



PATOLOGÍAS DEL CONCRETO

Proceso de Carbonatación en Concretos

Jaime Andres Álvarez Mora
Armando Sergio Martínez Molina

jandres.mora91@gmail.com
martinezmolinaa@gmail.com

Introducción

El presente artículo trata sobre los problemas de corrosión en elementos estructurales de concreto expuestos a elevados niveles de humedad y temperatura.

El ensayo se ubica en una edificación del estado de Veracruz, donde se realizan pruebas físicas, químicas, mecánicas y electroquímicas para determinar los daños ocasionados a una torre de concreto reforzado, para determinar los daños ocasionados por carbonatación, producto de falta de mantenimiento y su exposición a un ambiente agresivo (E. E. Maldonado-Bandala, 2018).

La corrosión en el concreto armado en condiciones ambientales extremas, provocan patologías que pueden ocasionar problemas en el comportamiento estructural en su funcionalidad, seguridad y altos costos de mantenimiento, en casos extremos, graves daños que pudieran atentar en pérdidas de vida de las personas que lo habitan (Helene, 2003).

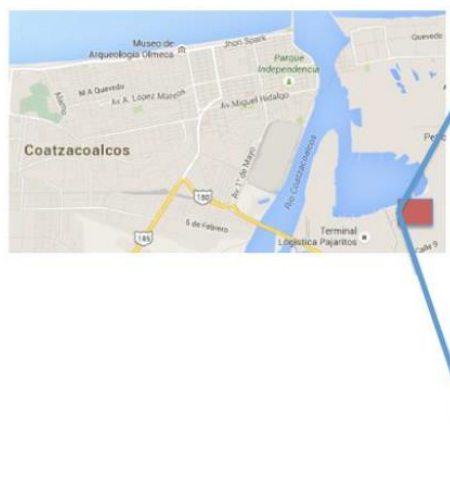
La parte inicial de estudio se centra en la inspección de los elementos estructurales, a través de drones, mismos que proporcionaron información a detalle de los problemas existentes:

- Fallas en control de calidad de materiales
- Procesos constructivos erróneos
- Rehabilitaciones incorrectas

La importancia de este estudio radica en la necesidad de rehabilitar y poner en funcionamiento las torres de hormigón armado, que representan un activo petrolero de vital importancia económica para el sur del estado de Veracruz.

Desarrollo

La torre estudiada está expuesta a un entorno agresivo, clasificado como B2 según las Normas Técnicas Complementarias del Distrito Federal (NTC-DF). Esto se debe a que se encuentra entre grandes cuerpos de agua de mar y gases industriales.



La estructura cilíndrica cuenta con dimensiones de 23 m de diámetro, más de 70 m de altura y un espesor de 30 cm.; es de concreto reforzado con acero AISI 1018, el agregado utilizado es arena de sílice y agregado grueso de cuarzo.

Debido a la complejidad geométrica de la estructura y el acceso limitado a áreas muy altas se tomó la decisión de realizar una inspección visual utilizando un UAV (dron), para el cual se diseñó una misión autónoma a través de un plan de vuelo basado en puntos secuenciales mediante GPS a través de las caras de la torre, dividiéndolos en Norte, Este, Sur y Oeste.

Las imágenes obtenidas mostraron que la estructura presentaba evidencia clara de reparaciones que no fueron efectuadas correctamente, acelerando los procesos de deterioro en el sistema de acero / concreto.



Resultados

Clave de ubicación	U2-NP-P01	U2-P1-P02	U2-P1-P03	U2-P1-P04	U2-P1-P05	U2-NP-P06
Orientación	Oeste	Sur	Sur	Sur	Sur	Norte
Altura desde la base de la estructura (m)	Nivel de piso	16	16	16	16	Nivel do piso
Resistencia a la compresión simple f_{ck} (kgf/cm ²)	246	---	181	115	---	---
Concentración de cloruro a 3 cm de profundidad. (% en peso de hormigón)	---	---	0.05	0.039	---	0.079
Concentración de cloruro a 3 cm de profundidad. (% pp de cemento)	---	---	0.65	0.41	---	0.81
Concentración de sulfato a 3 cm de profundidad. (% pp de hormigón)	19.35 13.37	---	21.77	46.09	---	---
Potencial de corrosión (mV vs Cu / CuSO ₄)	>-200	>-200	>-200	<-350	>-200	>-200
Velocidad de corrosión (µA/cm ²)	0.1 - 0.5 Moderada	> 1 Muy Elevada	0.1 - 0.5 Moderada	> 1 Muy Elevada	> 1 Muy Elevada	0.1 - 0.5 Moderada
Cobertura media (mm)	30.5	38	34.5	34.5	28	36
Diámetro medio (mm)	17.9	17.9	16.9	19.5	19.6	24.9

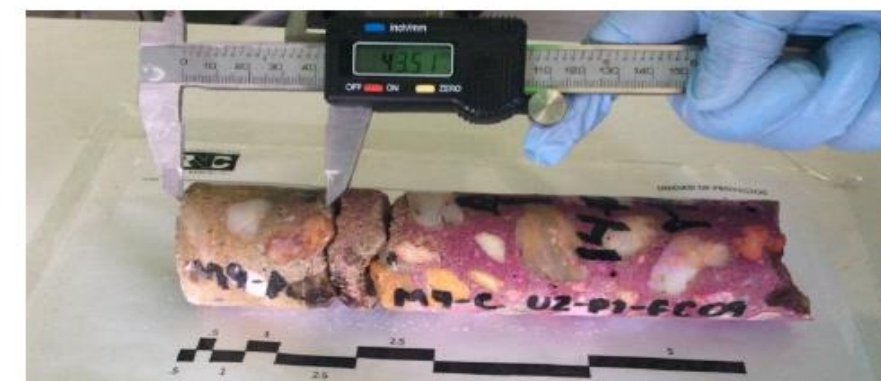


Figura 5. Profundidad de carbonatación en la zona U2-P1-P04, donde se observan considerables profundidades de daños y grietas paralelas a la superficie.

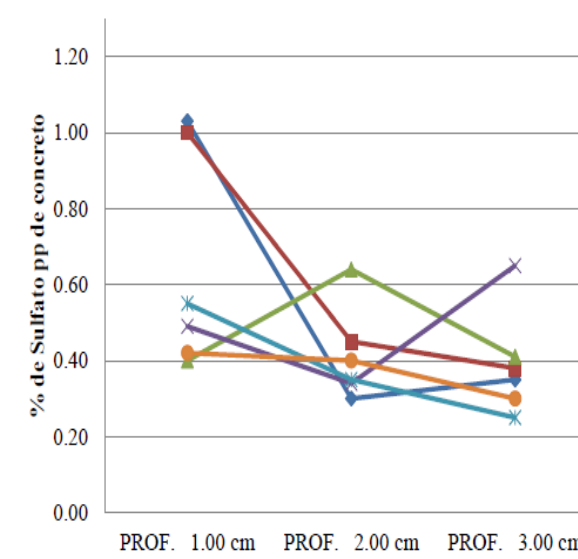


Figura 6. Resultados de la concentración de sulfatos, donde se observa que todas las áreas de prueba están dañadas por sulfatos, debido al exceso de sulfatos cuyo límite debe ser 0.40% pp de concreto.

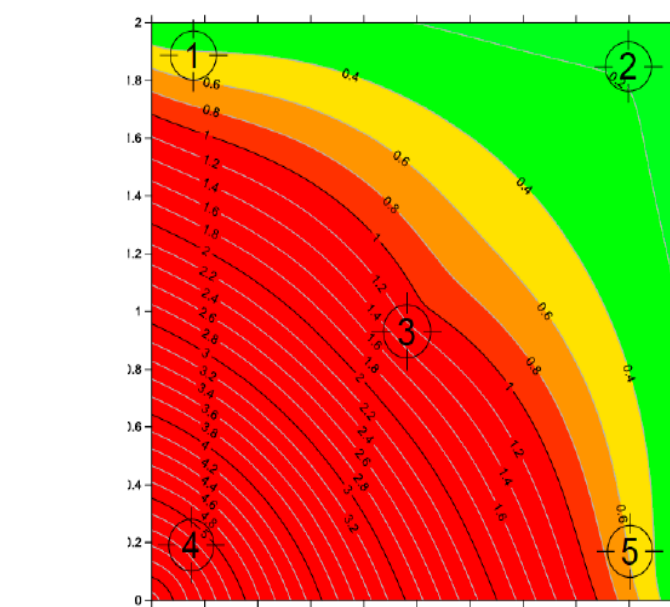


Figura 7. Área de estudio U2-P1-P04, donde se observan valores de velocidad de corrosión muy elevados.

Conclusiones

El uso de vehículos aéreos no tripulados (drones) para la inspección de estructuras de hormigón armado es una herramienta poderosa que permite la visualización de áreas donde el personal no puede acceder. El mecanismo que rige la corrosión en la estructura estudiada es la carbonatación, debido a la alta concentración de CO₂ en el medio ambiente y a una humedad relativa considerable, lo que provocó la reducción del pH del hormigón y la despasivación del refuerzo. Las emisiones de sulfato en el entorno industrial y su depósito en los muros de hormigón generaron una disminución considerable de la resistencia mecánica, que se refleja en grietas y delaminación. Las reparaciones previamente ubicadas han acelerado el daño por corrosión en áreas adyacentes debido a la generación de celdas galvánicas. Los bajos valores de resistencia mecánica del hormigón y la alta tasa de corrosión en varias áreas de estudio comprometen estructuralmente la torre y la seguridad del personal que trabaja en ella, lo que requiere una intervención inmediata de rehabilitación y refuerzo.

Bibliografía

Bandala, E. E. M., Mendoza, D. N., Jimenez, J. L. V., & Borges, P. C. (2018). Evaluation of pathological problems associated with carbonation and sulfates in a concrete tower with more than 50 years in service. *Revista ALCONPAT*, 8(1), 94-107.

Helene, 2003, Sulaimani 1992, Andrade 1992, del Valle et al, 2006)