

INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN

De Estructuras Afectadas por Diferentes Patologías

Schierloh María Inés*
schierlm@frcu.utn.edu.ar

Rougier Viviana Carolina†
rougierv@frcu.utn.edu.ar

Resumen

Este trabajo presenta resultados obtenidos en los estudios efectuados en diversas estructuras afectadas por diferentes patologías. Los casos analizados contemplan por un lado, problemas de corrosión comúnmente observados en estructuras civiles ubicadas próximas al litoral fluvial, y por otro, casos de corrosión observados en estructuras expuestas a ambiente urbano. A modo de ejemplo, se presenta la metodología científica-técnica desarrollada por el Grupo de Investigación en Rehabilitación de Estructuras (G.I.R.E.) para evaluar el estado de deterioro existente en estructuras de hormigón armado con más de 20 años de antigüedad ubicadas en la ciudad de Concepción del Uruguay. Dichas estructuras presentaban, problemas de corrosión de armaduras causados por factores tales como: defectos constructivos, filtraciones, acumulación de agua, empleo de materiales y dosificaciones de mezclas inadecuadas. Se describen los resultados de los ensayos no destructivos realizados en las obras y se los analiza a fin de establecer las causas posibles que provocaron el deterioro. Los resultados demostraron que los problemas de corrosión observados en las estructuras inspeccionadas no solo dependen de las condiciones de servicio, a los cuales están expuestas las estructuras, sino además de la calidad de los materiales constitutivos del hormigón, así como de otros aspectos tales como falencias en la ejecución, diseño y mantenimiento.

Palabras-clave: Corrosión, Inspección visual, Evaluación y Patologías.

* Prof. Mg. en Ingeniería, Grupo de Investigación en Rehabilitación de Estructuras (G.I.R.E.).

† Prof. Dr. en Ingeniería, Grupo de Investigación en Rehabilitación de Estructuras (G.I.R.E.). Universidad Tecnológica Nacional / Fac. Reg. Concepción del Uruguay / Entre Ríos / Argentina.

1 Introducción

El estudio de los procesos de corrosión, especialmente en hormigón armado, revela que a pesar de toda la información disponible sobre el tema, éste continúa siendo un problema enfrentado por muchos ingenieros y su prevención todavía involucra una importante dificultad [1].

Numerosas investigaciones se han dedicado a estudiar las causas y mecanismos de deterioro generados por los procesos de corrosión, mientras que la evaluación de la integridad de las estructuras corroídas ha recibido relativamente poca atención. Algunos trabajos han analizado la corrosión del acero en su período inicial. El problema real, sin embargo, es estimar la vida de servicio remanente de las estructuras de hormigón armado cuando el deterioro ha progresado más allá del período inicial y la corrosión se ha propagado [2].

En la mayoría de los casos, las inspecciones tienen dos finalidades: establecer un diagnóstico y definir un tratamiento. Primero se determina el grado de deterioro que presenta la estructura de hormigón armado afectada por la corrosión de sus refuerzos. Se realiza una inspección detallada en el edificio, con una serie de mediciones como pueden ser: potencial electroquímico de corrosión, reducción de sección de los refuerzos, contenido de iones cloruro en el hormigón, profundidad de carbonatación, etc..

En este trabajo se muestran los análisis realizados en diferentes estructuras que se observaron dañadas por procesos corrosivos originados por diversas causas en la zona de influencia de la Fac. Reg. Concepción del Uruguay. A partir de la evaluación de las construcciones revisadas se procedió a identificar las posibles causas de estas patologías.

2 Recopilación y análisis de antecedentes

En función del programa de trabajos previsto se recopilaron antecedentes referidos a protocolos de inspección a escala nacional e internacional, con especial énfasis en la temática de evaluación y rehabilitación de estructuras afectadas por corrosión, para lo cual se concentraron los mayores esfuerzos iniciales del proyecto.

La metodología empleada para realizar el siguiente trabajo consistió inicialmente en una indagación de la información existente, priorizando aquella vinculada al conocimiento científico y técnico del ámbito de estudio. Dicha indagación se complementó con una inspección de campo detallada, donde se realizaron ensayos in-situ (datos primarios). Adicionalmente, se documentaron fotográficamente las condiciones existentes en el momento de la auscultación, en especial los sitios afectados del área de estudio. Se observaron patologías externas características, a partir de las cuales, y confrontándolas con los resultados de los ensayos realizados, se pudo deducir cual fue la naturaleza y los

mecanismos de los fenómenos involucrados, así como estimar sus posibles consecuencias.

3 Inspecciones realizadas

La información se sistematizó mediante el uso de tablas para facilitar su interpretación, reducir el margen de error en el análisis y poder así determinar las patologías encontradas. Se usaron tres tipos diferentes de tablas: De **Información Previa** - Datos Generales que incluyen: localización, tipo de edificación, antigüedad, documentación de obra, datos de mantenimientos, información técnica del constructor, tipo de elemento estructural, materiales usados. De **Inspección Visual Preliminar** – Datos del relevamiento de la estructura: los daños observados, presentan manifestaciones externas características (salvo pocas excepciones) los que fueron identificados, especificando los elementos estructurales donde se encontraron ubicados. Y de **Ensayos** - Datos de los ensayos realizados in-situ.

Las estructuras revisadas y presentadas aquí, poseen distintas antigüedades, como así también se encuentran ubicadas en zonas con ambientes diversos.

Las obras estudiadas que se presentan son:

3.1 Cuerpo de Sanitarios del Balneario Camping Banco Pelay (Sector 4, 1978).

Localizado en márgenes del río Uruguay a 14 Km de la ciudad . Según la planimetría y detalles constructivos aportados por la Municipalidad de C. del Uruguay, dicha estructura es de Hormigón Armado, el hormigón utilizado fue H-13. La mampostería de elevación de ladrillos comunes.

3.2 Nichos del Cementerio Municipal. (1962)

Ubicado entre las manzanas limitadas por calles Bvard. Juan Antonio Sansón, 10 del Oeste-Sur, Alberdi y 14 del Oeste-Sur, al ingreso de la ciudad, su estructura es de hormigón armado, compuesta por columnas, vigas y losas.

3.3 Edificio Antares (1976)

Ubicado en la manzana limitada por las calles: Galarza, 25 de Mayo, Rocamora y Eva Perón, frente a la Plaza en el centro de la ciudad. Su estructura es de hormigón armado, consta de terraza semi-cubierta, diez pisos, entepiso de oficinas, planta baja donde funcionan locales comerciales y el 1er. nivel de cocheras, y por último el subsuelo con un 2do. nivel de cocheras.

3.4 Tribuna de la Cancha de fútbol del Club Gimnasia y Esgrima de Concepción del Uruguay (1968).

Ubicadas entre las manzanas limitadas por calles Rca. del Líbano, Perú, P. Lorentz y Antártida Argentina, en la zona sub-urbana de la ciudad.

3.5 Edificio 27 de Abril (1978).

Ubicado en la manzana limitada por las calles: Dr. Reibel, Maipú, Bme. Mitre y Artusi. En la zona de la estación ferrocarril de la ciudad. Este edificio de departamentos consta, en la parte relevada, de Planta Baja y dos pisos. Sus columnas y vigas exteriores son de hormigón visto y el cerramiento es de ladrillos vistos.

3.6 Edificio del Registro del Estado Civil y Capacidad de las Personas (1981).

Ubicado frente a la Plaza en el centro de la ciudad. Se encuentra emplazado en el subsuelo del Centro Cívico.

3.7 Sala de máquinas de compresores en el Frigorífico Granja Tres Arroyos(1972).

Localizado camino al Matadero s/n, al sur de la ciudad. La estructura está formada por vigas T, losas y columnas.

4 Conclusiones

A partir de la información obtenida de las inspecciones visuales, de los ensayos de laboratorio y los ensayos realizados in situ, se pudo estimar las condiciones generales y particulares de las estructuras inspeccionadas. Todo ello posibilitó la determinación de los factores potenciales, desencadenantes de los procesos deletéreos observados.

Todas las estructuras analizadas se encuentran ubicadas en ambientes que pueden clasificarse como urbanos, fluviales, o industriales. Salvo en el último caso, estos ambientes se caracterizan por la ausencia de agresivos químicos al hormigón armado, con excepción del CO₂ de la atmósfera que promueve los procesos de carbonatación. Así, tomando en consideración la clasificación de exposición dada por el Proyecto de Reglamento CIRSOC 201:2002, se puede indicar que la mayoría de las estructuras evaluadas se encuentran en un ambiente tipo A3. El ambiente designado como A3 corresponde a exteriores expuestos a precipitación media anual mayor o igual 1000 mm y con temperatura media mensual mayor o igual a 25 °C durante más de 6 meses. Con relación a

la clasificación bioambiental dada en la IRAM 11603, el área relevada se encuentra ubicada en la zona II: Cálida, sub-zona IIb: con amplitudes térmicas < 14 °C.

Del total de estructuras evaluadas, un 80 % corresponde a construcciones de entre 10 a 46 años de antigüedad y en todas ellas se detectó que el espesor del hormigón carbonatado superó el espesor del hormigón de recubrimiento en los elementos afectados; además en un 40 % de las estructuras, este efecto se vio combinado con presencia de humedad excesiva en el hormigón, con diseños estructurales inadecuados, que no permiten el drenaje rápido del agua, contribuyendo todo a la facilitación de la corrosión generalizada en las barras que constituyen la armadura. (Figura 1).

En la totalidad de las obras relevadas se observó corrosión en sus armaduras. En un 20 % dicha corrosión se debió entre otras causas a la presencia de iones cloruros cuya incorporación se realizó durante el amasado del hormigón con la incorporación de Cloruro de Calcio como aditivo acelerador de fraguado. En un 40 % se detectó carbonatación, con profundidades que alcanzaron y superaron en algunos casos el espesor de recubrimiento de las barras de acero. En el 40 % restante, se observó corrosión por la carbonatación y por presencia de humedad excesiva en el hormigón.

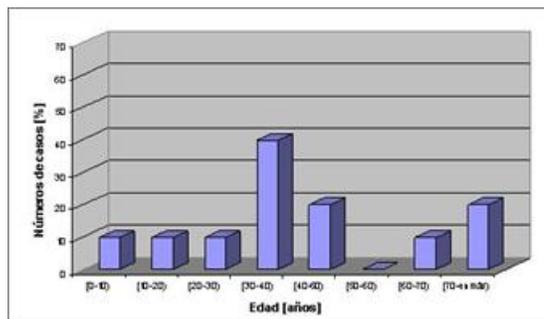


Figura 1: Distribución por edades de las estructuras inspeccionadas.

Los inconvenientes más frecuentes fueron: la falta de información documental de las estructuras y los escasos a nulos trabajos de mantenimiento.

Para las estructuras revisadas durante el período de desarrollo del proyecto años 2006 y 2007, los resultados obtenidos indicaron que:

- a) No se observó la aplicación, en obra, de los desarrollos tecnológicos alcanzados en los últimos 30 años, en cuanto al desempeño del hormigón frente a diferentes medios agresivos, tales como usos de aditivos, adiciones, pinturas protectoras etc. Así como tampoco el uso de equipamientos desarrollados.

- b) Se observó en la mayoría de los casos un inadecuado uso de materiales y métodos constructivos. Además de un incorrecto o nulo registro y conservación de datos correspondientes al período de ejecución.
- c) Se pudieron observar en las obras ubicadas en ambientes urbanos y fluviales (agresividad moderada), procesos corrosivos debidos fundamentalmente a mínimos o incluso falta de espesores en los recubrimientos y a la carbonatación del hormigón.
- d) Se observaron pérdidas importantes de sección en el acero de la armadura, fisuras significativas en el hormigón e incluso desprendimientos del mismo. Todos estos efectos son atribuibles a: diseños inadecuados, falta de mantenimiento, exposición a la humedad debido a la ausencia de drenajes o mal funcionamiento de los mismos; en consecuencia se produjo una aceleración de los procesos de corrosión con pérdida de alcalinidad y carbonatación.
- e) Las técnicas de evaluación aplicadas permitieron efectuar un diagnóstico adecuado, así como estimar las causas que dieron origen a los deterioros observados.

5 Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional C. del Uruguay, por el apoyo económico brindado para la realización del trabajo, al Ing. Luis Silval y al Arq. Carlos Canavessi, de la Municipalidad de Concepción del Uruguay, por el aporte de planimetría y referencias constructivas.

6 Bibliografía

- [1] Horrignoe G., *Nonlinear Finite Element Analysis of Deteriorated and Repaired Concrete Structures*, First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS 2002, Barcelona (2002).
- [2] Tastani S., Pantazopoulou S., *Experimental evaluation of FRP jackets in upgrading RC corroded columns with substandard detailing*, Engineering Structures Vol 26, pags.817-829 (2004).
- [3] Helene P., Figueiredo F.P., *Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón. Reparación, Refuerzo y Protección*. ISBN 85-903707-1-2, CYTED, Brasil (2003).
- [4] *Manual de Inspección, evaluación y diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado*. Red DURAR (durabilidad de la armadura), CYTED, ISBN 980-296-541-3, (1998).