuerzo efectuado; por hoy es suficiente haber señalado las principales etapas.

H.

EL PANTANO DE MEDIANO ⁽¹⁾

(CONCLUSIÓN)

Cálculo de la altura del remanso para distintos caudales del río. Sin tener en cuenta el caudal que puede suministrar la toma de aguas superior, los dos desagües de fondo son capaces de dar paso al volumen por segundo que da la siguiente fórmula, en que H representa la altura del embalse medida en la escala que ha de tener su cero á 456 metros sobre el nivel del mar, ó sea, á la altura de la solera de la toma inferior, en su entrada:

$$Q = 76,03 \sqrt{H - 0,30} + 60,59 \sqrt{H - 3,52}$$

Los sumandos representan, respectivamente, los gastos del túnel inferior y del túnel intermedio.

Según esta fórmula, para una altura del remanso de 6,54

metros, que afectaría á 1.530 metros de longitud de cauce, el gasto de los dos túneles sería ya de 295 metros cúbicos, que puede considerarse el caudal de las avenidas ordinarias.

Para la altura máxima, de 44 metros, el gasto se elevaría á 888 metros cúbicos.

Se ve, con esto, que los desagües de fondo podrán dar paso, por sí solos, á las avenidas ordinarias, sin producir apenas remanso, lo cual facilitará notablemente la limpia del vaso y la construcción de la presa.

Descripción de los cierres.—El túnel intermedio, utilizado á la vez, según se ha dicho, como desagüe de fondo y toma de aguas, es muy conveniente que disponga de cierres que puedan maniobrase con todas las alturas del embalse, pues esto permitirá proceder al desagüe en todo momento, lo que es muy importante para la limpia del vaso. Además, si lo requiriera una avería cualquiera en las llaves de toma, que impidiera su funcionamiento, ó fuese preciso dar salida á las aguas turbias en tiempo de avenida, se dispondría de esta suerte del túnel intermedio capaz de dar paso, á plena carga, á 385,5 metros cúbicos por segundo.

Para llenar debidamente estas condiciones, se ha adoptado el modelo de cierre proyectado para el pantano de La Peña, con singular acierto por el Ingeniero Jefe Sr. Bello, con carga de agua máxima de 37,3 metros, el actual ha merecido la aprobación del Ministerio de Fomento, y se halla al presente en vías de ejecución. Consiste esencialmente dicho cierre en una adaptación concienzuda, con modificaciones tan acertadas como convenientes, del realizado en el pantano de Roosevelt en los Estados Unidos, donde hace tres años funciona con toda regularidad en la toma de aguas, que á la vez sirve de desagüe de fondo, único de que el embalse dispone.

Con estos antecedentes no será necesario, de seguro, presentar las justificaciones y cálculos de las distintas partes de los cierres, pues lo ha hecho debidamente el Sr. Bello en un trabajo que ha sido publicado en este año, y en cuanto á la descripción, puede verse detallada en el art. 102 del pliego de condiciones de este proyecto, porque debe advertirse que de esta obra se presentan los dibujos y las condiciones, pero se reserva al constructor la indispensable libertad para que pueda en la ejecución proponer aquellas variantes y mejoras que una consideración más detenida de las distintas partes pudiera aconsejar.

A más de las escasas alteraciones que los cierres requieren para adaptarlos á nuestro caso, nos hemos permitido variar en dos puntos lo propuesto por el Sr. Bello. Se refiere el primero al enlace de la sección corriente del túnel, aguas abajo de compuertas, con la sección de éstas: nosotros proponemos que se haga de una manera suave, sin ensanche brusco donde pueda alojarse el aire, pues aun cuando éste se ponga en comunicación con la atmósfera, como debe hacerse en todos casos, no es menos cierto que dará origen á una perturbación en los filetes de la vena líquida que, á igualdad de sección, disminuirá el gasto y tenderá á producir desperfectos. Tal como establecemos nosotros los cierres, representan una sección de área mínima, análoga á la que existe en un contador Venturi.

La otra variación se refiere á la duplicidad de las compuertas que se proponen en La Peña y que se han adoptado también en el pantano de Roosevelt. Opinamos que, cuando los embalses alcanzan la enorme altura del último y las compuertas han de ser maniobradas con cargas casi dobles á las del de Mediano, toda precaución parecerá pequeña, máxime cuando el desagüe es único, y una avería que impidiera abrirlo podría constituir un conflicto gravísimo, de consecuencias deplorables para la obra, y, sobre todo, para los enormes intereses que representan los riesgos de

(1). Véase el número anterior.

ella dependientes; pero en Mediano se dispondrá de una toma especial, la principal del pantano, puesto que se utilizará para el servicio de los 17,90 metros más altos, con una seguridad en su funcionamiento casi absoluta; y se dispondrá también de otro desagüe inferior, que en una contingencia desfavorable podría ser abierto para bajar el nivel del embalse y reducir la carga ó dejar en seco el túnel intermedio, facilitando su maniobra y reparación.

Además, las compuertas y mecanismos proyectados son tan perfectos, la previsión se ha llevado á tales límites, que no se comprende que en ellos sean corrientes, ni siquiera fáciles, las averías, y mucho menos que la apertura de las compuertas pueda ofrecer en ningún caso dificultad; ocurrirá, á lo sumo, que haya filtraciones al través de aquéllas, pero seguramente no podrá ser de mucha importancia y, en todo caso, mientras no excedan de 10 metros cúbicos por segundo, más el gasto exigido por el canal del Cinca, que no bajará ordinariamente de 21,50, esto no ofrecerá grave dificultad desde el punto de vista de las pérdidas de agua.

Estas consideraciones nos han movido á suprimir las compuertas de aguas arriba; pero ante el temor de que la experiencia no confirmase nuestras previsiones, justificado en este caso, al ver que nuestras opiniones no son compartidas por Ingenieros de autoridad por nosotros reconocida, no hemos dudado en adoptar el partido de disponer la obra del desagüe y todo lo que al cierre se refiere, para que puedan colocarse en lo futuro compuertas dobles, pero limitando por de pronto lo que se haga, al establecimiento de compuertas sencillas. Esta solución no puede ofrecer inconvenientes, y no será el primer caso en que ha sido aconsejada y adoptada.

El túnel inferior tendrá un cierre parecido al intermedio; pero como este desagüe se destina principalmente á facilitar el paso de un gran volumen de agua cuando el pantano esté vacío, con objeto de permitir la limpia del vaso, evitando de paso el peligro de aterramientos que pudieran llegar á obstruir ó dificultar la entrada de las aguas en el túnel intermedio, resultará que no habrá necesidad de manejar las compuertas correspondientes con cargas de aguas grandes que, de ordinario, no pasarán de 5 ó 6 metros, y sólo en casos muy extremos ó de avería llegarán á 10 ó 12. Esta diferencia de condiciones justifica la adopción de cierres más sencillos, como son las compuertas que representan y detallan los planos, y cuya disposición es enteramente análoga á las instaladas en la toma del canal de Aragón y Cataluña, construídas por la Sociedad Maquinista Terrestre y Marítima de Barcelona, á cuyos Ingenieros se debe su ingenioso proyecto que ha dado en la práctica excelente resultado.

El principio adoptado es muy sencillo: la compuerta está invariablemente unida á ejes anteriores cuyos extremos llevan ruedas de diámetro grande, las cuales se apoyan y ruedan sobre dos carriles verticales, uno por cada lado del marco fijo del vano, de tal suerte que, mientras la compuerta no cierra por completo la superficie de contacto de la parte móvil, queda separada 7 milímetros de la fija. La de los carriles, ó sea la de rodadura, está situada, en toda su longitud, en un mismo plano vertical, paralelo al de vanos, salvo un trayecto que corresponde á la posición de las ruedas cuando la compuerta se halla cerrada, en que la superficie de rodadura se halla bastante retrasada con relación á la restante de los carriles para que la compuerta pueda descansar sobre el marco, quedando en contacto directo los broncees de la parte fija y de la parte móvil. Las superficies de rodadura á que se acaba de hacer referencia, situadas en dos distintos planos, están unidas por otras inclinadas, de tal suerte, que las ruedas puedan pasar de unos á otros sin dificultad.

Se comprenderá, después de estas explicaciones, cómo se obtiene la impermeabilidad y cómo funcionan este género de compuertas: cuando están cerradas, las ruedas no trabajan y la compuerta, oprimida contra los broncees del marco fijo, cierra herméticamente. Si se quiere abrir, hay que empezar por vencer la resistencia al deslizamiento que ofrecen los broncees en contacto; análogamente á lo que sucede en el caso de las compuertas ordinarias; pero iniciado el movimiento, en seguida se ponen en juego las ruedas y la resistencia disminuye mucho por ser la de rodadura la que hay que contrarrestar. De suerte, que el esfuerzo necesario para mover las compuertas será relativamente grande al principio para disminuir notablemente muy pronto; esto justifica la adopción de los dos movimientos, con transmisiones adecuadas en el aparato de maniobra, que tienen por objeto abreviar la duración de ésta ó reducir el esfuerzo inicial.

No es al abrirlas cuando se suelen presentar dificultades en el manejo de las compuertas; el esfuerzo requerido podrá ser mayor ó menor, pero la compuerta cederá seguramente sin que se produzcan accidentes. Estos son más temibles al cerrar; pero con el sistema de compuertas que se describe, dirigidas por las guías y la presión del agua, facilitando el movimiento cuatro pares de ruedas de gran diámetro, el esfuerzo de compresión en las varillas resulta relativamente pequeño; sólo aumentará considerablemente al final de la excursión, cuando al movimiento de rodadura empieza á sustituir el de rozamiento; mas entonces el cierre habrá quedado ya terminado prácticamente, y las torceduras en las varillas no podrán ser grandes ni peligrosas.

Las disposiciones adoptadas en las demás partes del cierre del túnel inferior son análogas á las del intermedio, con las diferencias que aconsejan las menores cargas bajo las cuales habrán de manejarse las compuertas. En el art. 103 del pliego de condiciones se describe y prescribe cuanto á este asunto concierne.

Descripción de la toma especial de aguas.—A más del túnel intermedio, se establece otro alto, que tiene la solera horizontal á la cota de 476 metros, por el cual se podrá verificar la toma de aguas con la dotación completa de 21,50 metros cúbicos por segundo asignada al canal, mientras el nivel de las del embalse no descienda por debajo de la cota 478,354 metros, pudiendo, por tanto, utilizarse exclusivamente esta toma para un volumen de 82 millones de metros cúbicos. Por debajo de la cota citada, las aguas habrán de salir del embalse por el túnel superior auxiliado por el intermedio ó por éste tan sólo.

El túnel alto, de 63,50 metros de longitud, es de amplia sección, y termina en una cámara abierta en la roca, de cuyo frente exterior, cerrado por un muro, arrancarán seis cañerías empotradas en él, de un metro de diámetro, cerradas por llaves de paso, del tipo ordinario empleado en las distribuciones urbanas, continuadas luego con un codo recto y un tubo vertical que vierte el agua á un pozo, lleno de ella hasta cierta altura, para que sirva de colchón que amortigüe su velocidad; el agua, por un conducto inclinado, pasa del pozo á la balsa que precede á la toma de aguas del canal del Cinca, en la que también desemboca el desagüe del túnel intermedio.

Esta disposición presenta, en su conjunto, una sencillez, seguridad, eficacia y aun baratura, que difícilmente pueden ser excedidas por ninguna otra que pudiera sustituirla. Las llaves quedan sometidas, cuando más, á una carga en su centro de 23,50 metros, que debe considerarse moderada, sin estar expuestas á golpe de ariete; como sólo circularán por ellas las aguas claras, y una rejilla colocada á la entrada del túnel impedirá la de los cuerpos flotantes, ó que vayan entre dos aguas, los desgastes y averías serán muy improbables, los cierres resultarán perfectos, el manejo será cómodo y, en caso necesario, suficientemente rá-

pido, pues podrán abrirse ó cerrarse á la vez las seis compuertas; si fuese preciso reparar una ó más llaves, y no pudiera hacerse mientras el pantano estuviere vacío, cabe sustituirlas por otras de repuesto al efecto preparadas, ó, simplemente, cerrar con un plaitillo las cañerías correspondientes, á lo cual la disposición y situación de las llaves se presentarán muy bien.

No se ha especificado el modelo de llaves requerido, pues siendo numerosos los acreditados, se podrá escoger al tiempo de adquirirlas.

Modo de utilizar las tomas.—En general, conviene manejar los cierres con la menor carga de agua, sobre todo si se trata de la de alimentación ó no se quiere, al abrir los desagües inferiores, dar paso á las turbias que durante las avenidas penetran y avanzan, por el fondo del embalse, en forma de cuña. Con arreglo á este principio, estando aquél lleno hasta el nivel del umbral del vertedero, por ejemplo, las aguas deberán darse por la toma superior, bastando abrir tres llaves por completo, ó todas ó parte de ellas parcialmente. De esta manera puede continuar el suministro del agua hasta que el embalse llegue á la cota de 478,351 metros, por debajo de la cual habrá que recurrir al túnel intermedio con objeto de complementar el caudal del alto, ó bien podrá recurrirse á aquél exclusivamente.

El túnel intermedio podrá proporcionar la dotación completa del canal, más la requerida por los aprovechamientos inferiores, mientras el embalse no descienda de la cota de 459,790 metros ó sea de la altura de 3,790 metros de la escala, en que quedarán en el embalse 594.822 metros cúbicos. Todavía cabe, en esta situación, suministrar los 10 metros cúbicos requeridos por los aprovechamientos del Cinca, por el túnel inferior, con lo cual el intermedio podría derivar la dotación completa del canal mientras el embalse no descienda por debajo de la cota de 459,646 metros, ó sea 3,646 metros de la escala.

Obras accesorias.—Completarán las obras del pantano y presa distintas obras é instalaciones, necesarias para su establecimiento y explotación.

Figuran en primer término las de restablecimiento de la carretera de Jaca al Grado, que el pantano inundará en una parte, lo que obligará á desviarla en una longitud total de 2,805 kilómetros, compuesta de dos secciones, la primera de 2,475 y la segunda de 330 metros. Como en ésta, la parte en que la rasante queda más baja, con respecto al nivel máximo de las aguas, no excede de 5 metros de profundidad, se ha creído que recreciendo con terraplén la carretera actual hasta situar la rasante 1,50 metros por encima de aquel nivel, ó sea á la cota de 501,50 metros, se obtendría la solución más ventajosa. En cuanto á la sección restante, por la gran altura que el recrecimiento exigiría, no se ha estimado aplicable, y la carretera deberá ser desviada á más altura, cosa posible de efectuar por la ladera, con no gran aumento en el recorrido. Para atender á estas rectificaciones se ha incluido en el presupuesto una partida alzada, á reserva de proyectarlas detalladamente al tiempo de la construcción.

La explotación del pantano exige que quede la presa en comunicación expedita con la carretera de Jaca al Grado para poder visitarle y, sobre todo, para que haya un camino por donde conducir los materiales que pudieran exigir la reparación y conservación de la presa y de sus distintas instalaciones. A este efecto deberá partir de aquella vía un ramal de carretera de dos kilómetros de longitud, de sección análoga á las de tercer orden. La partida alzada que figura en el presupuesto se ha fijado teniendo en cuenta las condiciones del trazado, que también habrá de detallarse, al ser ejecutadas las obras, por medio del oportuno proyecto.

El paso de las almadías ha sido estudiado por nosotros bajo

todos sus aspectos: como resultado de este estudio consideramos ineludible facilitar aquél, estableciendo en la presa la instalación necesaria para elevar íntegros cada uno de los tramos de que las almadías se componen, pasándolos por encima de la coronación de la presa y volviéndolos á descender al cauce del río por la parte posterior.

La descomposición y recomposición en tramos de las almadías es cosa fácil y no podrá presentar dificultad, una vez que aquéllas se aproximen al paramento de aguas arriba de la presa, donde en todo tiempo existirá el remanso suficiente para conducir las y dejarlas al alcance del aparato elevatorio una vez montada la almadía sobre un bastidor ó parrilla que haya de recibirla y con el cual se levantará. Este mismo bastidor, después de elevado á la parte superior, podrá depositarse sobre un carretón que, con el tramo encima, lo descienda al río por el lado de aguas abajo de la presa, mediante un plano inclinado, establecido al efecto.

Las disposiciones detalladas de la instalación entera podrán estudiarse al tiempo de la construcción de la obra; basta al presente indicirlas en su conjunto y fijar en el presupuesto, por medio de una partida alzada, un crédito prudencial para atender al gasto que todo ello pueda requerir. Entonces será ocasión de ver el motor que convenga elegir, pues acaso sea posible emplear con ventaja alguno de los que se utilicen en la construcción de la presa.

Materiales y fábricas elegidos.—De la fábrica más importante, ó sea la que debe entrar en el cuerpo de la presa, ya se ha dicho lo bastante para que no quede duda respecto de la conveniencia de elegir la caliza de la formación eocena lacustre que se encuentra en las proximidades del embalse. La que mejores condiciones reúne y más cercana de la presa se encuentra, es la que corona los cerros que se levantan á la izquierda de la carretera de Jaca al Grado, frente á los kilómetros 43 y 44. En total, la distancia desde la cantera á la presa, incluido el plano inclinado requerido para salvar el desnivel desde la altura en que se hallarán las calizas hasta la vega del río, será de 16 kilómetros, suponiendo que se siga con el trazado la orilla misma del río hasta el kilómetro 39 de la carretera, y paralelamente á ésta en la parte restante.

La cuestión de los morteros que deban emplearse ha merecido por parte nuestra la más seria consideración. En cuanto á las arenas, preciso será recurrir en gran proporción á las artificiales, pues en el río son escasísimas, y las que arrastra tienen el defecto de ser demasiado finas; no por eso deben desecharse, pues resultando las artificiales, según se verá en el lugar correspondiente, á un precio muy elevado, podrán mezclarse con las naturales, triturando aquéllas groseramente, para que, unidas á las últimas, resulte en la masa proporción reducida de huecos. Dado el volumen considerable de arenas que la presa ha de requerir, y el plazo de ejecución calculado, no se ha podido contar con que se empleen más de una quinta parte de las naturales; el resto se fabricará con los desperdicios de la cantera, pues además de que serán muy abundantes, de poca ó ninguna aplicación, y de transporte relativamente económico, por disponerse del ferrocarril que el empleo de la piedra requerirá instalar, existe la circunstancia de que no es adecuada la caliza numulítica que hay en el Entremón para producir arena artificial, y los cantos del río, por la desigual dureza que ofrecen y por la operación de separar los más duros que exigirían, habrían de resultar de una aplicación desventajosa que, mientras se pueda, conviene eludir.

No cabe duda de que la altura considerable que la presa ha de tener, los intereses á que afectará el embalse y, sobre todo esto, la necesidad de emplear cuantos medios se hallen al alcan-

ce del Ingeniero para dar á esta construcción, á cuya subsistencia y absoluta estabilidad está confiada la vida de muchas personas, exigen, no sólo las garantías de seguridad necesarias, sino también cuantas otras sean posibles, dentro de límites de coste razonables.

Esta consideración nos conduce al empleo de morteros de gran resistencia, y que no sean susceptibles de descomposición. Podría pensarse en los formados con la cal hidráulica, del tipo análogo á la de Teil, usada en Francia en la presa de Chartrain y en otras menos altas; pero aparte de que las que se fabrican en España, por ser aun poco probadas, no ofrecen tantas garantías como aquella, ni las fábricas se hallan dispuestas para un suministro importante, y que el empleo de las cales francesas ya no resulta tan ventajoso, se verá que, en resumen, la diferencia de coste que supone la adopción de la cal hidráulica, en lugar del cemento portland, representa una fracción reducidísima del presupuesto del pantano, compensada con creces por las mayores seguridades que ha de dar el último material citado, que hoy debe considerarse de empleo inexcusable en toda construcción delicada.

En cuanto á las condiciones que debe llenar el mortero de cemento portland, no compartimos nosotros la opinión sustentada por no pocos Ingenieros al exigir siempre un producto, no sólo de fabricación irreprochable, sino que alcance la mayor perfección con que hoy pueden suministrarlo las fábricas mejor montadas. No cabe duda que ha de dar excelentes resultados en todos los casos un cemento do-sificado en sus elementos con una precisión propia de un laboratorio químico, molido, después de bien cocido, hasta reducir toda la masa al grado de polvo impalpable, teniendo propiedades mecánicas rigurosamente constantes, con proporciones reducidísimas de los elementos extraños cuya trascendencia llegue á creerse ó sospecharse que pueda ser perjudicial y dando, en fin, resistencias elevadísimas; pero los resultados que con semejante material se obtengan serán innecesarios en muchos casos, y bastarán en otros los que puedan alcanzarse con otros productos menos selectos. No será difícil que con los últimos, empleados en mayor proporción, puedan obtenerse los mismos y más beneficiosos fines con un coste más reducido, y esto es frecuente cuando se trata de obtener en los morteros cualidad tan importante como es la impermeabilidad.

Parece, pues, que en cementos, como en muchas cosas, no deben pedirse las cualidades más perfectas que la industria es susceptible de producir, más que en aquellas ocasiones especialísimas en que esto es indispensable, por no existir medios más eficaces de fiar á otros elementos la seguridad ó la consecución de un fin determinado. En las demás, el grado de perfección del producto ha de acondicionarse á lo que demande la economía y á lo que, como límite, requiera la necesidad. Creemos nosotros sinceramente que en los últimos tiempos se han exagerado las condiciones exigidas en todos los casos para los cementos portland, y que una prudente consideración de estos asuntos ha de conducir, necesariamente, á que se limiten los de calidad ópima á las obras y casos en que realmente sea necesario ó económico, admitiendo en los demás aquellos productos, de seguro empleo en todo caso, pero que no lleguen al grado máximo de perfección.

Este es el criterio que para toda la obra ha sido adoptado por nosotros; él nos permitirá alcanzar en muchas construcciones una economía prudente que en modo alguno puede comprometerlas, y nos permitirá también emplear el cemento portland en casos en que, de otro modo, hubiéramos tenido que recurrir á productos inferiores. Y tratándose de unas obras tan considerables como son las de los riegos del Alto Aragón, la admisión de

cementos de segunda calidad evitará el peligro de que aumente su precio indebidamente y se produzcan dificultades por insuficiencia de producción, estimulándose ésta al ampliar el número de fábricas cuyos productos sean admisibles.

Con arreglo á este criterio, dividimos los cementos portland en dos grupos, designándolos, por hacerlo de algún modo, con los nombres de cemento portland artificial uno, y de cemento portland ordinario el otro. En el primero se comprenden los cementos artificiales exclusivamente, de la mejor calidad que produce la industria nacional hoy en esta materia, salvo si acaso la regularidad del producto, tan perfecta como la industria extranjera. Entre los segundos, incluimos todos los cementos portland, aun cuando no sean artificiales precisamente, que reúnan condiciones suficientes en cuanto se refiera á la estabilidad del producto, pero que no sean tan finos, densos, ni den tan altas resistencias como los del primer grupo. Entre ellos podrán entrar los productos que elaboren las mismas fábricas que producen los cementos artificiales, con menos esmero, en cuanto al molido sobre todo, y aun los que con el nombre de cementos portland naturales vienen produciendo algunas fábricas que disponen de primeras materias bastante uniformes y dedican á la coadura, molienda y ensilado, cuidados análogos á los que emplean los fabricantes del cemento artificial.

Hecha esta clasificación de los cementos, fácil nos ha sido proceder á su elección para las distintas partes de la obra: en la más importante de todas, la presa, deberán emplearse los ordinarios en el cuerpo de ella, que constituye el volumen principal, y los artificiales en los cimientos, empotramiento de laderas, paramentos y coronación. No habrá inconveniente en adoptar la cal hidráulica en el muro del vertedero de superficie. En las demás partes se adopta uno ú otro material, en virtud de las condiciones á que en cada caso ha de hallarse sometido.

En cuanto á las proporciones de cemento, las hemos fijado también atendiendo á los requerimientos de las condiciones de la obra. En el cuerpo de la presa juzgamos suficiente la de 350 kilogramos por metro cúbico de arena, lo que corresponde á cerca de una parte en volumen de cemento, por tres de arena. En la presa de La Peña, donde se emplea el cemento portland artificial, de densidad algo superior, se ha creído suficiente la proporción de 300 kilogramos por metro cúbico. Obsérvese que este mortero no ha de estar sometido á una presión superior á 11,80 kilogramos por centímetro cuadrado, y que, además, la especie de pantalla que se formará en el paramento de aguas arriba de la presa empleando morteros muy impermeables, le pondrá, en gran parte, al abrigo de las filtraciones.

En la capa inferior de cimientos donde puede presentarse, aunque sea muy remoto, el peligro de las subpresiones, y donde las presiones son más elevadas, en los empotramientos de las laderas, que exijan gran adhesión á la roca, y, por último, en el paramento de aguas arriba, que conviene sea muy impermeable, se prescribe el uso de mortero formado con 575 kilogramos de cemento portland artificial por metro cúbico de arena, es decir, en que arena y cemento entren en la proporción de dos á uno.

En la segunda capa del cimiento, sirviendo de transición entre la primera y el cuerpo de la presa, y en el paramento de aguas abajo, donde las presiones son mayores que en el interior, y la acción de los agentes atmosféricos más intensa, se empleará mortero formado por 470 kilogramos de cemento artificial por metro cúbico de arena.

En las demás partes las proporciones están en relación con la resistencia ó impermeabilidad que se debe obtener.

En cuanto á las fábricas, ya se ha dicho que en el cuerpo de la presa se empleará la de mampostería ciclópea, ordinaria en el

interior y careada en los paramentos y coronación. Todas las demás obras se harán igualmente de mampostería, salvo los revestimientos de túneles, coronación del vertedero, muro de acompañamiento del canal de descarga, y estructuras de hormigón armado; en ellas se empleará el hormigón. La sillería, que será desbastada, se ha limitado á la albardilla del pretil, impostas y canecillos de la coronación.

En cuanto á otras fábricas que figuran en el proyecto, por su poca importancia, no requieren mención especial.

Indicaciones sobre la ejecución de la obra. Plazo de ejecución.—Opinamos que los trabajos deben empezarse por la construcción del ramal de carretera para enlace de la presa con la de Jaca al Grado, pues aunque aquella vía ha de quedar, al terminar las obras, formando parte de ellas, nada se opone á que sea utilizada desde el principio. Después de la construcción del ramal, han de seguir las instalaciones de todas clases y la apertura de los dos túneles inferiores, que debe quedar terminada antes de empezar el estiaje estival, al propio tiempo que se hallen acopiados todos los elementos necesarios para formar las ataguías y proceder á la cimentación, mediante los agotamientos necesarios.

Entendemos que será lo más conveniente formar en el mismo curso del Cinca, probablemente utilizando el primer tramo del canal de este nombre, construido oportunamente, un salto para producción de fuerza que permita suministrar en pleno estiaje toda la necesaria para perforadoras, agotamientos, trituradora de piedra para arena, hormigonera, grúas, cables transportadores, talleres, alumbrado, y acaso también para el ferrocarril de canteras.

La ataguía podrá ser de sacos y gravas; debe contarse con que, probablemente, será arrastrada más de una vez por las avenidas, sobre todo si en un solo verano no puede terminarse la cimentación.

Cuando esto ocurra, las aguas ordinarias y aun las de avenidas ordinarias pasarán por los dos túneles de fondo, y á cierta altura, por los tres; las restantes saltarán por encima de la presa.

Habrà de tenderse á lo largo del río, según se ha dicho, una vía férrea que desde la cantera transporte la piedra para sillería, mampostería y ripio, así como la que se requiera para la arena. De la vía se descargará la piedra en un depósito situado cerca de la obra, en la margen derecha, y de allí, con uno ó dos cables transportadores, deberá llevarse la destinada á mampostería al cuerpo de la presa. En ella, cabrias, movidas lo mismo que los cables, por motores eléctricos, las situarán en el punto preciso de empleo, facilitando la colocación.

Tales son, á grandes rasgos, las líneas generales, dentro de las que podrá desarrollarse, á nuestro entender, la construcción de la presa.

En cuanto al plazo, estimamos que en las instalaciones y cimentación podrán invertirse dos años, y tres ó tres y medio en el resto: en total cinco á cinco años y medio como mínimo.

Régimen del pantano.—Del examen del gráfico del anejo número 6, en que figuran los aforos del Cinca correspondientes á los años 1906 á 1911, ambos inclusive, y del cálculo de la capacidad, puede deducirse el régimen á que probablemente habrá de someterse la explotación del pantano.

En los primeros años, las necesidades de la zona regable han de ser limitadas, y aunque todavía serán poco conocidas las condiciones del río para que pueda hacerse el manejo de las compuertas sin provocar riesgo alguno, por poco lluvioso que el año sea, no habrá inconveniente, una vez terminados los riegos de otoño, en abrir los desagües, vaciar el pantano, dejar el río en curso normal y facilitar por este medio la limpia del vaso. Cuan-

do haya transcurrido algún tiempo, que ha de depender principalmente de las reservas de nieves que en el Pirineo se hayan acumulado, el pantano deberá cerrarse para formar lo antes posible el embalse, utilizando, sobre todo, las avenidas de primavera, suministrando, mientras tanto, los caudales que demanden los aprovechamientos inferiores del río, los riegos del canal del Cinca y el pantano de la Sotonera.

Formado el embalse no debe vaciarse hasta que en el otoño siguiente el río haya tomado de nuevo bastante agua, siguiendo luego como en el año anterior.

Se ve, por lo que antecede, que ha de haber en la explotación del pantano un punto delicado, cual es el determinar la época en que puede vaciarse, ó resolver, por el contrario, sostener el embalse. *A priori*, ninguna indicación puede hacerse sobre el particular, como no sea la afirmación de que los desagües no deben abrirse mientras no se tenga la seguridad de que, al cerrarlos, el embalse se llenará en la medida necesaria. Y esta seguridad sólo puede proporcionarla la observación de la parte alta de la cuenca, los aforos del río y, sobre todo, una experiencia dilatada. Según ya se ha dicho, ésta será posible obtenerla, porque la necesidad de que el embalse se llene anualmente por completo tardará bastantes años en dejarse sentir, y en ellos los encargados de explotar el pantano podrán adquirir todos los datos que se requieren para juzgar en época oportuna de la posibilidad de desaguar el embalse sin correr el riesgo de que la primavera no suministre agua bastante para llenarlo, dejando en años tales de abrir el desagüe en el otoño ó á principios de invierno.

Aterramientos.—Son, á nuestro juicio, poco de temer los depósitos que se produzcan con sedimentos fangosos ó sabulosos; los primeros se pueden combatir con bastantes probabilidades de éxito, abriendo, á embalse lleno, en tiempos de avenidas, el desagüe intermedio por donde saldrán, en buena parte, en forma de corriente de agua turbia.

Los depósitos de arena se combatirán bien, casi seguramente, dejando el embalse vacío algunos años, por poco tiempo que sea, pues dada la pendiente del cauce, las arenas, lo mismo que los fangos que puedan quedar, serán fácilmente arrastradas.

Mucho más difícil es arrastrar los cantos rodados y las gravas que la corriente irá depositando por orden decreciente de tamaños, desde la cola del embalse hacia la presa.

Según ya se ha indicado, no se cree que anualmente sean de gran importancia las aportaciones de los materiales de este género, y, por tanto, de suponer es que habría de pasar mucho tiempo antes de que la capacidad del pantano disminuyera por esta causa de una manera sensible. Pero de todas suertes, es innegable la conveniencia de buscar soluciones al problema del posible cegamiento del vaso, por efecto de los depósitos de gravas y cantos principalmente.

A ellos cabe oponerse, en primer término, teniendo el río en curso normal el mayor tiempo posible, con ambos desagües abiertos; en segundo lugar, provocando la detención de los acarrees en parajes adecuados del río Cinca y de los afluentes que mayores arrastres proporcionen, mediante la construcción de presas baratas de altura reducida; en tercer lugar, facilitando ó auxiliando la salida de los acarrees á través de la presa, por medio de canales y corrientes de agua, cuando el pantano se halle vacío, y, finalmente, extrayendo los cantos del vaso para depositarlos en terrenos contiguos que á ello se presten, utilizando al efecto instalaciones y medios de carácter permanente que puedan reducir á cifras muy bajas el coste de la operación.

Pero no cabe ocultar que todos estos medios habrían de resultar forzosamente costosos, y que por eso mismo serían en buena parte impracticables. Por eso debe pensarse en otros que,

en caso preciso, permitan alcanzar indirectamente el mismo resultado, evitando el ver mermado indefinidamente el volumen disponible del embalse.

Sería entre ellos el más importante el aumento en la capacidad del pantano, á medida que fuese necesario, según la reducción que experimentase y las necesidades sentidas, que entonces sería posible conocer con entera seguridad. Ya se ha dicho que con sólo la modificación del vertedero cabe obtener, á poca costa, un aumento de alguna importancia en el volumen almacenado; puede también con el recrecimiento de la presa conseguirse, en escala mucho mayor, agrandar la capacidad del vaso; cabe, en fin, lograr este aumento estableciendo otros pantanos en otros parajes situados en la propia cuenca del Cinca, ó donde las aguas de éste pudieran ser conducidas para llenarlos. Claro está que, en resumen, todo esto significaría nuevos gastos para el riego; pero estas ampliaciones habrían de ser requeridas tan lentamente que su importe anual representaría una cantidad muy reducida.

Por último, entre los medios indirectos, no deben olvidarse las defensas contra los torrentes y la repoblación forestal que, aunque lentos y costosos, son á la larga positivamente eficaces, y con la riqueza que crean ó preservan pueden pagar en buena parte, hasta con exceso en casos favorables. los gastos que requieran para llevarlos á cabo. Por eso estimamos que tales recursos para oponerse á los arrastres, cuyo empleo cae enteramente dentro de la esfera de acción del Estado, debe preconizarse en

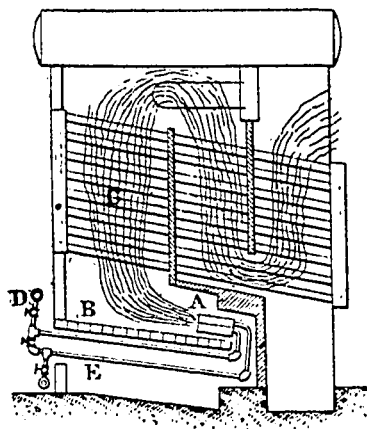
primer término y llevarse á vías de realización lo más pronto posible, ya que, aun en el caso más desfavorable en que no fuese necesario en mucho tiempo oponerse á la sedimentación del pantano, la repoblación forestal y la corrección de torrentes en la cuenca del Cinca serían obras á todas luces recomendables.

Efectos reguladores del pantano.—Aunque el propósito á que obedece la creación del pantano de Mediano, tal como en este proyecto se presenta, no es otro que el de la utilización de las aguas sobrantes del Cinca, es evidente que, aun explotado para estos fines, producirá una regulación muy importante en las avenidas de aquel río que, desde el punto de vista de las inundaciones en las cuencas del Ebro, no dejaría de tener una influencia muy beneficiosa. Ojalá que los demás ríos de la misma cuenca pudieran ser objeto de una regulación análoga, pues ello indicaría que había llegado el momento de ver trocadas en fuentes perdurables de riqueza los elementos mismos que han constituido, con desconsoladora frecuencia, motivo de desolación, de ruina y de catástrofes humanas, por demás lamentables y cruentas. Este doble empleo de los grandes embalses para fines industriales ó agrícolas y para evitar las inundaciones de los valles, va recibiendo cada día aplicaciones más numerosas é importantes, pudiendo citarse, entre éstas, los grandes pantanos constituidos últimamente en Silesia para combatir devastadoras avenidas, y, á la vez, crear potentes saltos para la producción de energía eléctrica.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Horno de caldera para combustibles líquidos, sistema Hammel.

El *Electrical World*, del 6 de Julio, describe un nuevo tipo de hogar de caldera, para combustibles líquidos, ideado por Hammel y actualmente en servicio en la estación central de la Topeka Edison C.^a, que se caracteriza por la disposición de los mecheros en el fondo de la cámara de combustión.



La figura representa una caldera provista de este hogar. A, es el mechero abastecido con petróleo y vapor de agua, y cuyos orificios de salida están vueltos hacia atrás. Los productos inflamados á la salida de este mechero se dirigen primero casi horizontalmente á lo largo de un murete refractario, inclinado B, enfriado por debajo por el aire que abastece al mechero, y pasan en seguida alrededor del haz tubular C de la caldera y del calentador.

El aparato se completa por una derivación de la cañería de llegada del vapor que termina en la cañería E de llegada del petróleo, que permite interrumpir la corriente de combustible líquido en el momento en que se le cesa de calentar.

La disposición parece que es muy ventajosa porque la combustión del petróleo se terminará antes que los gases calientes se pongan en contacto con el haz tubular y porque la temperatura de estos gases, que han recorrido ya un trayecto bastante largo, será mucho más uniforme. Además, como el aire que abastece al hogar se recalienta al contacto con la cara inferior del murete, la combustión del líquido se encuentra considerablemente facilitada. Existirá, por consecuencia, un doble beneficio empleando esta disposición, á causa del aumento del rendimiento calorífico y de la duración de los tubos de la caldera.

Grupo convertidor de tensión variable.

Los diversos procedimientos empleados en la industria para modificar la tensión de la corriente continua en los terminales de los convertidores, exigen, en general, ya un sistema de aparatos delicado y complicado, ya la instalación de máquinas auxiliares voluminosas ó de reguladores.

La disposición descrita en el *Electric Railway* del 25 de Mayo, parece que reduce estos inconvenientes al minimum: el convertidor con disposición de regulación de voltaje no es casi más voluminoso que las máquinas ordinarias de la misma potencia y el conjunto de aparatos auxiliares se reduce á un reóstato para regular la excitación.

El montaje del aparato se representa esquemáticamente en la figura. Se compone del convertidor A, al cual se agrega un inducido B, acunado sobre el mismo árbol y que gira en un campo magnético C que tiene el mismo número de polos que el del convertidor. Este último inducido está conectado en serie