



TECNOLOGÍA Y CALIDAD PARA MINIMIZAR EL ATAQUE QUÍMICO



Ing. Jair Armando Juárez Rodríguez
jjuarez@imcyc.com

Las construcciones de estructuras de concreto con problemas ante sus condiciones de servicio son abundantes y de diversa naturaleza. Se ha tenido la necesidad de dar una solución eficiente y económica a dicho tema con el objetivo de diagnosticar problemas de durabilidad y conocer los factores que en ella intervienen para minimizar su impacto.

En México, se tienen áreas con medios agresivos y en ocasiones es necesario construir infraestructura en esas áreas. Los agentes que afectan la durabilidad del concreto son de diversa índole, pero pueden ser clasificados en dos categorías: los agentes externos los cuales se encuentran en el medio ambiente o se deben a condiciones de servicio entre ellos encontramos los iones de cloruro, el dióxido de carbono, sulfatos, bacterias, abrasión y ciclos de congelamiento y deshielo. Por otro lado se tiene los agentes internos que se encuentran dentro del mismo concreto como los iones de cloruro incorporados en determinados aditivos y los álcalis del cemento que reaccionan con agregados potencialmente reactivos.

El daño en las estructuras de concreto esta en función del entorno en donde se encuentre y de la velocidad de penetración del agente (líquido, sólido o gaseoso) contaminante.

REACCIÓN ÁLCALISÍLICE

Los álcalis (iones Na⁺ y K⁺) son generalmente aportados por el cemento pòrtland, aunque es posible que adicionalmente se ingresen a través del resto de los materiales componentes del concreto incluso del suelo de contacto donde será depositado el concreto y pueden reaccionar con ciertos componentes potencialmente reactivos de algunos agregados (cuarzo tensionado, chert, calcedonia, ópalo, vidrio volcánico, arcillas, etc.). Requiere presencia de humedad, de ahí que es más

susceptible de detectarse en estructuras hidráulicas o marinas. La reacción es estimulada por ciclos de secado y humedad.

En México, se ha considerado el requisito de evitar el desarrollo de la reacción álcalisílice, sobretudo en estructuras de concreto hidráulicas de importancia que tengan contacto con el agua, como son, obras hidráulicas para riego, control de ríos y generación de energía eléctrica, obras marítimas y centrales nucleoelectricas. En este caso se ha prevenido con cemento Pòrtland con bajos contenidos de álcalis, puzolanas administradas en forma individual o cementos puzolánicos.

ATAQUE POR SULFATOS

En ocasiones se encuentran sulfatos de sodio, potasio, calcio o magnesio, que ocurren naturalmente en el suelo o disueltos en el agua que corre por el suelo o presentes en agregados (por ejemplo, piritita).

Dada sus características, las estructuras más expuestas a este tipo de ataque son las hidráulicas, como canales y tuberías, así como los cimientos en torres de transmisión y pavimentos de carreteras.

Un caso interesante que demuestra la importancia de considerar los diversos aspectos de la durabilidad es la presa Alcova, sobre el río North Platte, en Wyoming, EU, presa de terraplén que tiene 81 m de altura. La construcción inició en 1935 y concluyó en 1938. Dicha presa cuenta con un vertedor de canal abierto revestido de concreto. Con el paso de los años el deterioro progresivo del concreto en el piso del vertedor originó erosión y descascamiento severos.

El análisis químico del agua indicó que tenía un contenido de sulfato soluble igual a 1,370 ppm; otras aguas subterráneas de la misma zona, tenían suficiente cantidad de sulfatos solubles para ejercer un ataque. La conclusión fue que el deterioro se atribuía principalmente al ataque de los sulfatos presentes. **C**

EDIFICIOS RESISTENTES A LOS TERREMOTOS



Ing. Jair Armando Juárez Rodríguez
jjuarez@imcyc.com

E

l movimiento de la superficie terrestre que provoca un terremoto no representa un riesgo, salvo en casos excepcionales, pero sí nos afectan sus consecuencias, ocasionando catástrofes: caída de construcciones, incendio de ciudades, avalanchas y tsunamis.

Aunque todos los días se registran una buena cantidad de terremotos en diversas partes del mundo, la inmensa mayoría son de poca magnitud. Sin embargo, se suelen producir dos o tres terremotos de gran magnitud cada año, con consecuencias imprevisibles y, a veces, desastrosas.

Los científicos aún no han llegado a una forma de predecir los terremotos. Pero la Universidad de Leeds en Inglaterra, ha llamado la atención por su nuevo proyecto el cual está dirigido a la protección de la sociedad.

Este proyecto ISSB (*Intelligent Safe and Secure Buildings*) tiene como objetivo hacer edificios inteligentes capaces de soportar los peores temblores incluso terremotos que se susciten en las diferentes ciudades incluso de auto repararse.

Busca desarrollar un sofisticado material (nanotecnológico) el cual al ser sometido a niveles de presión pase de su estado sólido a líquido, y una vez dejando de estar bajo esas condiciones de presión vuelva a su estado sólido original.

Los primeros prototipos de este interesante material cementante se desarrollan en Grecia a cargo del Nano-Manufacturing Institute de la Universidad de Leeds. Una vez obtenido resultados deseados, estos se harán a grane escala y una de las particularidades

de este proyecto es la posible combinación de este material con el yeso para dar como resultado una mezcla eficiente.

Por lo general, no estamos preparados para prevenir desastres. Es por ello que la mayoría de personas que se ven afectadas cuando hay desastres, como un terremoto, padecen más por la falta de prevención que por el terremoto en sí mismo. **C**





DETERIOROS EN LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO



Arq. José Antonio del Rosal García
jdelrosal@imcyc.com

S

e estima que en países desarrollados, del 30 al 50% de los recursos anuales invertidos en la Industria de la construcción son asignados a la reparación o el mantenimiento de estructuras existentes. Por lo tanto, es recomendable realizar revisiones en estructuras de concreto con los siguientes intervalos de tiempo:

EDIFICIOS DE VIVIENDA Y OFICINA	10 AÑOS
EDIFICIOS INDUSTRIALES	5 A 10 AÑOS
PUENTES	2 A 6 AÑOS

El diagnóstico para identificar una falla en una estructura de concreto surge de una compleja interacción de la información disponible de la estructura referente a su esquema estático, cargas, capacidad portante, etc., otro factor importante es la agresividad del medio ambiente y lluvias, condiciones de servicio, inspección visual, ensayos in situ o de laboratorio, cálculos y verificaciones.

Existe una gran gama de daños en las estructuras de concreto:

- Deterioro por ciclos de hielo:
Se presenta por presencia de agua en los poros de la pasta y de los áridos de elevada absorción, disminución de la temperatura, congelamiento de agua, aumento de volumen, tensiones internas de tracción, fisuras en la pasta, alrededor y a través de los áridos y el aumento de la temperatura, este daño es posible corregirlo con una reparación superficial localizada.
- Acción de la variación térmica:
Se presenta por la variación de las temperaturas, contracción y dilatación volumétrica, generación de esfuerzos de tracción y la formación de fisuras activas, este daño se puede corregir aislando térmicamente el elemento fisurado, inyección y con un proyecto de junta de dilatación con mastiques sellantes.

Así mismo, podemos encontrar los siguientes daños en las estructuras de concreto: retracción hidráulica y térmica; reacción álcali agregado; ataque por sulfatos, deterioro por agua de mar; eflorescencia; impacto; abrasión; erosión; cavitación; acciones biológicas; flexión y cortante; adherencia y anclaje; corrosión y carbonatación; y fallas constructivas.

Debido a que las propiedades afectan el comportamiento de la reparación, rehabilitación y control, es indispensable escoger los materiales o sistemas correctos, por lo que se requiere de un cuidadoso estudio.

Una forma de identificar que el concreto presenta alguna patología es con la presencia de grietas las cuales podemos clasificarlas en pasivas y activas, para las grietas pasivas se recomienda utilizar epóxicos, para las grietas activas, uretanos, auto-nivelantes, poli-sulfuros y epoxis semi-rígidos.

Las resinas epóxicas para inyección son clasificadas normalmente (ASTM C-881) como:

Tipo I: Aplicaciones donde no se transmiten cargas a través de la grieta.

Tipo II: Aplicaciones donde se transmiten cargas a través de la grieta.

Para evaluar la problemática de una estructura es necesario elaborar un plan de trabajo que incluya, desde la selección del análisis (evaluar la calidad del concreto por medio de ensayos, Resistividad, Ultrasonido, Esclerómetro, Profundidad de carbonatación, Concentración de cloruros, Porosidad), evaluar la corrosión del acero de refuerzo (localización del acero, mediciones potenciales y estimación de las velocidades de corrosión).

Finalmente, para estimar la durabilidad de las estructuras, es necesario incluir evaluaciones que permitan conocer el estado del acero y del concreto, de ahí la importancia en considerar las pruebas químicas y electroquímicas como herramientas para dar un diagnóstico por durabilidad. **C**



FOLKSTONE: REPARACIÓN CON CONCRETO



Arq. José Antonio del Rosal García
jdelrosal@imcyc.com

Concrete Repairs Limited, recientemente se ha adjudicado el contrato para reparar el concreto e instalar un sistema de protección catódica en el rompeolas en Folkestone, Municipio ubicado al sureste de Inglaterra.

La estructura actual, que fue construida a finales de la década de 1930 se compone de una serie de arcos de concreto y un paseo marítimo con un muro de contención en la parte posterior. En términos generales, se ha considerado que la estructura se ha mantenido notablemente bien, pese a las duras condiciones a las que se ha sometido, ya que es una estructura de más de 80 años. Cabe resaltar que en el agua de mar, en su estado normal, se puede encontrar un amplio rango de concentraciones de sales disueltas, aunque siempre con una proporción constante de un constituyente a otro; las concentraciones son más bajas en las zonas frías o templadas que en las cálidas y resultan especialmente altas en zonas de aguas bajas con tasas excesivas de evaporación diurna.

Debido a su alto contenido de cloruros, el agua de mar representa un elemento ofensivo



para el concreto y el acero de refuerzo pues propicia y acelera el fenómeno de la corrosión. Principalmente en la costa, la brisa marina acarrea importantes contenidos de humedad que, naturalmente, lleva en sí cloruros; de esta manera, estructuras que no están en contacto directo con el agua de mar, sufren igualmente sus embates. Los cloruros se vuelven así un elemento activo en el proceso de daño y degradación de las estructuras de concreto en franjas marítimas. De acuerdo con la concentración con que se presenten en el agua de mar, quedará definido su grado de agresividad, por lo que habrá que esperar que algunas zonas tengan un mayor potencial dañino que otras.

Actualmente, el rompe olas de Folkestone es disfrutado por miles de personas de la localidad y turistas, ya que los arcos proporcionan una gran área de esparcimiento y protección contra el viento y el sol. Sin embargo, como es posible observar en las imágenes, es ahora una necesidad desarrollar un plan de reparación, en el cual CRL trabajará en conjunto con el Consejo de Distrito de Shepway para devolver a esta estructura icónica de finales de la década de 1930 su antigua gloria.

La fecha de inicio del Proyecto, con un valor de 2 millones de libras fue el 23 de mayo del presente año, y tendrá una duración de 35 semanas. Durante su ejecución, las condiciones de trabajo serán extremadamente difíciles, y en algunos casos imposibles, debido a que la etapa final del proyecto se llevará a cabo a través de los meses de invierno. Los trabajos principales implican la gestión marina, ya que en el invierno hay trabajo de las mareas, reparaciones estructurales superficiales y la instalación de un sistema de protección catódica. **C**