

Vivienda de Emergencia, Alternativas de Construcción para casos de Desastre

Proyecto: Problemas de los Concretos en la costa del Golfo y del Caribe

RESPONSABLE DEL PROYECTO:

César Jorge Carpio Utrilla
Profesor Titular C



PARTICIPANTES:

Alberto Ramírez Alférez
Profesor Titular C



OBJETIVO GENERAL

El crecimiento de la población en los países en desarrollo ha motivado asentamientos en zonas de riesgo, que incrementados por la naturaleza se han visto severamente afectados en los últimos años, México no escapa a esta situación; prácticamente el Distrito Federal con sus 20 millones de habitantes, más los de algunas zonas aledañas del Estado de México, así como las ciudades más importantes del centro del país, están expuestos a sismos de alta intensidad como el de 1985.

Otros 20 millones a inundaciones, como en Tabasco y Chiapas, en las costas mexicanas, más de 10 millones sufren la acción de huracanes como "Katrina" y "Stan" en 2005, y otros 5 millones por el corrimiento de tierras de los cerros donde se han asentado. Los problemas causados por los cambios climáticos siguen su curso, ahora, ciudades y poblaciones del centro y norte del país sufrieron en su momento los mismos problemas del sureste, Baja California, Sinaloa, Hidalgo y Tamaulipas, están necesitando todo tipo de apoyos, sobre todo las comunidades más desprotegidas y aisladas. Por último, Aganguo Michoacán con el desbordamiento del río y el sismo de Baja California, ratifican la preocupación de este estudio.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Una de las características de los desastres, es su incertidumbre, nadie sabe cómo y cuándo ocurrirán, no hay tiempo para prepararse y la mayoría de los afectados quedan indefensos, no tienen medios para solventar la situación. Por otra parte los materiales y los procedimientos constructivos de estas regiones adolecen de problemas con el medio ambiente donde se localizan, consideramos importante dar a conocer cuáles son estos problemas, las causas que los originan y buscar soluciones útiles para la población en general.

METAS

Por este motivo, tomando en cuenta que el principal elemento constructivo de la vivienda de interés social sigue siendo el concreto estructural, examinaremos los problemas de la utilización del concreto en estas regiones, en donde el único material pétreo disponible está dado por los grandes mantos de piedra caliza que los conforman como parte del continente.

Uno de los puntos más importantes se da en el hecho de que dichas regiones no cuentan con normas y reglamentos suficientes que tomen en cuenta las características y diferencias de los materiales regionales con los del resto del país.

Por lo tanto tenemos que el ACI 201 (ACI 2002) define la durabilidad del concreto como su capacidad para resistir a la acción del tiempo, los ataques químicos, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro; es decir, que el concreto durable debe retener su forma original, su calidad y sus condiciones de servicio, cuando se exponga a su medio ambiente.

Sobre todo en estas regiones como resultado de las interacciones ambientales, la micro estructura y consecuentemente las propiedades de los materiales, cambian con el tiempo (Ratay 2000). El material alcanza el final de su vida de servicio cuando sus propiedades se han deteriorado a tal punto (Figuras 4, 5 y 6) que continuar utilizándolo se considera inseguro o antieconómico (Moreno et al. 2001). Solís et al. / Ingeniería 9-1 (2005) 13-18

Los principales efectos que influyen adversamente en la durabilidad del concreto pueden clasificarse como agentes físicos o químicos. (San Juan y Castro 2001).

Entre los primeros, los más importantes son: el desgaste de la superficie ocasionada por abrasión o erosión (asociada al exceso de tránsito o a cualquier otro tipo de fricción); el agrietamiento debido a la presión de la cristalización de sales contenidas en los poros del material (asociadas con el contacto con soluciones salinas, en cimientos o muros, por ejemplo); y la exposición a temperaturas extremas, como son las heladas o el fuego.

El segundo tipo de factores ocasionan reacciones químicas entre los agentes agresivos presentes en el ambiente externo y los constituyentes de la pasta de cemento, o incluso entre los mismos constituyentes del concreto (Figura 4 y 8).

Entre los daños químicos más importantes están los provocados por: hidrólisis o disolución del hidróxido de calcio de la pasta de cemento (ocasionado por el contacto de aguas puras o suaves con contenido escaso o nulo del ión de calcio); diversas reacciones que producen la formación de productos expansivos como son: la reacción entre los álcalis contenidos en la pasta de cemento y ciertos materiales reactivos presentes en los agregados (en el caso en que éstos no cumplen con su condición de inertes); el ataque al concreto por sulfatos contenidos en el agua o el suelo, o por ácidos que son generados por diferentes actividades humanas (industriales, agrícolas, etc.); la presencia de cantidades importantes de MgO y CaO en el cemento que provocan un efecto expansivo al hidratarse; y la corrosión de metales embebidos en el concreto tales como ductos, tubos y, principalmente, acero de refuerzo.

Este último factor es el que con mayor frecuencia provoca daños en las edificaciones de concreto (Moreno et al. 2001), y entre ellas, especialmente a las viviendas. En este caso la durabilidad del concreto reforzado depende de las características del concreto y del acero, pero principalmente de la interrelación entre ellos.

PRODUCTOS

- Verificación los estudios realizados para comprender como trabaja en realidad el concreto y el acero en las construcciones, principalmente de casa habitación en estas regiones.

- Comprobar las características del acero de acuerdo a sus cualidades para resistir a la corrosión en obra y duración en el producto terminado.

- Corroborar mediante visitas a obra, si se cumple con las normas técnicas complementarias, en cuanto a, el recubrimiento, mínimo que debe tener el acero de refuerzo.

- Verificar si el recubrimiento mínimo necesario, en condiciones normales efectivamente confiere al acero, la protección necesaria tanto física como químicamente para su correcta duración y servicio.

- En condiciones normales el recubrimiento ofrece una buena protección tanto física como química al acero de refuerzo, ya que le proporciona un ambiente alcalino, habrá que ver como magnificamos esta cualidad del concreto.



Figuras 1-3 Vistas del colapso del puente Silver, sobre el río Ohio por defecto de fabricación y el tiempo.



Algunos ejemplos de fallas por corrosión bajo tensión en los aceros de pre esfuerzo:

En 1967 en Estados Unidos de Norteamérica se tuvo el colapso del puente Silver sobre el río Ohio, que costó la vida de 46 personas.

Como resultado de las primeras investigaciones se consideró que la causa del colapso fue fatiga de uno de los eslabones de la cadena, combinada con una temperatura baja del metal, y una supuesta sobrecarga del puente a raíz de la hora pico en un fin de semana de compras navideñas. Más al cabo de muchos años de investigación, se encontró que el problema raíz en el colapso no ocurrió ese día de 1967, sino cuando se fabricaron las piezas de metal de la cadena, cuarenta años antes del colapso.

Así tenemos que algunos investigadores observan que: Analizando el costo de una construcción durante todo su ciclo de vida, estructuras cuyo diseño no consideran adecuadamente las características de durabilidad de los materiales, tendrán cada vez mayores costos de reparación y sustitución de partes dañadas del material, lo que a la postre convertirán estos costos en una parte importante del costo total de la construcción (Helene 1997). Se ha calculado que más del 40% de los recursos totales de la industria de la construcción en países desarrollados se aplican a la reparación y mantenimiento de estructuras existentes (Mehta y Monteiro 1998), y México no aplica más del 10%, aunque este valor se incrementa año con año.



Figura. 4 Daño en estructura por corrosión de acero de refuerzo.

Figura. 5. Daño en cerramiento por corrosión de acero de refuerzo.

Figura. 6. Agrietamiento por corrosión de Armadura de acero de refuerzo en columna.

Figura. 7. Condiciones inseguras causadas por la corrosión del armado de refuerzo.

Las fisuras que en principio se desarrollan de manera paralela a las armaduras de acero de refuerzo, afectan de manera importante la capacidad portante y la aptitud de servicio de la estructura acortando la vida útil de la misma.



En la costa, la situación que más frecuentemente desencadena la corrosión es la presencia de cloruros.

Éstos pueden ingresar al concreto por adición durante su fabricación por medio del uso de aditivos (como es el caso del acelerante de fraguado a base de CaCl_2 , muy utilizado en México) o de agua y agregados previamente contaminados; o también pueden ingresar por medio de la acción del aerosol marino; en donde la velocidad y dirección del viento predominante juega un papel importante.

Los cloruros del exterior suelen penetrar por fuerzas de succión capilar o por difusión; por lo general ocurre por la combinación de ambos mecanismos, e incluso, de otros. Se ha estudiado el nivel necesario de los cloruros en el concreto para que se rompa la capa pasivante, y se ha encontrado que ese valor depende de muy variados factores (como el tipo de cemento, las condiciones de curado, la relación agua/cemento, etc., que son los mismos factores que definen la mayoría de las propiedades mecánicas y la calidad del material). El intervalo del nivel de cloruros iniciadores de la corrosión se puede considerar entre 0,2 y 2,0 kg/m³ de concreto, de acuerdo a investigaciones realizadas en diversos lugares del mundo en los últimos 30 años. En las costas de la península de Yucatán se han realizado estudios en probetas de concreto, encontrándose una concentración iniciadora de la corrosión entre 1,0 y 2,0 kg/m³ (Castro y Maldonado 1995, Castro et al. 1997).



Figura. 8. El puente sobre la Laguna de Términos desafia a la física y a la ley en un frágil equilibrio.

Figura. 9. El concreto acusó estallamiento y erosión por ataque químico.



Figura. 10. Aproximadamente 14 pilotes hincados en el lecho marino forman cada uno de los 108 caballetes.

Fallas que presenta la estructura de concreto armado del puente La Unidad a lo largo de sus 3,280 m; la obra es la segunda más larga en su tipo en todo México. Comenzó a operar en 1982 en un punto estratégico para la seguridad y el comercio nacional, pues conecta a la Península de Yucatán con el centro del país en una zona petrolera. Inicia en Puerto Real, dentro de Isla del Carmen, y termina en Isla Aguada, población en tierra continental que está en dirección a Yucatán.

CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFÍA

Las edificaciones construidas sin el conocimiento adecuado de la interacción con el medio ambiente de las estructuras de acero o de concreto estructural se verán afectadas seriamente por éste, provocando gastos adicionales que impactan definitivamente en la economía de estos grupos sociales sobre sus escasos recursos, ocasionando un mal servicio de la estructura y con sobre costos, que al no poder cubrirse, ponen en riesgo la vida de los habitantes del inmueble.

BIBLIOGRAFÍA.

1. ACI Manual of Concrete Practice, (2002), American Concrete Institute, Detroit, Michigan.
 2. Castro P., L. Maldonado (1995). Initial Effort for Knowing and Controlling the Corrosion Problems in the Infrastructure of Mexican Southeast Coastal Zones, "CORROSION/95", NACE International, paper N° 21, Orlando Fla.
 3. Castro P., Véleza L., and Balancán M. (1997), Corrosion of reinforced concrete in a tropical marine environment, and in accelerated test, "Construction and Building Materials", Vol. 11, N° 2, pp. 75-81.
 4. Helene P. (1997). "Manual para la Reparación, Refuerzo y Protección de las Estructuras de Concreto", 1ª edición, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., México, D.F.
 5. Mehta K. y Monteiro P. (1998). "Concreto", 1ª edición, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., México, D.F.
 6. Moreno E. (2000). La corrosión del acero de refuerzo inducida por la carbonatación del concreto. "Ingeniería, Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán", Vol. 4, N° 2, pp. 43-48.
 7. Moreno, E.I., Pérez, T., y Torres, A. (2001). Mecanismos de deterioro en ambientes marinos y urbanos, en "Infraestructura de Concreto Armado: Deterioro y Opciones de Preservación", Pedro Castro Borges, coord., pp. 1331, Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., México, D.F.
 8. <http://www.acerosdelpacifico.com.mx/especificaciones.htm>
 9. <http://www.acerotek.com.mx/site/productos.php?p=39>
 10. <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=560193>
- Por Hugo Salvatierra Arreguín, Publicado: 00:00 10 de diciembre de 2007, (Carlos Ferrer)