

cientemente para resolverlos con acierto. No creo que esta afirmación que aquí hago hiera el amor propio de una clase cuyo trabajo y campo complementan los nuestros en muchas ocasiones, como no creo nos sintiéramos molestos los ingenieros de Caminos porque se nos dijera que no sabíamos hacer cosas verdaderamente artísticas, puesto que nuestra ciencia es esencialmente práctica y nuestra educación profesional, aun sin dejar la parte artística que se cultiva en nuestra Escuela, es principalmente utilitaria.

No considero preciso extenderme en más consideraciones para dejar bien sentada la conclusión de que debe existir el ingeniero municipal y únicamente examinar quién tiene más títulos y derechos para ocupar esos puestos. Basta, como decía muy bien la REVISTA, examinar detenidamente los programas y su extensión, en las diversas Escuelas, para convencerse de que las cuestiones de vías y obras municipales caen de lleno en el campo de nuestra especialidad y, por tanto, que el modo de solucionar este asunto sería sencillamente el llenar una laguna que tanto el Estatuto municipal como el Reglamento dictado para su ejecución, han dejado subsistir, y es la publicación de un Reglamento de Vías y obras municipales, inspirado en la misma forma que el de Vías y obras provinciales.

Todo esto que acabo de decir se refiere a lo que podríamos llamar campo oficial, pues en el particular creo debe tenderse hacia la libre competencia y que venza aquel que esté mejor preparado y estudie mejor los asuntos. Ahora bien: este terreno, que parece estar hoy día libre, no lo es tanto, pues en cuanto en el trabajo que ha de realizarse interviene algún elemento de construcción que *huela* a edificación, nos atajan el camino los arquitectos. Citaré también un caso que me ha ocurrido (por creer que es la mejor manera de probar mis afirmaciones): Mientras estuve en León procedí, en unión de nuestro compañero Augusto Marroquín, y aprovechando los ratos de descanso de nuestro trabajo oficial, al estudio de un plan completo de urbanización y saneamiento de León, en el cual, además de obras de pavimentación, ensanche y ornato, iba incluida la construcción de un mercado de abastos y de un mercado de ganados, instalaciones ambas eminentemente industriales y sin gran lujo arquitectónico; pues

bien: cuando hubimos terminado nuestros proyectos se nos hizo saber que se opondrían a su aprobación los arquitectos, porque, según ellos, no podíamos firmarlos nosotros, y si quisimos sacarlos adelante, hubimos de buscar la firma de un arquitecto para unir a las nuestras. La razón de esta sinrazón no es, a mi juicio, otra que la inexistencia de unos Aranceles en igual forma que los que se aprobaron para los arquitectos por Real decreto de 1.º de diciembre de 1922 (*Gaceta* del 3), y que servirían, no sólo para fijar los honorarios a percibir por la redacción de proyectos, sino para determinar el alcance del campo de nuestra actividad.

¿No es un contrasentido que se nos limite a nosotros en la forma que he explicado más arriba, o en otra parecida, y, en cambio, los arquitectos tengan incluidos en su *segundo grupo* «camino vecinales y de utilidad privada, puentes, embalses, canales, acequias y brazales de riego de servicio particular», y en su *cuarto grupo* «construcciones hidráulicas para alumbramiento y abastecimiento de aguas para usos industriales, alcantarillado y demás obras de saneamiento de poblaciones? Pues, si lo es, ¿a qué se espera para hacer oficiales los Aranceles que ya conoce nuestra Asociación y que tan discutidos han sido?

Y, para terminar, diré que si esa peregrina idea del Ingeniero sanitario, que ya conocen los lectores de la REVISTA, se realizase, desde ahora sabríamos quiénes iban a monopolizar dicho título con sus exclusivas anejas, pues únicamente los que, cobrando sueldos del Estado, fuesen destinados en comisión a Madrid, para seguir los cursillos de la Escuela Sanitaria, podrían alcanzarlo, mientras que los que, aunque tenemos el mismo carácter de funcionarios del Estado que ellos, puesto que éste nos hace sus ingenieros, nos vemos obligados, al terminar la carrera, a buscarnos un sitio donde luchar por la vida (pues no somos lo suficientemente ricos para esperar los ocho o diez años necesarios para entrar al servicio de ese Estado), nos sería de todo punto imposible alcanzar nunca ese título, ni ocupar, por tanto, ningún cargo, para los que no tardaría en exigirse.

Si de estas ideas, que toscamente he expuesto, nace la unión de todos los compañeros para no dejarnos arrebatar lo que es nuestro, quedaré suficientemente recompensado.

José PAZ MAROTO  
Ingeniero de Caminos

## Revista de revistas

### Nuevo método para impermeabilizar terrenos. Inyecciones de asfalto caliente.

De la revista *Engineering News Record* correspondiente al 20 de mayo de 1926 extractamos la siguiente nota:

En la construcción de la presa de Hales Bar, en el río Tennessee, se presentaron grandes dificultades. Después de ensayar varios métodos, la cimentación se hizo hincando cajones por aire comprimido en la roca caliza del fondo del río. Se consiguió construir una presa perfectamente estable; pero existían grandes filtraciones a través de la roca de cimentación. Para combatir las se hicieron inyecciones de cemento por medio de ataguías

sumergidas; pero a la terminación de la obra se vió que las filtraciones continuaban siendo de gran importancia.

Con objeto de hacer desaparecer las filtraciones mayores, en las que se apreciaba perfectamente el origen (figura 1.ª), se arrojó escollera que se recubrió con grava, y sobre ésta, arcilla. El resultado fué aumentar la dificultad, pues por causa de la velocidad del agua desapareció pronto la arcilla, y la piedra producía, como consecuencia, la extensión del área de entrada del agua. Otro procedimiento intentado fué tapar con alfombras viejas y lonas sujetas con hormigón en sacos los orígenes de grandes filtraciones, consiguiéndose de este modo el resultado perseguido en zonas pequeñas; pero se producía en seguida otra filtración grande en las inmediacio-

nes, pues el fondo del río está constituido por una capa de limo que insiste sobre otra de grava que se apoya en la caliza fisurada, y al desaparecer una filtración se rompía en las inmediaciones la capa de limo impermeable.



Fig. 1.ª

Se decidió entonces explorar todo el terreno de cimentación para conocer la situación de las grietas, que se pensaba rellenar haciendo pozos aguas arriba de la presa, perforados con auxilio del aire comprimido. Para hacer la exploración antedicha se perforó en la coronación de la presa un túnel de 0,70 m por 2,25 m (fig. 2.ª), desde el que se hicieron taladros. Las grietas encontradas variaban mucho en grueso, siendo, en general, de 15 a 25 cm, llegando algunas a 50 cm; unas se en-

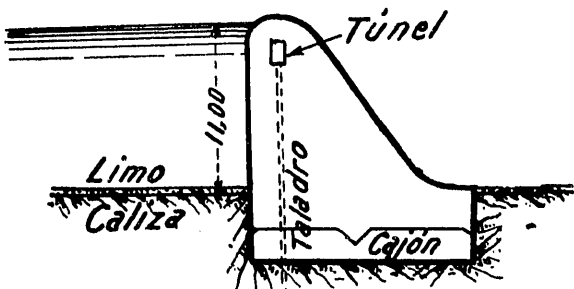


Fig. 2.ª

contraron rellenas con limo o grava, mientras otras se hallaban limpias, y el agua las recorría con gran velocidad, hasta el punto de dificultar la perforación de los taladros. En una grieta excepcional de 90 cm de abertura, y que se prolongaba horizontalmente en 9 cm decreciendo en grueso, la velocidad del agua era de 1,70 m por segundo.

El nivel del agua en las grietas variaba con el nivel del río, y estaba turbia o clara, según lo estuviera el río, lo que demostraba claramente que las filtraciones no procedían de aguas subterráneas.

En virtud de los resultados de la exploración se pensó en un nuevo método para rellenar las grietas. Mr. Christians concibió la idea de rellenar las grietas con un material como asfalto, que pudiera inyectarse en estado líquido y que se solidificara rápidamente al contacto con el agua, para evitar que pudiera ser deslavado por la corriente. Era, pues, necesario mantener el asfalto líquido durante el descenso por los taladros, y para esto se pensó instalar en el agujero un tubo perforado en la extensión del terreno permeable con una resistencia eléctrica en el interior sujeta al extremo del tubo. El circuito se constituía así por la resistencia y el tubo para retorno de corriente.

Antes de aplicar el nuevo procedimiento se hicieron algunos ensayos. Para demostrar la penetración del asfalto a través de grietas pequeñas llenas con agua corriente se conectó una pequeña bomba sumergida en asfalto caliente con una cámara de prueba por medio de un tubo de 15 m de longitud enfriado por aire, unido

por un codo de ángulo recto a otro tubo de la misma longitud sumergido en agua fría. La cámara de prueba consistía en un tubo de acero de 25 cm de diámetro y 3,15 m de longitud, relleno con trozos de caliza de unos 8 cm de arista. El asfalto caliente entraba en la cámara por el tubo acodado, que penetraba 60 cm en dicha cámara y estaba perforado en toda esa longitud, y el agua entraba por un tubo de 5 cm de diámetro en el otro extremo. La salida del agua se efectuaba por diez orificios de 2,5 cm de diámetro practicados en toda la longitud de la cámara.

Los primeros experimentos se hicieron con presión de 3,5 kgs por centímetro cuadrado, comprobándose que el asfalto caliente llegaba bien a la cámara, relleno los huecos de la grava, y taponaba las salidas de agua de la cámara según iba llegando a ellas. Se dejó enfriar la cámara por la noche, y a la mañana siguiente se repitió la operación, empleando presión de 14 kg por centímetro cuadrado. En esta segunda parte se vio que el asfalto caliente seguía penetrando en la cámara para rellenar los huecos que quedaban aún entre las piedras y comprimía el asfalto frío inyectado anteriormente, dando gran compacidad al relleno.

Se hicieron otros experimentos, haciendo entrar agua en la cámara de prueba con presión de 11 m de agua, que es la altura máxima del embalse, y se demostró que el asfalto caliente rellenaba los huecos y expulsaba el agua con tal de emplearlo con bastante exceso.

Con la experiencia adquirida en los ensayos se montó una gran instalación para impermeabilizar el terreno de cimentación de la presa. Consistió en una gran caldera y una bomba rotatoria que enviaba el asfalto caliente a toda la longitud del túnel por medio de una tubería calentada eléctricamente. En la tubería se hicieron derivaciones, y en cada una se instalaba otra bomba pequeña, pudiendo de este modo hacer cuatro o más inyecciones simultáneas en los taladros hechos previamente por medio de perforadoras, y en los que se colocaban otros tubos calentados también por medio de corrientes eléctricas.

Los resultados obtenidos han sido satisfactorios, habiéndose detenido todas las filtraciones de importancia. No se ha conseguido la impermeabilización total, por considerarse que la multiplicación de los taladros e inyecciones correspondientes originaría grandes gastos que no compensarían las ventajas obtenidas.

La calidad del asfalto que debe emplearse en cada caso, así como la presión más conveniente, han de fijarse por un detenido estudio de las condiciones locales. En general, conviene empezar las inyecciones con asfalto blando de bajo punto de fusión para rellenar prontamente las grietas; al fin de la operación resulta más apropiado asfalto duro para comprimir al primeramente inyectado y hacerle adaptarse perfectamente a las paredes de las grietas.

Se atribuyen las siguientes ventajas a las inyecciones de asfalto sobre las de mortero de cemento portland:

1.ª Pueden usarse para taponar pasos en los que circule agua, pues en cuanto el asfalto se pone en contacto con el agua se endurece. En cambio, el mortero se deslava, y aun cuando el agua circule muy despacio, siempre se pierde mucho material.

2.ª El tubo perforado puede extenderse a cualquier profundidad, y cuando se encuentra gran resistencia a la inyección, hay grandes probabilidades de que las grietas están rellenas. Con las inyecciones de mortero, la resistencia a la inyección puede proceder de obturaciones en el tubo.

3.ª Con las inyecciones de asfalto, una interrupción no tiene trascendencia; en las inyecciones de mortero, la interrupción da lugar al fraguado del mortero y consiguiente necesidad de hacer otro taladro.

4.ª El coste de las inyecciones de asfalto resulta menor que el de las de mortero, pues se necesita muy poco personal.