

mente a otros sistemas, para idénticos resultados, sobre todo con aguas conteniendo escasos residuos industriales. La economía es más notable en los procedimientos de agitación mecánica, cuyo empleo se va generalizando. Es ventaja también muy de tenerse en cuenta la facilidad de seguir la marcha de los resultados en el laboratorio.

El mayor inconveniente del procedimiento es el ulterior tratamiento de los lodos por su fuerte proporción de agua (95 a 98 por 100), lo que hace el secado difícil y costoso. Los partidarios del sistema proclaman que este lodo posee un poder fertilizante muy grande, por contener organismos fijadores del nitrógeno (fermentos nitrosos y nítricos). Este aspecto del asunto podría ser muy interesante; por lo cual son de notar los estudios de Peck, ingeniero consultor de N. Y. City, que ha estudiado la fijación del nitrógeno atmosférico por estos lodos activados, llegando a las siguientes conclusiones:

Bajo ciertas condiciones es posible la fijación del

nitrógeno atmosférico por aireación en presencia de lodos activos.

La cantidad de nitrógeno fijado en algunos casos es el 65 por 100 del existente en las aguas negras.

La condición esencial para la fijación de este nitrógeno atmosférico parece ser la existencia de ciertos microorganismos (B. Crenothrix).

La presencia de óxido férrico parece esencial. El citado autor opina puede llegarse a producir 848 libras por 10 000 habitantes.

En Berlín existe un organismo destinado a centralizar todos los documentos sobre la cuestión, y en los Estados Unidos la división de tecnología química del Consejo Nacional de investigaciones tiene también nombrada una comisión para el estudio de tratamientos de aguas negras, que se ocupa del asunto; pero la mayor parte de los estudios han sido hechos por los ingenieros de las Municipalidades, a cuya iniciativa dedicamos estas notas, recogidas ya hace algún tiempo con fines puramente especulativos.

A. G. VEDOYA  
Ingeniero de Caminos

## Procedimiento para impermeabilizar las obras de hormigón

En muchas construcciones de hormigón es de fundamental importancia obtener masas, si bien no absolutamente impermeables, en el sentido riguroso de la palabra, por lo menos prácticamente lo suficiente para que no haya resudaciones o filtraciones aparentes. En este caso se encuentran las azoteas y cubiertas de edificaciones urbanas o rústicas, bóvedas de los puentes, depósitos de agua, canales y acueductos y un sin fin de obras, cuya enumeración sería enojoso citar.

Entre los métodos que pueden emplearse para conseguir la impermeabilidad de una masa de hormigón saltan a la vista dos, que, en su esencia y en su modo de aplicación, son radicalmente diferentes:

1.º Impermeabilización de la superficie expuesta al contacto del líquido, cuya filtración quiere evitarse.

2.º Impermeabilización de toda la masa que ha de encerrar el líquido.

El primer procedimiento, que es el más generalizado en la práctica, consiste, como todos sabemos, en recubrir la superficie de hormigón que ha de estar en contacto con el líquido de una chapa, generalmente de mortero rico de cemento o sustancias de otra naturaleza, así como en el empleo de pinturas, que también constituyen una capa protectora. Desde luego se comprende que la más leve fisura que se produzca en el enlucido es causa de que el líquido tenga paso a la masa porosa que detrás de él existe, y que no ofrece obstáculo a su franca filtración y salida al exterior. Esto nos demuestra que el empleo de enlucidos no solamente grava de un modo notable los gastos de primer establecimiento de la obra, sino que también es un factor de bastante trascendencia en los gastos de conservación o entretenimiento de

la misma. Sobre todo, en los enlucidos de cemento que han de ser ricos en dosificación para ser impermeables, bien sabido es que la formación de grietas es casi inevitable, pues son consecuencia lógica de la retracción de fraguado. Obras hay que no pueden ponerse en servicio una vez acabadas, o que exigen después frecuentes reparaciones y minuciosos cuidados por la causa que acabamos de apuntar.

Más racional que impermeabilizar la superficie de una obra, es, desde luego, conseguir la de toda la masa que la constituye, encaminándose a esto el procedimiento que hemos colocado en segundo lugar. Lo interesante es obtener lo que se desea de un modo sencillo de ejecutar en la práctica y además económico, produciendo, incluso, un ahorro en el presupuesto de la obra con relación al primer método enumerado o de los enlucidos, siendo, por otra parte, más beneficiosos los resultados obtenidos.

Desde luego, una elección juiciosa de la dosificación granulométrica del árido, decidida después de numerosos ensayos, mucho hace en favor de la compacidad, y como consecuencia de la impermeabilidad de los hormigones, que puede conseguirse en muy alto grado aun con cantidades de cemento no muy elevadas y propias de las dosificaciones corrientes en obras de hormigón. Ahora, que esto no basta, entre otras razones, porque la dosificación granulométrica del árido es muy difícil conservarla en obra rigurosamente constante, pues es frecuente entre constructores creer que la clasificación concienzuda de los materiales supone una pérdida de tiempo y de dinero, que tratan de esquivar, cuando, en verdad, no hay ni dinero mejor invertido, ni tiempo más aprovechado que los empleados en mejorar las condiciones mecánicas de una construcción. Pero pese a ésta y otras

muchas razones, mientras los ingenieros inculcamos el verdadero Credo de la construcción moderna, predicando sus normas racionales y rompiendo con las muchas rutinas que sobre el ambiente se ciernen, hemos, si no de transigir, por lo menos soportar ciertos defectos que aún están muy arraigados.

Aceptando, pues, que la masa, por no ser suficientemente rica en cemento, o por defectos de dosificación granulométrica del árido, o por falta del apisonado suficiente, o por razones de otra índole diversa no resulta impermeable, puede conseguirse que lo sea de un modo bastante perfecto con solamente poner en práctica un procedimiento sencillísimo, y que hasta el momento presente me está proporcionando excelentes resultados. En toda obra de hormigón es conveniente, durante el fraguado, organizar riegos periódicos de la misma, que además producirán el efecto apetecido cuando en el agua se diluye una ligerísima cantidad de cemento, que basta, en la mayoría de los casos, para obstruir los poros que en el seno de la masa hayan podido quedar.

Las ventajas que este procedimiento ofrece no se ocultan ante la vista del lector, pues, entre otros, podemos citar como más fundamentales los siguientes:

1.º La mano de obra no sufre en absoluto el más ligero aumento.

2.º La cantidad de cemento empleada en tales riegos ni siquiera merece tenerse en cuenta, dada su exigüidad; y

3.º Se impermeabiliza la masa con el mismo elemento que entra en su constitución; no se introduce en su seno ninguna materia perjudicial, sino cemento, que incluso fraguará en los poros donde se aloje en forma de lechada muy diluída.

El proceso analizado es el que tiene lugar en las grandes presas de embalse, que en los primeros embalsados ofrecen filtraciones abundantes y numerosas, que sucesivamente van disminuyendo a medida que el légamo de las aguas va entarquinando los poros de las fábricas que las constituyen. Creo que es indudable la ventaja obtenida cuando el resultado que se consigue es el mismo, pero impermeabilizando con cemento, es decir, cuando éste sustituye a los tarquines arcillosos de las aguas sucias de un río.

Cuando los riegos se sustituyen por el contacto directo e inmediato de la obra con lechadas diluidísimas de cemento, los resultados conseguidos son aun más satisfactorios. Este es el caso, por ejemplo, de un depósito de agua que puede hacerse impermeable llenándole con agua ligeramente manchada de cemento y agitada con frecuencia.

F. FERNÁNDEZ ALVAREZ  
Ingeniero de Caminos

## Los puertos gallegos

(Notas de un viaje de prácticas)

Impresiones de un viaje de prácticas, recuerdos de las cosas que vimos y de las sabias lecciones recibidas de boca de los que para enseñarnoslas nos acompañaron, con algunos datos adquiridos entonces o más tarde, gracias a las facilidades que para ello nos han dado, son la base de este artículo. No nos proponemos, pues, decir en él nada nuevo para los lectores de la REVISTA, no ya de doctrina—nadie menos capacitado para hacerlo que nosotros—, sino ni siquiera de documentación, que sobradamente conocidos por todos son los hermosos puertos gallegos.

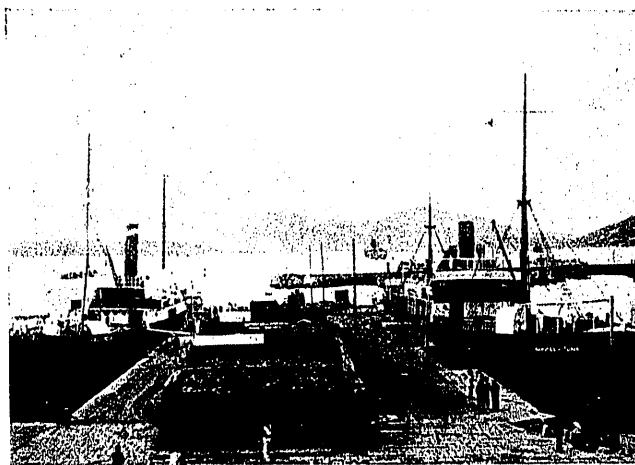
Más bien esta ligera descripción de las obras que en la pasada primavera visitamos en el transcurso de una gratisima excursión tiene por objeto mostrar nuestro agradecimiento a todos cuantos tan amablemente se esforzaron porque la utilidad fuera unida al deleite, haciéndoles ver que ni se perdieron sus lecciones ni hemos olvidado las numerosas atenciones de ellos recibidas. Si, a más de esto, conseguimos con estas líneas dar una idea de los puertos gallegos a quienes, por estar alejados de este sector de la vida profesional, no los conocen, la utilidad de este artículo habrá superado las esperanzas que en él ponemos y mayor será nuestra satisfacción.

Designada la fecha en que había de comenzar el viaje, el mal tiempo reinante hizo que por algunos días se demorase la salida, en espera de otro mejor; los días transcurrían y el tiempo continuaba malo, con una insistencia desesperante. Hubimos de resignarnos a salir en un día de fuerte y continuada lluvia, temiendo por el éxito de una excursión que con tan malos auspicios empezaba. Afortunadamente, con el solo transcurso de la noche de viaje, el tiempo cambió, y cuando llegamos

a El Ferrol era ya espléndido, continuando así durante la mayor parte de la excursión.

### El Ferrol. Puerto comercial

Guiados por el Sr. Peña, ingeniero-jefe de la Junta de Obras, visitamos las obras recientemente realizadas bajo



Fot. 1.º Muelle saliente.

su dirección en este puerto: un muelle saliente y el ensanche de un espigón antiguo. El primero, cimentado sobre bloques de hormigón, tiene una longitud de 75