

Ferrol-Gijón podía tener como base lo siguiente: tender vía desde la estación al puerto del Ferrol, así como en los dos trayectos extremos de la línea—en total, unos 95 km—; terminar las explanaciones contratadas hasta Ribadeo por el lado Ferrol y hasta Luarca por el lado Gijón, tendiendo luego la vía en ellos, con lo que podría empezarse su explotación, quedando, para cerrar la línea luego, el trayecto intermedio Ribadeo-Luarca.

El tiempo que se tarde en todo ello depende de los

créditos que puedan habilitarse; pero no olvidemos que esta línea de Ferrol-Gijón es de las que pueden *dominar* a las carreteras, según la afirmación general de Shapnell-Smith, que copiamos al encabezar estos artículos.

Hemos indicado cómo puede hacerse, en cuanto a viajeros, por medio de los automotores, y en cuanto a mercancías, con tracción de vapor, no ha de ser inferior al tráfico de las líneas cantábricas análogas.

Pedro DIZ TIRADO
Ingeniero de Caminos

Aglomeración de aluviones con inyecciones de lechada de cemento

La técnica, cada vez más perfeccionada, de las inyecciones de cemento, proporciona al ingeniero medios eficacísimos para impermeabilizar presas, los vasos de éstas, sus cimentaciones y para consolidar, en general, éstas.

Queremos llamar en esta nota la atención respecto a una modalidad en el empleo de las inyecciones que se ha empezado a aplicar desde hace algún tiempo; y que consideramos de alto interés ingenieril. Nos referimos a la aglomeración de los aluviones, que a veces se presentan en bancos de mucho espesor en la ubicación elegida para cimentar una obra, o en el apoyo de una ataguía de desviación de aguas.

Estos aluviones muchas veces tienen compacidad extraordinaria, en virtud de una natural dosificación de ellos, rellenando por sedimentación del árido menudo los huecos que presenta el de mayor tamaño. Requieren entonces para su aglomeración escasa cantidad de cemento en lechada relativamente fluida. Con ello se obtiene un hormigón de altas condiciones de resistencia e impermeabilidad. Otras veces puede faltar elemento menudo, y la lechada convendrá que sea más espesa, graduándose, en uno y otro caso, la presión de la lechada al inyectarla según las diferentes capas de aluviones, distancia de agujeros, etc. Pero no cabe duda de que si la técnica de las inyecciones se llega a conocer y aplicar para aglomerar los aluviones perfectamente, se habrá introducido en la ingeniería un elemento de trabajo que permitirá obtener enormes economías; ya que se podrá cimentar sobre aluviones, sin mermas de la estabilidad e impermeabilidad necesarias, según los casos, y evitándose onerosas excavaciones, ataguías, agotamientos, etcétera.

Citemos algunos casos en que se ha practicado dicho procedimiento:

Para la desviación de las aguas en la construcción de la presa-bóveda del Diablo, de 127 m de altura, sobre el río Skatig, en los Estados Unidos, se construyó (años 1927 a 1930) una ataguía de encofrado de madera y piedra, apoyada sobre aluviones que alcanzaban un espesor de 15 m. Y para atajar las intensísimas filtraciones que atravesaban éstos, se les aglomeró con inyecciones de lechada de cemento. Estas se practicaron a través de dos series de agujeros de 15 cm, separados 2,70 m, que llegaban hasta la roca. La inyección se empezó desde la parte inferior

de dichos agujeros, levantando gradualmente los tubos de revestimiento de aquéllos. Las filtraciones se atajaron así en su mayor parte, y las que quedaron provenían de no haber conseguido impermeabilizar

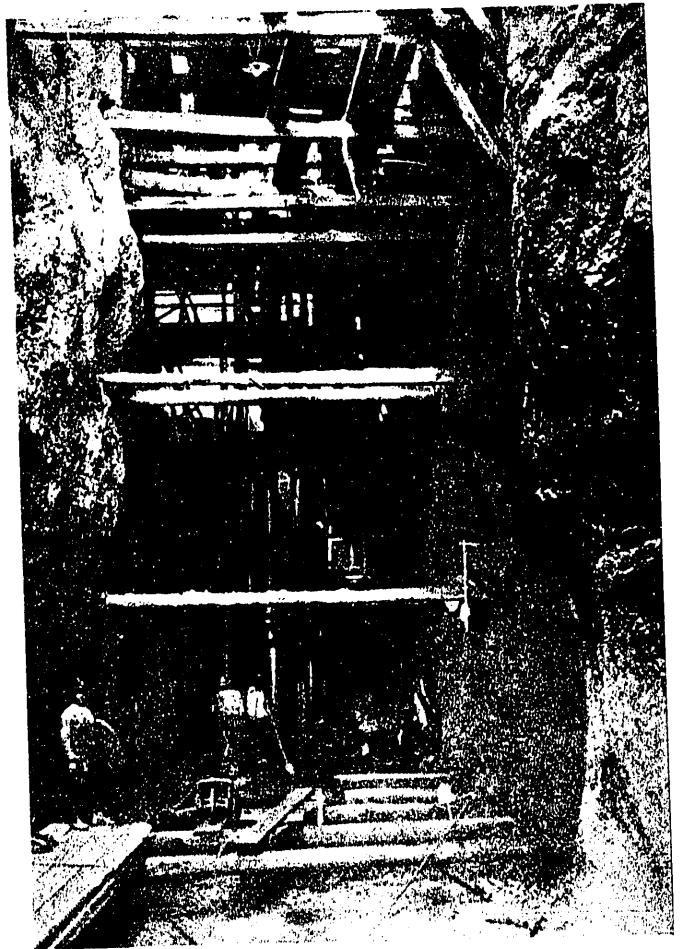


Fig. 1. Vista de la parte superior de la garganta del río Sagittario en la excavación para la presa de San Domenico (Italia), practicada al abrigo de dos ataguías de aluviones aglomerados, de 55 metros de profundidad. (Del folleto de la Casa Rodio)

algunos espacios que existían entre grandes bloques que estaban envueltos por los aluviones y las paredes rocosas de la garganta (*Engineering News-Record*, 29 agosto 1929, pág. 320).

La presa de San Domenico (Italia), sobre el río Sagitario (*Energia Elettrica*, 1931, pág. 763, y folleto de la Casa Rodio), está ubicada en una estrechí-



Fig. 2. Muestra de aluviones aglomerados sacada a 35 metros de profundidad en la ataguía de agua arriba de la excavación para la presa de San Domenico. (Del folleto de la Casa Rodio)

sima garganta de caliza liásica. Es una presa-bóveda de hormigón armado, de 40 m de altura, construida el año 1929. Los aluviones tenían un espesor de 50 metros, y en algunos tramos el río desaparecía entre ellos en estiaje.

Para poder construir la presa y llegar con la cimentación a la roca se impermeabilizaron los aluviones con inyecciones de cemento, agua arriba y agua abajo de la ubicación de la presa. Agua arriba se practicaron tres filas de agujeros de inyección, distantes 1 m entre ejes. Agua abajo sólo se ejecutaron dos filas análogas de agujeros. Profundizados convenientemente los tubos de revestimiento de los agujeros, se comenzaron las inyecciones. Se inyectaron

presión de 25 atmósferas, una mezcla más fluida para obtener los huecos más pequeños.

La cantidad de cemento absorbida fué de 780 toneladas. El resultado final fué altamente satisfactorio. Se pudo proceder a excavar los aluviones en toda su profundidad, de 50 m, y en algunos puntos hubo que emplear explosivos. Las filtraciones resultaron

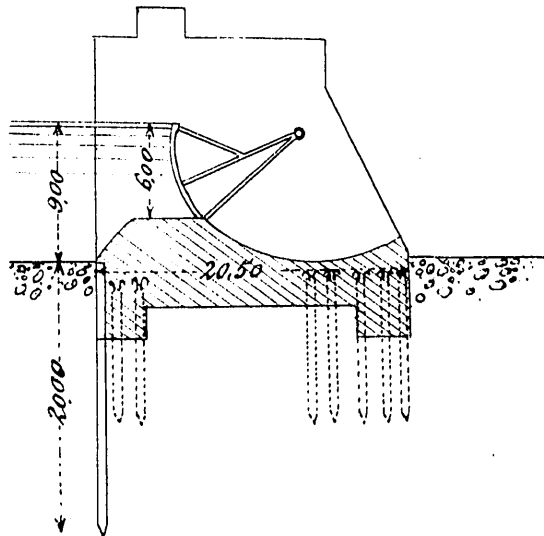


Fig. 4. Esquema del perfil transversal de la presa de Persano sobre el río Sele, Italia, con pantalla de pilotes Wolfholz

casi nulas en los aluviones, y las que tomaron algún incremento fueron las que venían de las fisuraciones de las paredes rocosas de la garganta, que se impermeabilizaron fácilmente con inyecciones a alta presión.

Las filtraciones, que al empezar a practicar la excavación, antes del empleo de inyecciones de cemento, eran de 150 litros por segundo, cuando dicha excavación llegaba a 15 m de profundidad se redujeron a 10 litros por segundo después de las inyecciones y a la profundidad máxima de excavación de 50 metros (figuras 1 y 2).

En la ubicación de la presa de Doiras, sobre el río Navia (España), de la Sociedad Eléctrica del Viesgo, presa de gravedad de 90 m de altura, los aluviones que cubren la roca alcanzan 15 m de espesor. Las ataguías de desviación de las aguas tienen 12 m de altura sobre el lecho del río, y se construyeron sobre un zócalo de aluviones aglomerados, empleando seis filas de agujeros en la ataguía de agua abajo y cinco en la de agua arriba. Estos agujeros penetra-

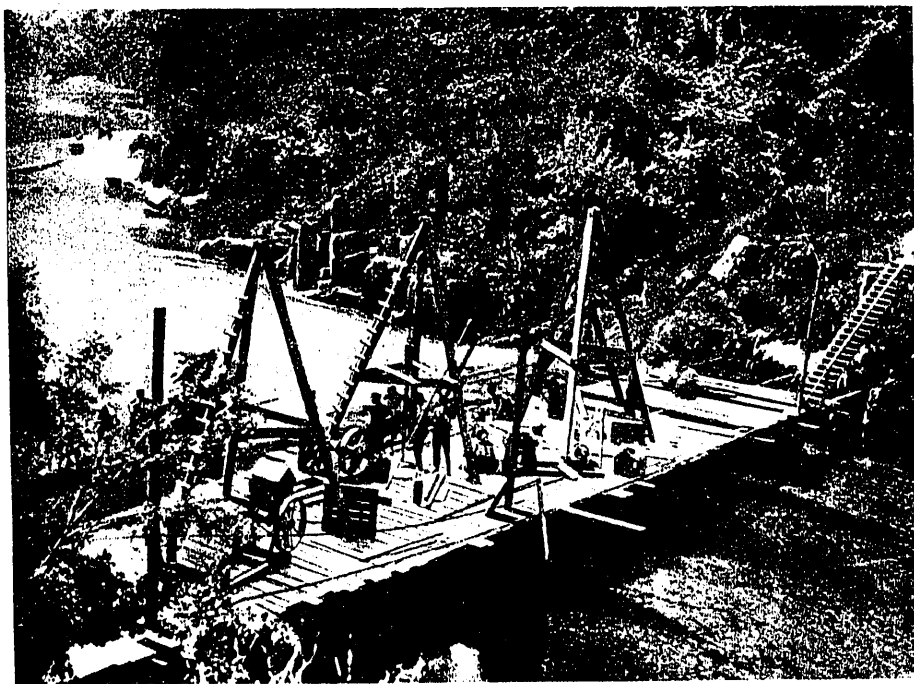


Fig. 3. Instalación para aglomerar aluviones, hasta 15 metros de profundidad, en la ataguía de agua abajo de la presa de Doiras, en el río Navia, España. (Del folleto de la Casa Doiras)

ban en la roca para obtener una buena unión entre ella y la ataguía. Estos trabajos de inyección se ejecutaron en el plazo de cuatro meses (folleto de la Casa Rodio) (fig. 3).

Dentro de esta misma modalidad de las inyecciones aglomerando aluviones podemos citar el procedi-

mento con celeridad y a presión de unas siete atmósferas, los agujeros de más agua abajo, con lechada algo densa, con mezcla de arena fina, con el fin de comenzar a obturar los huecos mayores de los aluviones, reduciendo así la velocidad del agua filtrante. Se seguía después inyectando, hasta el rechazo, a una



Fig. 5. Cimentación sobre pilotes de hormigón armado en la central de Ullals, España, efectuada por Casa Rodio. (Del folleto de dicha Casa)

miento de formación de pantallas de impermeabilidad con pilotes de hormigón hechos en los mismos aluviones.

En la presa de derivación de Persano, sobre el río Sele, en Italia (*Energia Elettrica*, 1931, páginas 765 y 904), presa móvil sobre zócalo fijo, elevando sólo el nivel normal de las aguas unos 9 m sobre el fondo del río, se creyó que los aluviones tendrían poco espesor y que se podría alcanzar el terreno impermeable, consiguiendo la impermeabilidad con una pantalla de tablestacas metálicas. No fué así; los aluviones alcanzaron 20 m de espesor en el centro del cauce.

Se recurrió entonces al empleo de pilotes de hormigón comprimido y armado tipo Wolfholz. A lo largo del rastrillo se practicó por medio de sondas una serie de agujeros de 0,30 m de diámetro, que se revestían con tubos de acero, distantes 0,40 m, y profundizados de 25 a 30 m. En estos tubos se introducía una armadura metálica central. Se inyectaban sucesivamente con lechada de cemento a la presión de 10 a 15 atmósferas. Esta lechada va rellenando los huecos de la capa aluvial, y, por efecto de la misma presión, el tubo se levanta y se extrae, permaneciendo en su puesto el pilote de cemento armado.

Las pilas (la presa tiene cuatro compuertas Taintor, de 17 m de luz y 6 m de altura) se apoyaban en sus cimientos sobre pilotes del mismo sistema, profundizados sólo unos 10 m.

El alma metálica de los pilotes sobresale sobre éstos unos 0,80 m, y se unía, englobándola, en la placa general de cimientos.

La Casa Agromán, en la consolidación de los cimientos de la Basílica de Nuestra Señora del Pilar y de una pila del puente del ferrocarril del Norte sobre el Ebro, cerca de Zaragoza, así como los Sres. Ribera y Peña en varios trabajos de consolidación de cimientos, han empleado y emplean para ello las inyecciones de lechada de cemento para aglomerar aluviones.

José LUIS GOMEZ NAVARRO
Profesor de la Escuela de Ingenieros
de Caminos

Una visita a Italia¹

III

Aprovechamiento del río Tidone

Con objeto del aprovechamiento integral de las aguas del río Tidone se constituyó en el Norte de Italia el Consorcio de Riegos del Valle del Tidone, con los propietarios del citado valle y bajo la dirección técnica del ingeniero Sr. Ballerio.

Con las obras e instalaciones que más adelante describiremos, el Consorcio ha puesto en regadío el fértil terreno comprendido entre los ríos Po y Trebbia (fig. 1).

Las dos obras principales del Consorcio son la presa sobre el río Tidone, completamente construida hoy día y en explotación, y la presa sobre el Tidoncello, afluente del anterior, dando origen a la creación de dos embalses, de capacidades respectivas

de 12 500 000 y 5 100 000 m³, destinados a la regularización de dichos ríos, obteniéndose un caudal medio continuo de 2 500 m³/s; la cuenca alimentadora total de ambos embalses tiene una superficie aproximada de 113 km².

Las dos presas son del tipo americano de bóvedas múltiples con generatrices inclinadas, apoyadas sobre contrafuertes; la presa del Tidone tiene una altura de 52 m sobre la cimentación, y la del Tidoncello, 45 metros; ambas son de hormigón armado.

El agua embalsada en estos pantanos no solamente se emplea para riego, pues el objeto de estos Consorcios es la utilización integral de las aguas del río o torrente, aprovechándose los saltos producidos por embalses y canales de derivación para la creación de energía mediante la adecuada intercalación de centrales. Así la presa del Tidone lleva una central de pie de presa ubicada en el interior de la misma y bajo el canal de descarga del aliviadero de superficie; tiene esta central tres turbinas de eje vertical direc-

¹ Véase el número de 15 de marzo de 1932, pág. 133.