

La composición del agregado debe ser tal, que el tamiz número 4 no retenga menos del tercio ni más de los dos tercios del total; la cantidad de material grueso no será tan grande que produzca mezclas ásperas de colocar (*harshness*) o deje oquedades en la estructura.

Los métodos de medida de los materiales que componen el hormigón habrán de permitir la comprobación exacta de la relación agua-cemento.

\* \* \*

Sin duda, la lectura de este pliego de condiciones habrá de ser muy extraña para los que estén acostumbrados a manejar pliegos que suelen decir:

"El hormigón tipo A estará formado por 350 kilogramos de cemento, 400 litros de arena y 800 litros de grava, y la cantidad de agua necesaria para obtener una mezcla jugosa. Esta mezcla representa aproximadamente un metro cúbico de obra terminada."

Pero lo cierto es que, con arreglo a aquel pliego (u otros muy semejantes, en los que tampoco se habla para nada de la cantidad de cemento), se han construido enormes volúmenes de hormigón en las cimentaciones de los célebres puentes de Kill van Kull y colgado del Hudson, en Fort Lee, en las obras del puerto de Nueva York, en muchas grandes presas y

todos los pavimentos de hormigón que se emplean en las carreteras de los Estados Unidos; sólo en el año 1928 se construyeron unos 120 000 000 de m<sup>3</sup>.

Conviene aquí llamar la atención sobre el hecho de que el nuevo sistema no tiene nada de revolucionario y coincide con el antiguo método de hacer depender la resistencia supuesta del hormigón y la carga de trabajo exclusivamente de la dosis de cemento, porque entre dos mezclas, si los demás elementos son iguales, una que tenga poco cemento necesita casi la misma cantidad de agua que otra mucho más rica para ser igualmente manejable; la relación agua-cemento es, por tanto, mayor en aquella, y su resistencia, según la ley de Abrams, es menor; el criterio antiguo y el americano moderno están, por tanto, de acuerdo.

La ley de Abrams sólo viene a expresar de un modo muy sencillo un hecho conocido, explicando, a la vez, la anomalía, también observada anteriormente, de que los hormigones con la misma dosis de cemento y la misma composición aparentemente ofrecen con frecuencia resistencias muy distintas. Este conocimiento más completo de los hechos y la sencillez de la ley han sido el origen de las modernas modificaciones interesantes en los pliegos de condiciones, de que nos ocuparemos en el número próximo.

Ramón RÍOS  
Ingeniero de Caminos

## Una visita a Italia<sup>1</sup>

### II

#### La instalación hidroeléctrica de Farneta

La instalación hidroeléctrica de Farneta, propiedad del «Consorcio Emiliani di Bonifica», se explota actualmente por la «Società Emiliana di Esercizi Electrici».

Iniciada a fines de 1924 y llevada a feliz término en el año 1928, bajo la dirección y personal técnico especializado de la misma Sociedad, utiliza el agua de dos torrentes, el Dolo y el Dragone, ambos afluentes del Secchia, en la provincia de Módena; las cuencas alimentadoras de los embalses creados en ambos torrentes tienen, aproximadamente, una extensión de 44 km<sup>2</sup> la del Dolo y 36 km<sup>2</sup> la del Dragone.

Visitamos esta instalación durante nuestro viaje a Italia, amablemente acompañados por el ingeniero de la Sociedad Emiliana Lorenzo Gambigliani, que fué, a su vez, director de los trabajos durante el comienzo y organización de los mismos.

El viaje hasta el lugar de ubicación de la presa sobre el Dolo (única construída actualmente, ya que la del Dragone está en proyecto) es cómodo y rápido: puede hacerse fácilmente en automóvil desde la histórica ciudad de Parma, sede de la Sociedad, en cuatro horas escasas y a través de un bellissimo paisaje de los Apeninos.

Como hemos dicho, dos son los torrentes aprovechados: el del Dolo y el del Dragone; el agua derivada

de este segundo torrente, altimétricamente superior a la del Dragone en 166 m (ya que las cotas respectivas son de 916 m y 750 m), se incorpora actualmente al embalse producido en el torrente Dolo, sin aprovechar dicho salto. La derivación del agua en el torrente Dragone, y hasta la construcción de la

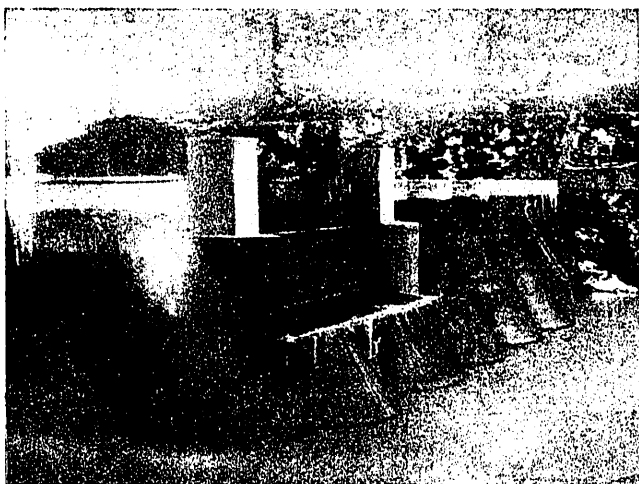


Fig. 1.ª Presa Dolo, vista por el lado de aguas arriba

presa definitiva, se efectúa mediante una presa de gaviones metálicos, de unos 2 m de altura media y 35 m de longitud; el canal de derivación, que arranca de la margen izquierda, tiene en su origen una alineación recta de 390 m de longitud, construída toda ella de madera, que conduce el agua a la galería, ya defi-

<sup>1</sup> Véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, 1.º de marzo de 1931, página 83.

nitiva, con una longitud de 3,250 km de trazado rectilíneo, de sección ovoide de 2,25 m de altura máxima y anchura media de 1,60 m. Esta galería atraviesa, por tanto, la divisoria que separa los torrentes Dolo y Dragone. El agua de esta galería vierte en el embalse de Dolo, perdiéndose su altura, mediante un

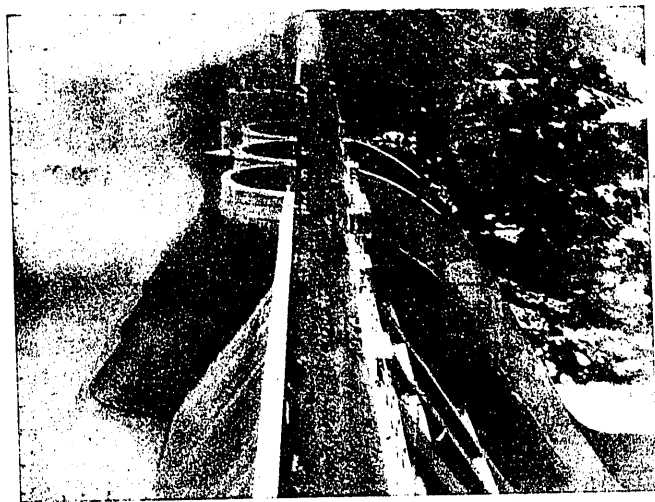


Fig. 2.ª Camino de coronación, bóvedas y canal del aliviadero de la presa Dolo

pequeño torrente natural, que se ha escalonado, para evitar arrastres y socavaciones.

El proyecto definitivo consiste en aprovechar este salto, mediante la construcción de una Central, ubicada en las proximidades del poblado de Muschioso, en la margen izquierda del Dolo, y al lado de dicho embalse. Esta Central produciría cerca de 10 000 CV y vertería el agua utilizada por su canal de descarga en el embalse Dolo, para ser utilizadas, juntas ya, en la central de Farneta.

La derivación del torrente Dolo se efectúa mediante una presa de bóvedas múltiples, apoyadas sobre con-

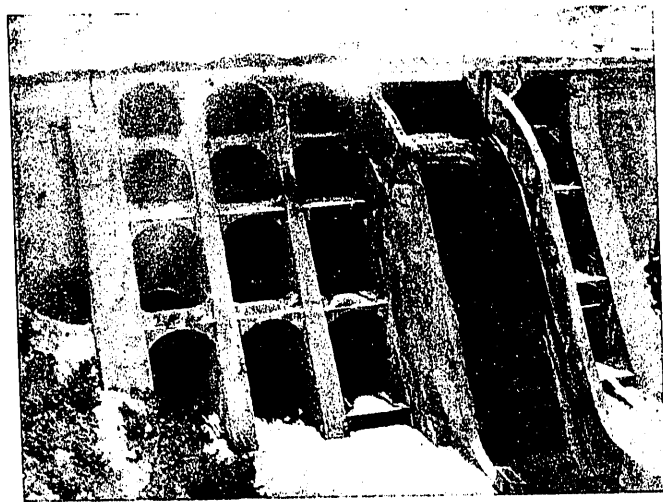


Fig. 3.ª Frente de aguas abajo y canal del aliviadero de la presa Dolo

trafuertes; su altura a partir del terreno es de 43 m; longitud en la coronación, 135 m, de los cuales 60 corresponden a la presa de bóvedas propiamente dicha y 75 a dos presas de gravedad de estribación, y en la base de 90 m. Las bóvedas son de medio punto, con radio constante de 4,90 m en el intradós y espesores

variables de la base a la coronación; estos espesores son constantes en cada 10 m aproximadamente de altura y valen 1,60 m, 1,30 m, 1,10 m, y 0,70 m, espesores que, aunque parecen excesivos, hay que tener en cuenta que es la primera presa de bóvedas múltiples construida después de la catástrofe de Gleno, época en que los espíritus estaban todavía bajo la impresión de la hecatombe. Las bóvedas son de hormigón en masa, con ligerísimas armaduras para resistir los esfuerzos producidos por los cambios de temperatura. Las bóvedas, en número de seis, llegan hasta la coronación las tres correspondientes a la margen izquierda y una de la derecha, ya que las dos restantes llevan ubicado superiormente el aliviadero de superficie (fig. 1.ª). Las generatrices de estas bóvedas son inclinadas con pendiente del 71 por 100 (figuras 1.ª, 2.ª y 6.ª). Para estribaciones lleva dos presas de gravedad laterales, de 45 m de longitud en

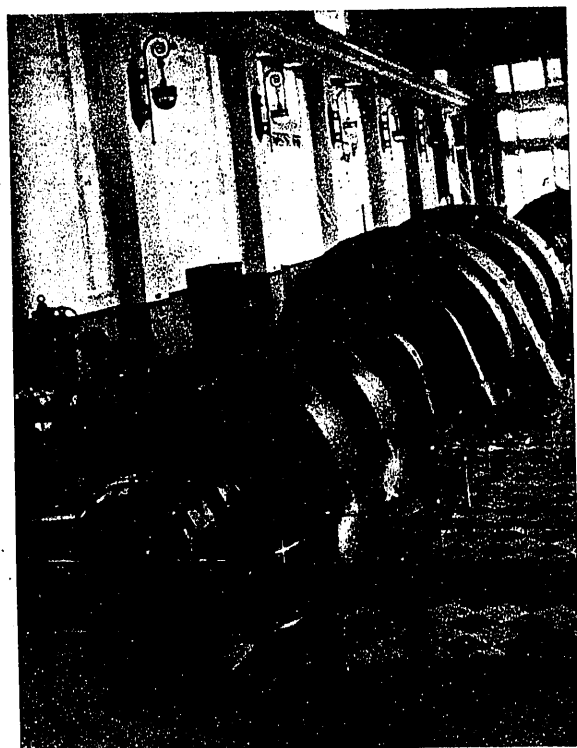


Fig. 4.ª Central

la coronación la de la margen derecha y 35 m la de la izquierda (figuras 2.ª y 7.ª).

Las bóvedas se apoyan, además de en las presas de gravedad laterales dichas, en cinco contrafuertes de perfil triangular isósceles, con pendiente de 71 por 100 (figuras 3.ª, 6.ª y 7.ª); estos contrafuertes tienen variable su espesor cada 10 m de altura, siendo éste de 3 m en la primera e inferior y en las siguientes de 2,50 m, 2,10 m y 1,80 m (fig. 7.ª). Estos contrafuertes son de mampostería hidráulica con mortero de cemento y llevan cadenas de hormigón cada 3 m de altura.

Los contrafuertes están arriostrados mediante cuatro órdenes de arcos circulares escarzanos (figuras 3.ª y 7.ª) de hormigón en masa, y distante en vertical 10 m de eje a eje, aproximadamente. Llevan, además, otros arcos del mismo tipo, de coronación, sobre los que va el camino de coronación

de la presa, de 3,50 m de anchura. Los contrafuertes distan de eje a eje 10 m.

Las bóvedas números 4 y 5, contadas a partir de la margen derecha, no llegan a la cota de coronación de las demás, 777 m, sino sólo a la cota 770 m, dejando sitio para la ubicación del aliviadero de superficie, formado por una gran compuerta metálica hueca, de 5 m de altura y 15 m de vano. Esta compuerta es automática y se encuentra calada mediante un peso de agua en su interior. Cuando el nivel del embalse sube por encima de la cota 775 m, el agua del mismo entra por una abertura practicada a esta altura en la pila (que puede verse en la figura 1.<sup>a</sup>) accionando un flotador que, a su vez, maniobra una varilla que abre una compuerta situada en la parte inferior y aguas abajo de la compuerta metálica; ésta se va vaciando, perdiendo peso, y en vista de su flotabilidad y ayudada por la subpresión, se levanta. Cuando, completamente levantada, el embalse comienza a bajar, el agua almacenada en la pila y al nivel de 775 penetra por una ranura lateral en la compuerta, el flotador baja, cierra la llave inferior de la compuerta, ésta va llenándose de agua y bajando.



Fig. 5.ª Puente de maniobra de las compuertas del aliviadero de superficie

Aguas abajo de esta compuerta va construido el canal de descarga del aliviadero, que pudiéramos llamar de deslizamiento del agua, ya que su perfil está calculado para que la adherencia de la lámina sea perfecta. A su terminación se ha construido un colchón de aguas de 25,00 m de longitud y de 3,50 m de profundidad, terminado por un rastrillo de 3 m de espesor (figuras 3.<sup>a</sup> y 6.<sup>a</sup>).

En la cimentación de la presa, y precisamente en esta parte de la ubicación del aliviadero, se encontró alguna dificultad. La roca que en las visitas hechas a las instalaciones de los Apeninos aparecía a nuestra vista, como en este caso, no se parecía ni con mucho a la de los Alpes, que pocos días antes habíamos tenido ocasión de comprobar en una excursión al importante grupo Edison. En efecto, fué preciso llegar en esta parte a la cota 717, es decir, 60 m por bajo de la coronación, para encontrar terreno de alguna seguridad. Se construyeron dos macizos de 5 m de espesor y unos 58 m de longitud (base de los contrafuertes), separados 10 m de eje a eje; el fondo de la excavación abierta se rellenó con hormigón de cemento, aligerándose mediante pozos circulares de 4,80 m de diámetro (figuras 7.<sup>a</sup> y 8.<sup>a</sup>); se hicieron, además, inyecciones de cemento.

La cimentación de las bóvedas se hizo sobre ma-

cizos de hormigón de 8 m de espesor, que formaban verdaderos rastrillos aguas arriba.

En la margen derecha está ubicado el canal de derivación, de sección ovoide, que se desarrolló en toda su longitud de 8,900 m en galería, con pendiente del 1,4 por 100, caudal máximo a conducir de 9 m<sup>3</sup>

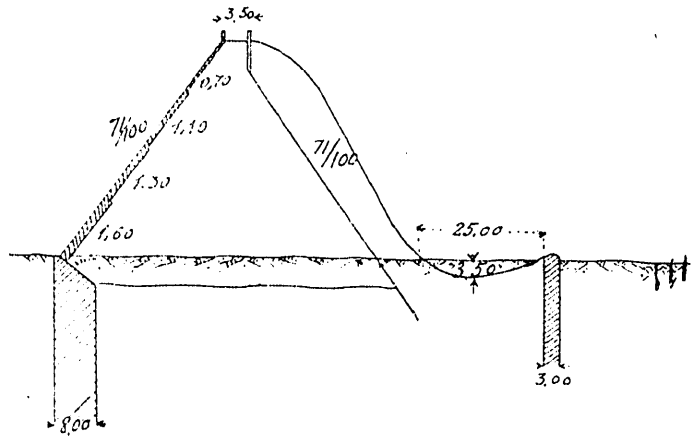


Fig. 6.ª

por segundo; la sección tiene una altura máxima de 2,65 m y una anchura media de 2,10 m. A unos 60 m de la embocadura de la toma se encuentra la casa para el manejo y funcionamiento de los mecanismos de toma, ubicados en un pozo apropiado; estos mecanismos se pueden mover eléctricamente o a mano; lleva, además, el edificio una pequeña instalación para observaciones meteorológicas, y teléfono para comunicación con la central y pueblos inferiores del valle.

Para la apertura de esta galería se emplearon 15 ventanas o acometidas laterales, que en parte se han cerrado para la explotación, y otras se han aprovechado como aliviaderos de la misma.

Al final de la galería de derivación se encuentra un aliviadero de seguridad de la cámara de carga, excavada también en galería, con una longitud de

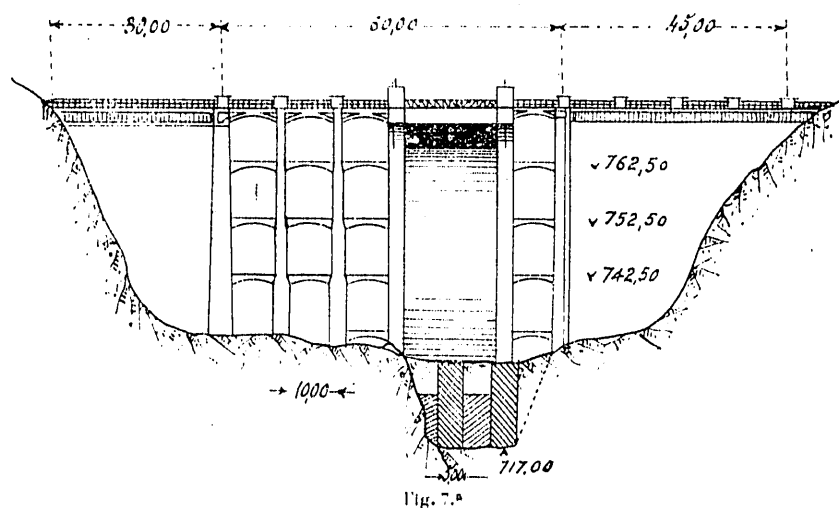


Fig. 7.ª

1 020 m; sección ovoidea de altura máxima, 6,15 m anchura media, 4,30 m; área libre de 22,50 m<sup>2</sup>; pendiente de 0,20 por 100, y capacidad aproximada de 23 m<sup>3</sup>.

De esta cámara de carga arranca la conducción forzada, formada por una tubería metálica de lámina

de palastro roblonado, con un diámetro interior de 1,70 m, dividiéndose después de 650 m en otras dos de diámetro 1,30 m, de palastro soldado, en una longitud aproximada de 1 100 m.

El desagüe de fondo está formado por otra galería, ubicada en la margen izquierda, de acuerdo con la instrucción vigente para el cálculo de presas, que recomienda que tanto la toma como los desagües se proyecten, a ser posible, fuera del cuerpo de la presa. Los mecanismos de acción están en una caseta aislada y elevada, a la que se llega por una pasarela de hormigón armado; los aparatos se pueden mover eléctricamente, o neumáticamente, o por un pequeño motor de explosión, muy rápido en el arranque, además, naturalmente, del accionamiento a mano.

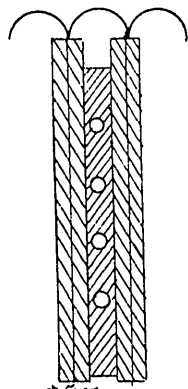


Fig. 8.ª

La Central de Farneta (fig. 4.ª), del tipo cubierto, incluso transformación y seguridad, está formada por un local de 65 × 15

para los grupos generadores; el cuadro en un plano más elevado, y a continuación una gran sala de 35 × 30 para los transformadores. Por esta razón el desarrollo de la Central en planta es considerable.

Los dos grupos están dispuestos según ejes paralelos a los lados mayores de la planta del edificio, con una longitud cada grupo de 18 m, y comprende dos alternadores, una junta electromagnética y cuatro ruedas Pelton de dos inyectores cada una. Con la interposición de las juntas se pueden tener diversos acoplamientos, pudiéndose producir corriente a 42 períodos, a 50 períodos, o bien obteniéndose la transformación de una en otra frecuencia. Las juntas electromagnéticas primitivas no dieron buen resultado, debido a la producción de corrientes parásitas que destruían el material, oyéndose durante el funcionamiento un ruido análogo al que producen las bielas de las locomotoras en movimiento cuando no están bien ajustadas. En la actualidad se están cambiando los materiales, sustituyendo los antiguos por otros no magnéticos, y se espera obtener resultado satisfactorio.

La estación de transformación se compone de cuatro transformadores trifásicos de aceite, con refrigeración de circulación de agua, de relación de transformación: 6 000-6 800/60 000-68 000 V; 42 ÷ 50 períodos, 12 000 KVA cada uno. Hay, por tanto, un doble

sistema de barras colectoras para cada frecuencia.

Los interruptores están provistos de mandos eléctricos a distancia, tanto para su apertura como para su cierre.

La central está provista, además, de un grupo de excitación independiente de 700 KW, formado por un dínamo de 750 revoluciones, 125 V, que puede ser movida por medio de una rueda Pelton o por un motor asíncrono trifásico. Hay instalada, además, una batería de acumuladores para el funcionamiento de las juntas y para los servicios auxiliares más delicados.

En local aparte hay construída una cabina de transformación, con sus dos transformadores derivados directamente de las barras de 60 000 V, relación de transformación 60 000/10 000, con una potencia cada uno de 600 KVA que alimentan la línea de distribución local; dos transformadores de baja con secundarios a 220/125 y de 210 KVA cada uno, están dedicados a los servicios auxiliares de la Central.

Para el funcionamiento de la Central como convertidora, en el caso de la total falta de agua por causas accidentales, está previsto el funcionamiento de los generadores como motores asíncronos; a tal fin, el rotor de los alternadores está provisto de «jaulas de ardilla» (que normalmente sirven para la anulación de las oscilaciones pendulares), y los dos transformadores de 12 000 KVA llevan una toma a 3 200 V.

Todos los mandos, tanto de la maquinaria hidráulica como eléctrica, están centralizados en el banco de maniobra por medio de dispositivos eléctricos a distancia.

La Central está dispuesta para abastecer, atravesando la red de la «Società Emiliana di Esercizi Elettrici», una parte importante de la energía producida en la instalación descrita, al «Consorcio di Bonifica» existente en Reggiano, en la parte de Módena o de Mantua, y también a las provincias de Bologna y Ferrara.

La producción anual prevista es de 70 millones de kW.

Durante los trabajos de construcción de la instalación se han empleado una media de 1 500 operarios. La cantera se encontraba cerca del lugar de ubicación de la presa; el cemento se transportaba por carretera hasta la ubicación de la central de Farneta; desde aquí, y por medio de un funicular, trazado siguiendo las alineaciones de la tubería forzada, y lateralmente a la ubicación de ésta, se subía hasta una estación, de donde arrancaba un pequeño ferrocarril de vía Decauville, que lo llevaba a la presa.

José GARCÍA AUGUSTIN  
Alberto PEREZ MORENO  
Ingenieros de Caminos

## Recopilación legislativa en el ramo de Obras públicas

Todo intento de reforma, sustantiva o procesal, de cualquier ramo de la Administración pública exige, si ha de ser atinado, el conocimiento pleno de la organización, de las funciones o del procedimiento que tratase de modificar; cuando aquél falta, surge el ries-

go muy probable de que las nuevas aportaciones legislativas resulten desordenadas, incongruentes y, a veces, contradictorias con las anteriores, siendo la consecuencia inmediata ese caos legislativo que se observa en casi todos los aspectos de la Administración