

Presentación

El material que integra esta edición es muy variado. Iniciamos con un artículo sobre empalmes de varillas de refuerzo, un procedimiento que se puso a revisión a partir del desarrollo de la investigación y las nuevas demandas del diseño de concreto. El autor compara las características de los empalmes que traslapan los tramos de varilla con aquellos que los unen mediante conexiones mecánicas.

La adecuación de las viviendas a las condiciones climáticas es un aspecto fundamental que no suele tomarse en cuenta cuando se importan estilos arquitectónicos de países con latitudes y climas diferentes. Es un error que luego se paga con un consumo elevado de energía eléctrica para poder crear condiciones térmicas adecuadas. El artículo que trata este tema señala algunos aspectos básicos para lograr un adecuado diseño ambiental con soluciones sencillas.

Un reportaje sobre la construcción de vivienda en México indaga en distintas fuentes autorizadas para trazar un panorama de la situación actual de este sector de la industria. Hace hincapié en las posibilidades de financiamiento para cubrir el déficit habitacional existente y expone las estrategias que impulsan los empresarios del ramo, además de buscar las claves que han llevado a las dos empresas constructoras de vivienda más exitosas a la posición que hoy ocupan en el mercado.

En el corto plazo habremos de ver la conclusión de las obras en el Edificio Central de Correos, uno de los monumentos arquitectónicos más bellos de nuestra capital, que desde hace años está en proceso de

Aquí! 



restauración. Hoy ofrecemos a nuestros lectores la descripción de los trabajos más sobresalientes realizados para devolver a su imagen el esplendor de antaño.

Para reparar el concreto de edificaciones antiguas es preciso conocer las técnicas de reparación del concreto convencional, pero no basta con ello. Igualar el color, el acabado y la textura del nuevo concreto con el anterior requiere el dominio de los procedimientos adecuados, como lo explica el artículo que incluimos sobre el tema.

Por último, presentamos el informe de un estudio realizado para investigar las propiedades reológicas y mecánicas de algunas lechadas cementantes empleadas en la fijación de anclajes, tanto en condiciones de colado en seco como bajo el agua. La altura inicial de caída libre de la lechada y la edad de prueba del comportamiento del anclaje fueron otros aspectos estudiados.

Un cordial saludo y hasta la próxima.

Licenciado Luis Martínez Argüello

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**

Revista Construcción y Tecnología

Mayo del 2000

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)





¿Empalme Mecánico o Empalme Traslapado?



Resumen

El traslape de varillas de refuerzo se considera desde hace mucho un método de empalme efectivo y económico. Sin embargo, las nuevas demandas en términos de diseño de concreto han determinado que los constructores busquen alternativas que pueden resultar más convenientes según el uso.

En casi todas las estructuras de concreto reforzado deben traslaparse algunas varillas de refuerzo. El largo de varilla requerido puede ser mayor que el de las varillas de acero en existencia, o la varilla puede ser demasiado larga para transportarse convenientemente. En cualquiera de los casos, los que instalan las varillas terminan con dos o más tramos de varilla que deben empalmarse.

El empalme traslapado de varillas, como el que requiere el traslape de dos varillas paralelas, ha sido aceptado desde hace mucho como un método de empalme efectivo y económico. Normalmente, en este tipo de empalme las varillas están en contacto, pero en secciones de flexión, las

Aquí! 

varillas pueden estar separadas tanto como 15 cm. La adherencia entre el acero y el concreto transfiere la carga de una varilla al concreto y luego del concreto a la otra varilla de refuerzo, de manera continua. Esta transferencia de carga conduce a deformaciones de las varillas de refuerzo.

En proyectos que tienen varillas de pequeñas dimensiones como son las número 6 u 8, el esfuerzo producido en el acero es relativamente pequeño y en construcciones de hasta 15 pisos, los empalmes traslapados trabajan bien a lo largo de los años. Sin embargo, recientemente ha habido cambios. El desarrollo de la investigación, proyectos más demandantes en términos del concreto, nuevos materiales y el desarrollo de un híbrido concreto / acero estructural han determinado que los proyectistas buscaran alternativas para el empalme traslapado de varillas. Las construcciones en concreto estructural han crecido en altura, llegando a los 100 niveles o más. Con esto, los proyectos estructurales pasan a ser dimensionados para el uso de varillas del número 8 al 11, con un límite de fluencia de 4,220 o 5,270 kg/cm², y los reglamentos aceptan una resistencia del concreto entre 560 y 840 kg/cm², la cual se utiliza cada vez más. El uso de concretos de alta resistencia permite un traslape de tamaño más pequeño. Empero, estos concretos son más susceptibles a las fallas de separación por tensión, lo que plantea preguntas acerca de la adecuación y confiabilidad de los empalmes traslapados.

Límites del reglamento para el empalme traslapado

Hace mucho, trabajos de investigación para el refuerzo del acero lograron que el Instituto Americano del Concreto (ACI) prohibiera el empalme traslapado para varillas de los números 14 y 18 porque el esfuerzo en estas varillas es tan grande que ellas pueden separarse del concreto y destruir la efectividad del empalme traslapado. El "Building Code Requirements for Reinforce Concrete" (ACI 318-95)¹ ahora también prohíbe el empalme traslapado en miembros a tensión (sección 12.15.5) y en áreas de articulación plástica (sección 21.3.2).

Otros centros de investigación de Estados Unidos, como son el BOCA, ICBO y SBCCI, se han adherido a estas recomendaciones de límites en el uso de empalmes traslapados. Según Cagley & Apple,² tales decisiones ponen en tela de juicio los principios del empalme traslapado, el cual requiere que el concreto transfiera las cargas de tensión y de cortante. El concreto es de por sí notablemente pobre en ambas propiedades.

Alternativas para el empalme traslapado.

Una alternativa para el traslape es empalmar las varillas uniéndolas por sus puntas mediante soldadura, según los procedimientos descritos de la American Welding Society (ACI 318-95, sección 12.14.3.2). La soldadura es generalmente más cara y sólo es confiable cuando la soldabilidad de la varilla está asegurada por especificaciones suplementarias inherentes a la composición química del acero.

Las varillas también pueden unirse utilizando una variedad de conexiones mecánicas (ACI 318-95, sección 12.14.3). La mayoría de éstas se presentan como conectores que sirven para alinear las varillas y mantenerlas en la posición deseada. Para las conexiones utilizadas en los esfuerzos de tensión y algunas utilizadas en los esfuerzos de compresión, los conectores transfieren estos esfuerzos directamente de una varilla a la otra. La conexión del conector a la varilla puede hacerse mediante una rosca, una sujeción por mordaza o llenando el espacio entre el conector y la varilla con metal fundido. Los reglamentos de construcción requieren que las conexiones mecánicas soporten 125 por ciento de la resistencia de fluencia especificada de la varilla.

Beneficios de los empalmes mecánicos

Los empalmes mecánicos ofrecen los siguientes beneficios a los constructores:

Mejoría de la integridad estructural. Los empalmes mecánicos mantienen la continuidad de la trayectoria del acero de refuerzo independientemente de las condiciones o de la existencia del concreto.

Estos empalmes en las áreas de tensión deben desarrollar 125 por ciento de la resistencia de fluencia de la varilla y este desempeño está incluso asegurado para áreas sujetas a endurecimiento por deformación. Así, en las aplicaciones sísmicas, el empalme mecánico mantiene la integridad estructural cuando las varillas son tensadas para trabajar en el límite inelástico.

Los empalmes traslapados muchas veces infringen los límites de las áreas de articulación plástica, lo que significa una violación de las limitaciones contenidas en los reglamentos. Los empalmes mecánicos pueden ubicarse más fácilmente fuera de estas áreas de altos esfuerzos.

Independencia del concreto para la transferencia de cargas. En regiones costeras o muy frías sujetas a nevadas, la corrosión de la varillas de refuerzo puede producir agrietamiento y astillamiento del concreto. Puesto que los empalmes traslapados transfieren la carga al concreto que los circunda, cuando el concreto desaparece, el empalme traslapado en realidad ha fallado. Los empalmes mecánicos no dependen del concreto para realizar dicha transferencia de carga.

Eliminación del cálculo inherente a los empalmes traslapados. La utilización de empalmes mecánicos elimina el trabajo tedioso de cálculo necesario para determinar la longitud apropiada del traslape y las equivocaciones en este mismo cálculo.

Reducción del costo de material. Como los empalmes mecánicos no traslapan, se utiliza menos varilla, lo que reduce los costos de material. Este ahorro en costos es particularmente significativo para los proyectos que requieren varillas con una capa epóxica, toda vez que los reglamentos de construcción requieren que los empalmes que utilizan este tipo de varilla sean 50 por ciento más largos que los empalmes traslapados proyectados para utilizar varillas de refuerzo tipo estándar.

Reducción del congestionamiento de varillas de refuerzo.

Una de las quejas más comunes de quienes colocan el concreto es la casi total imposibilidad de lograr colar de manera satisfactoria las áreas de gran afluencia de varillas, principalmente en los armados que contienen varillas de refuerzo. Este congestionamiento restringe el flujo y la distribución de las partículas de los agregados más grandes que componen el concreto y limita la efectividad de la vibración en áreas de traslape. Aunque la proporción de acero / concreto estipulada sea menor de 8 por ciento (ACI 318-95), es difícil de seguir esta especificación y lograr un diseño equilibrado por la presencia de las varillas de refuerzo en la zona de traslape. El empalme mecánico reduce significativamente este congestionamiento.

Consideraciones acerca de los costos

Aunque se reconozcan las ventajas del empalme mecánico, llama la atención el problema de su alto costo en regiones cuyos reglamentos de obras permiten el uso de los empalmes traslapados. Sin embargo, ¿el empalme mecánico es realmente más caro que el empalme traslapado?. Si la respuesta es afirmativa, ¿cuál es la ventaja en costos?

Para responder a estas preguntas, Cagley & Asociados, ingenieros estructurales, estudiaron recientemente dos estructuras diseñadas en su oficina de Rockville, Md.² Cada proyecto requirió aproximadamente 7,650 metros cúbicos de concreto, y ambos fueron diseñados según las especificaciones de ACI 318-95. Una de las estructuras es un edificio para estacionamiento de 12 pisos en Harrisburg, Pa. El otro es un laboratorio de química de tres pisos para el National Institute of Standards and Technology (NIST). Se utilizaron empalmes traslapados en el proyecto del edificio y empalmes mecánicos en el proyecto del NIST porque en este proyecto la proporción acero / concreto rebasaría el 8 por ciento que permite el reglamento en la zona de empalme. Como las vigas de la estructura del NIST no necesitaban empalmes, se hizo análisis de costo fue solamente para las columnas de acero (véase el cuadro).

Para determinar el costo de mano de obra, se preguntó a cinco instaladores de varillas de refuerzo acerca del costo comparado de instalación de empalmes traslapados y empalmes mecánicos unidos por rosca en las puntas. Hubo consenso en que los costos de instalación eran iguales. Si se hubieran considerado las vigas (usualmente éstas tienen traslapes más largos), el costo para los empalmes traslapados hubiera sido más alto que lo presentado en el cuadro. Los resultados muestran que los costos de construcción de una estructura mediante el uso de empalmes mecánicos son menores de 0.2 por ciento del costo total de la estructura. Si se hubieran incluido los empalmes de las vigas, la comparación hubiera sido aún más favorable para los empalmes mecánicos.

El documento de Cagley llega a la conclusión de que "las ventajas estructurales y económicas de los empalmes mecánicos sobre los empalmes traslapados hacen la relación costo / beneficio extremadamente atractiva" porque "los empalmes mecánicos dan a la estructura resistencia y continuidad en la transferencia de carga, cosa que los traslapes no pueden ofrecer". Los autores recomiendan investigaciones adicionales sobre el desempeño de los empalmes mecánicos utilizando materiales de alta resistencia.

M.K. Hurd es ingeniera y escritora especializada en métodos de construcción en concreto y autora del libro *Formwork for Concrete* publicado por el American Concrete Institute.

Bibliografía:

- 1- ACI 318-95 "Building Code requirements for Reinforced Concrete", American Concrete Institute, Framington Hills, Mich., 1995.
- 2- James R. Cagley and Richard Apple "Economic Analysis: Mechanical Butt Splices vs. Lap Splicing in Reinforced Concrete Construction", a study by Cagley and Associates, Rockville, Md., for Erico Inc., 1997.
- 3- John W. Wallace. "Headed Reinforcement: a viable option". Concrete International, ACI, december, 1997.

4- Russell S. Fling. "Practical Design of Reinforced Concrete". John Wiley & Sons, New York, 1987.

Este artículo se publicó en *Concrete Construction* y se reproduce con la autorización de Aberdeen's Concrete Construction, copyrighted 1998 por The Aberdeen Group.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**

**Revista Construcción y Tecnología
Mayo 2000**

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)





Confort térmico

Resumen

Cuando se trata de dotar a una vivienda de condiciones de comodidad acordes con una buena calidad de vida, como es el caso de un adecuado manejo de la temperatura, nos vamos muchas veces por el camino difícil y oneroso de las tecnologías complejas cuando existen sencillos sistemas que pueden proporcionar los resultados esperados, sin mayores complicaciones.



Dispositivos de control de aberturas

Aquí! 

Es común en la actualidad asociar modernidad tecnológica con complejidad tecnológica. En arquitectura, es frecuente la importación de "modas" o estilos arquitectónicos de países con latitudes y climas diferentes, por lo que las soluciones tecnológicas para poder hacer habitables las edificaciones tienen que apostar al consumo excesivo de energía eléctrica para una adecuada climatización artificial.

Por ello, y ante el incremento de las tarifas de tal energía, actualmente se acepta el hecho de que es necesario protegerse de la radiación solar directa durante la temporada de verano y propiciarla durante la del invierno para conseguir un confort térmico adecuado y no intentar resolver los problemas climáticos con sistemas artificiales.

Para lograr una solución apropiada, basta con adecuar correctamente los dispositivos de control solar según su orientación y adaptarlos a la arquitectura como otro elemento más. Regular las ganancias solares es la primera regla de diseño que se debe seguir en un clima caluroso; la radiación solar no debe penetrar en el interior del espacio, por lo que la protección será necesaria en el exterior.

El principio es sencillo de seguir: diseñar adecuadamente los elementos arquitectónicos de protección que permitan aprovechar la incidencia solar en las primeras horas del día de los meses de la temporada templada y proteger en las horas que van del mediodía al atardecer, sobre todo en los meses calurosos.

Resulta incongruente que en latitudes y climas como los nuestros existan

respuestas arquitectónicas influidas por estilos o modas que imperan en países con latitudes nórdicas. Para lograr un adecuado diseño ambiental es necesario primeramente conocer los factores físicos de la región en la que van a establecerse los asentamientos humanos, así como las incidencias solares de cada orientación.

Deberá proponerse entonces un método de análisis de dichas condiciones físicas, así como el empleo de la geometría de la propia arquitectura, que es la base de un análisis bioclimático adecuado. La consideración elemental de dicha geometría nos indica que el sol, al seguir un movimiento aparente, describe una serie de curvas (en el plano horizontal) y posiciones, las cuales son medibles geoméricamente. La posición exacta del sol (latitud, orientación, altura, azimut) indica, junto con los datos procesados de temperatura y humedad relativa, los diversos requerimientos de climatización.

Tipos de dispositivos de control

Las características del sombreado producido son independientes de la escala del dispositivo de control. La profundidad de dicho dispositivo y su adecuada dimensión en el muro son un factor determinante; éste se expresa en ángulos que muestran su radio de acción en el plano normal del muro. Así, el efecto del sombreado y de la protección misma dependen del ángulo de incidencia.

El ejemplo de las persianas venecianas muestra claramente lo anterior; el ángulo de protección es el mismo que el de un alero, sólo cambia la escala de dicha protección. Esto permite clasificar los sistemas de protección de acuerdo con su forma y no con su tamaño, aunque sencillamente pudiera decirse que se dividen en tres: horizontales, verticales y mixtas.¹

Aleros horizontales. Son los dispositivos más eficientes para el control solar en el Sur y las orientaciones anexas. En las demás orientaciones, conviene adecuar su dimensión en proporción al requerimiento climático. No son muy eficaces en requerimientos mixtos.

Persianas verticales. Son adecuadas si se emplean en orientaciones Este y Oeste, así como en orientaciones críticas con incidencia solar oblicua. Una mejor solución sería emplear estas persianas, pero de tipo movable, para tener la posibilidad de dosificar dicha incidencia solar.¹

Condiciones de sombreado

El método que aquí se propone es una variante del originalmente propuesto por Victor Olgay, de la Universidad de Princeton (1953), como respuesta a la necesidad de protección solar de varios edificios en Estados Unidos.² Se trata

de una herramienta de trabajo que debe de considerarse como tal, siendo la imaginación del diseñador la que adecue los parámetros de protección requeridos en las distintas orientaciones, así como la estética del elemento arquitectónico que se vaya a emplear. El método es bastante simple, si se tienen los conocimientos básicos de geometría esférica; los datos de posición que intervienen son altura solar, azimut solar, así como de las posiciones del sol durante el año que requieren ventilar o proteger de la incidencia solar directa.

Las limitaciones del método pueden resolverse con otros sistemas y/o elementos de protección; la principal intención al utilizar este análisis es emplear un lenguaje arquitectónico que permita encontrar soluciones poco complicadas. En el ámbito de la arquitectura, se requiere justificar la existencia de cada uno de los elementos en conjunto y no aisladamente. Esto se puede lograr a través de un análisis objetivo de los requerimientos de confort del usuario.

Ubicación de aleros y quebrasoles

El análisis bioclimático de una región en concreto muestra las diversas necesidades de protección solar en las diferentes orientaciones. Mientras que en orientaciones críticas Oeste, SE, SO, se requieren grandes dimensiones en los elementos de protección, en las orientaciones Norte y Este existe un requerimiento de incidencia solar directa para calentar el interior. En las orientaciones Sur, NO y NE el ángulo de protección es medio, es decir, mixto, ya que las solicitudes son de orden bioclimático para calentar, dar confort y, según el caso, proteger y ventilar.³

Orientación Norte. En latitudes mayores a 23°, esta orientación presenta la característica de no recibir incidencia solar directa (aunque dados los casos específicos, reciba incidencia "oblicua"). En el ejemplo de un clima semitemplado a 20° de latitud Norte, existe incidencia en los meses más calurosos del año, aunque mínima. La orientación Norte es propicia para adecuar espacios de uso laboral y de servicio, pero es preciso protegerlos mínimamente con aleros o pérgolas que cubran la incidencia de la temporada calurosa. Así también se hace necesaria una protección complementaria con quebrasoles hacia el Oeste.

Orientación Sur. Esta orientación es de las que presentan mejores posibilidades para adecuar espacios de uso habitacional. Un alero o protección similar con 60° se requiere para propiciar el soleamiento en la temporada templada y evitarlo en la temporada calurosa. Es recomendable utilizar elementos de protección móviles tales como los toldos pintados de colores claros (la misma recomendación es aplicable para los otros elementos). Es la orientación más

adecuada para uso laboral, ya que permite la iluminación diurna durante el mayor número de horas.

Orientación Oeste. Posición de la ventana realmente complicada, ya que inciden las temporadas más críticas del año. No es recomendable para ningún uso de tipo laboral o habitacional; aunque pudiera ser aceptable para actividades complementarias como son los servicios. Pensar en un quiebrasol o cualquier otro tipo de elemento vertical que proteja en 110° es totalmente impráctico y fuera de contexto arquitectónico, aunque si se emplean elementos de menor escala que protejan con la misma inclinación como es el caso de las celosías, los resultados serían aceptables.

Orientación Este. Esta orientación posee la característica de tener que permitir el paso del sol en las primeras horas del día durante todo el año, aunque procurando proteger del sobrecalentamiento interno que ocasionaría incomodidad a lo largo de casi todo el día . El disponer un alero de 50° de protección se comportaría de igual manera durante todo el recorrido solar anual. No se recomienda el uso de pérgolas, ya que el aporte por concepto de iluminación es muy pobre, aunque podría considerarse su empleo por cuestiones de estética arquitectónica.

Orientaciones NO y SO. Al igual que en las orientaciones Oeste, presentan una ubicación muy crítica. Las dos reciben incidencia solar directa en las horas vespertinas de los meses más calurosos. Se requiere protección máxima y cualquier dispositivo sería impráctico, dadas las dimensiones que reducirían mucho las tasas de iluminación en el interior del espacio. La solución más viable, si no fuera posible cambiar la orientación del muro, es la utilización de celosías. Como ya se vio anteriormente, estas orientaciones sólo se recomiendan para espacios de servicios, almacenamientos y similares.

Orientaciones NE y SE. Al recibir incidencia solar directa en las primeras horas del día, la protección solar necesaria no es muy considerable, tomando en cuenta que en ciertos meses del año (los más fríos) se requiere calentar por medios pasivos. Debe considerarse que después del mediodía la iluminación natural en estas orientaciones resulta deficiente, por lo que se recomienda para los espacios de reposo; el nivel de protección se puede solucionar con aleros o dispositivos similares.

Consideraciones formales

De acuerdo con lo anterior, es factible incorporar este tipo de propuestas de condiciones de sombreado a los reglamentos de construcción, si se toma en cuenta el hecho de que gran porcentaje de las ganancias térmicas globales se logra a través de las aberturas. En un clima semitemplado como el que se

ejemplifica aquí, se hace necesario implementar dispositivos de control solar en todas las orientaciones debido a la oscilación térmica existente (variación entre el día y la noche).

Los ángulos de protección (azimut y altura) que se propongan deben permitir dosificar la incidencia solar directa, permitiéndola en las posiciones solares requeridas (en las horas y los meses más templados) y obstaculizándola en las más críticas (posiciones calurosas).

El diseño arquitectónico no se ve condicionado en su aspecto estético formal, ya que dependerá del diseñador la elección del elemento constructivo de protección, pudiendo ser éste cualquier parte de la edificación que obstaculice el sol en las posiciones requeridas, ya sean horizontales para ángulos de altura solar, o verticales en los ángulos de azimut. El sombreado más efectivo para prevenir la incidencia de la radiación solar sobre el edificio es el que proporcionan los aleros, toldos o marquesinas adosados a la parte superior de las ventanas.

En la actualidad, la arquitectura debe ser una respuesta a las condiciones tanto físicas como sociales de sus usuarios. El confort ambiental que experimenten los ocupantes de los espacios diseñados afecta directa e indirectamente su comportamiento, su salud y su desenvolvimiento dentro de la sociedad misma.

Así mismo, esto se traduce costos, si se considera que una persona inmersa en un ambiente climáticamente inadecuado tiende a disminuir su rendimiento laboral al experimentar somnolencia, tener inasistencias por enfermedades en las vías respiratorias, etcétera.⁴

La adecuación de elementos arquitectónicos de protección solar puede representar un costo extra en la construcción; sin embargo, estos costos son representa el prescindir de equipo destinado a la climatización artificial. Cabe recordar que dentro de los consumos de energía eléctrica, los equipos de aire acondicionado representan la mayor carga en la facturación de la Comisión Federal de Electricidad (en términos de consumo doméstico).

Se puede comprobar mediante diagramas bioclimáticos que, si los espacios están adecuadamente diseñados, en climas como el analizado no es necesario el clima artificial durante las diferentes temporadas del año. Los requerimientos de enfriamiento o calefacción pueden resolverse por medios naturales, dependiendo de los diferentes usos ocupacionales a los que estén destinados los espacios.<

Con estudios realizados sobre modelos físicos a escala (maquetas), se ha comprobado que la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior puede

llegar a ser hasta de 10 °C si el nivel de sombreado es el adecuado, siendo necesario considerar otros factores tales como los materiales y los terminados, así como el factor de reflexión de los estos.

REFERENCIAS

1. Ávila, David Carlos, *Acondicionamiento bioclimático para la ciudad de Guadalajara*, Ed. Universidad de Guadalajara; México, 1997.
2. Olgay y Olgay, *Solar control and shading devices*, Van Nostrand Reinhold; EUA, 1992.
3. Richards, S. J., *Control by building design*, EUA, 1959.
4. Arias, Silvia, *Arquitectura turística*.
5. Boutet, Terry, *Controlling air movement*, Ed. Mc Graw-Hill Book Company, EUA. 1989.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

Revista Construcción y Tecnología

Mayo 2000

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)



Perspectivas de la Construcción de Vivienda en México



Aquí! 

Resumen

Cuáles son las necesidades de la población en materia de vivienda, cuáles las condiciones de la economía y las posibilidades de financiamiento para satisfacer esa demanda y cuáles las estrategias que plantean los empresarios de la construcción, son algunas de las cuestiones que aquí se tratan. Un tema que preocupa a muchos mexicanos, desarrollado a partir de una rica información de primera mano.

México enfrenta un gran rezago en vivienda, cada año se necesita construir más de 600 mil. Aunque los programas gubernamentales han logrado que el déficit habitacional no crezca tan rápido, en los últimos cinco años se frenó la construcción de casas y departamentos de interés social a consecuencia del cierre absoluto del crédito por parte de la banca privada. El reto para el año 2020 es edificar 16 millones de viviendas más.

Las empresas constructoras se han abocado a buscar soluciones para contrarrestar el déficit, tanto de vivienda como de ingresos en sus negocios, con un argumento sólido: la producción de vivienda, además de responder a demandas sociales, reproduce con características propias el perfil cíclico del conjunto de la actividad económica del país.

Según los expertos, la fase de recuperación económica del sector de la construcción tarda más que en muchos otros sectores. Sin embargo, una vez superada la caída, el crecimiento es más acelerado que en el resto de la actividad económica. En las fases de recesión, el decrecimiento se produce antes y más rápidamente.

Las señales económicas en las que se basan para hablar de crecimiento son las siguientes: al crecer 4.5% el PIB durante este año, se habrán superado los efectos de la crisis de 1994; de seguir la tendencia, habrá más recursos para el desarrollo socioeconómico y el crecimiento de las subcuentas de vivienda del SAR influirá positivamente en la demanda de vivienda social.

El escenario está dado para la reactivación de la industria de la construcción, sin embargo, es necesario que las actividades del subsector vivienda se desenvuelvan y adecuen para lograr acercar lo más posible precio de vivienda y capacidad adquisitiva de los compradores; que el mercado ofrezca cantidad, calidad y tipos de productos suficientes para satisfacer toda la demanda y fomentar la posibilidad de elección por parte del usuario, con lo que se incrementará la competencia entre productos, y que se desarrolle la competitividad entre las empresas constructoras.

Todo ello implica un factor primordial: financiamiento. De acuerdo con Farouk Bulhosen Aracil, coordinador de Relaciones Intergubernamentales de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC), los temas que tienen más importancia para el sector en cuanto a financiamiento de la oferta y la demanda son: permanencia y rentabilidad de los productos crediticios en el mercado; esquemas de ahorro previo con propósito definido; atención a la población de menores recursos; subsidios al frente y transparentes; instituciones autónomas de vivienda; carteras hipotecarias sanas que permitan la bursatilización para atraer más recursos para el sector, y consolidar un mercado hipotecario en el país.

Para lograr lo anterior, la CMIC –refiere Pedro Loperena Santacruz, vicepresidente de Vivienda de la agrupación– ha trabajado en estrecha relación con los organismos de

vivienda Infonavit, Fovi, Fovissste y Fonhapo; con dependencias gubernamentales tales como las secretarías de Desarrollo Social y de Hacienda y Crédito Público; con instituciones financieras como son la banca de desarrollo, la banca de primer piso y las Sociedades Financieras de Objeto Limitado (Sofoles), además de mantener una relación directa con los legisladores responsables de la vivienda en las cámaras de Diputados y Senadores.

Situación actual de la vivienda

De acuerdo con datos de la CMIC, el actual parque habitacional comprende 22 millones de viviendas, en tanto que las necesidades calculadas son de 800 mil viviendas; por ello, a partir de este año y hasta el año 2020, habrá que construir 16 millones más.

El reto es grande, indica Loperena, y para enfrentarlo se necesita poner en marcha aspectos específicos, algunos de los cuales ya están en camino:

1. Establecer una política de estado a largo plazo en materia de vivienda para atender la demanda, mediante un proyecto elaborado con los organismos de vivienda en apoyo conjunto de la Secretaría de Desarrollo Social, como organismo rector, y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, como instancia administradora que resuelva los temas torales para permitir llevar beneficios a los trabajadores con menores ingresos y a las empresas desarrolladoras de vivienda medianas y pequeñas, y con ello reactivar la economía del país.

2. Reactivar y fortalecer el ahorro interno, principalmente el proveniente de los fondos de ahorro para el retiro, lo que permitirá disponer de recursos suficientes a los que podrá aspirar el mercado hipotecario, complementados por las medidas que permitan captar los recursos del exterior, públicos y privados, para atender la demanda del sector inmobiliario. Se trata de modernizar, especializar y ampliar los mecanismos de financiamiento e incorporar en forma más ágil a la banca, ofreciendo tasas de mercado para lograr rendimientos reales con enganches suficientes que propicien una competencia por los recursos de largo plazo y seguridad para la inversión crediticia como preámbulo para la

bursatilización de las carteras hipotecarias, con un marco legal que fomente la cultura del pago y del mantenimiento.

3. Impulsar la consolidación de un sistema nacional de ahorro previo con propósito habitacional en instituciones tales como el patronato del Ahorro Nacional y con la participación de bancos y Sofoles donde quien ahorre con regularidad tenga derecho a ser sujeto de crédito aun cuando pertenezca al mercado informal; así mismo, canalizar recursos de los fondos de pensiones al crédito hipotecario ya que ambos son por su naturaleza de largo plazo.

4. Establecer un sistema generalizado de subsidios directos para apoyar el financiamiento de la vivienda de interés social.

5. Realizar en los tres niveles de gobierno una simplificación administrativa efectiva y transparente, así como la desgravación gradual y progresiva de la actividad habitacional, promoviendo mayores estímulos fiscales y adecuación del marco jurídico para estimular la producción y el mantenimiento de viviendas.

6. Apoyar las medidas que permitan el desarrollo urbano sustentable que mejore la calidad de vida de las ciudades y las conurbaciones.

7. Financiar más infraestructura urbana con el apoyo de la banca de desarrollo al fortalecimiento municipal y con la actualización de los mecanismos de recuperación.

8. Impulsar el desarrollo urbano de los centros de población.

9. El sector inmobiliario deberá estimular la investigación y el desarrollo de tecnologías que tiendan a abaratar los costos de vivienda, mejorar su eficiencia y su comodidad, disminuir la demanda de servicios municipales y promover la activa participación de las empresas pequeñas y medianas en promoción inmobiliaria.

Con respecto al último punto, Loperena Santacruz refiere que la Cámara ha logrado abatir los costos de 1994 a la fecha en 30 por ciento a montos reales, con base en tecnología avanzada, ingeniería financiera e imaginación.

En relación con los créditos, en el último trimestre de 1999 el Infonavit, Nacional Financiera, Bancos y Sofoles lograron un convenio para dotar de crédito puente a la Línea II de INFONAVIT con lo cual se beneficiará a pequeños desarrolladores que podrán construir vivienda para familias de dos y medio salarios o menos, propiciando que haya trabajo para las constructoras que emplean gran cantidad de mano de obra, la mayor parte de ésta no calificada.

La acción conjunta de los involucrados, refiere la vicepresidencia de vivienda de la CMIC, garantiza para los derechohabientes y para los desarrolladores de vivienda beneficios reales. "Hemos logrado homologar criterios con propósitos y fines comunes con una rectoría por parte de la Sedesol, para dar a la vivienda el lugar que le corresponde como prioridad nacional", señala Loperena, y agrega que con el convenio se contribuirá a cumplir los objetivos planteados: reactivar el sector de la construcción y propiciar la realización de viviendas que permitan disminuir el déficit de casa-habitación de interés social.

Respecto a la bursatilización, durante la reunión de Vivienda organizada por la CMIC que tuvo lugar en noviembre pasado, se dijo que con las condiciones y modificaciones que se plantean en el esquema financiero mexicano para este año se fortalecerá la bursatilización a través del nuevo producto Fovi, lo cual permitirá atraer más recursos hacia la institución.

"Fovi se ha caracterizado por subsidios a tasas, pero los programas de vivienda no pueden crecer, es necesaria una política de subsidios al frente para trabajar con tasas de mercado", se mencionó, además de que Fovi cuenta con recursos suficientes para seguir operando, 12 mil millones de pesos de capital más garantías por 35 mil, lo que hace un global de 47 mil millones; la suma de capital y garantías supera su cartera, ésta es la fortaleza de Fovi.

Por lo que toca a la participación de la banca, se pretende que pueda detonar programas de ahorro para la población en general, sean derechohabientes del Infonavit o del sector informal, o de Fovissste.

En este contexto, también se está discutiendo la posibilidad

de que las Afors participen, lo que abarataría enormemente los créditos puente, "porque al otorgar un crédito puente, va a poder tener certeza, asegurar una tasa a quien los esté fondeando, sea un banco o una Sofol, situación que abre el financiamiento de vivienda media también".

Por otra parte, el Banco de México, en el caso de los Udibonos a 10 años, concesionó a dos bancos para participar en un sistema de mercado de moderno. "Si bien la banca no ha otorgado créditos en los últimos años, ahora lo que vamos a tener es un pujante mercado de bonos. Y creo que vamos a ver una explosión en las emisiones en el mercado de bonos".

Avances concretos

El Infonavit y el Fovissste nacieron como los grandes productores de vivienda que cubrirían el déficit habitacional. Los resultados de esas políticas se agotaron a mediados de los años ochenta, por lo que el Estado adoptó medidas por las que muchas de las responsabilidades, poderes e instrumentos se transfirieron al "mercado". Ante esa situación, los dos organismos se convirtieron en instituciones financieras y el sector privado en el productor de la vivienda que necesitan los derechohabientes de ambos organismos.

El Infonavit, después del letargo de 1997 y parte de 1998, superó en 1999 su meta de créditos. El Fovissste, por su parte, ha reiniciado el proceso de financiamiento a los trabajadores al servicio del Estado: para 1999 financió más de 15 mil viviendas.

La CORETT y el programa PISO incorporados a Sedesol plantean una política de vivienda en la que los elementos necesarios para combatir los rezagos de la construcción de vivienda queden dentro de un solo responsable del sector.

De acuerdo con los especialistas, el financiamiento de Fovi, Infonavit y Fovissste seguirá creciendo. Sin embargo, falta un buen trecho para crear los instrumentos que permitan hacer realidad el financiamiento a la producción de vivienda.

Para 1999, el Infonavit se puso como meta otorgar 160 mil

créditos; el número fue rebasado: alcanzó los 170 mil, y debido a que no trabaja con recursos fiscales, se propuso un programa de asignación de créditos de 18 meses con el cual dar certidumbre a los inversionistas.

Esta institución prevé en el largo plazo, al año 2010, otorgar 2 millones y medio de créditos con un promedio de 200 mil viviendas anuales. Al cierre del año pasado esperaba resultados en la mejora del sistema de subastas para los primeros meses del 2000.

El Infonavit se considera un buen sistema de inducción para la construcción y oferta de viviendas en lugares donde no las hay. Durante 1999, Fovi detonó la construcción de cerca de 80 mil viviendas.

En lo que toca a las Sofoles, existen alrededor de 27 autorizadas, 17 de ellas están en la vivienda y 14 operan como intermediarios financieros del Fovi. A junio de 1999, las Sofoles representaban 97 por ciento de la colocación de créditos Fovi.

De los créditos, 63 por ciento se ha destinado a vivienda con valor menor o igual a cien salarios mínimos. Se están financiando viviendas con valor de 90 mil a 278,179 pesos; predomina la casa sola con posibilidades de crecimiento. Al día de hoy, hay sucursales de alguna Sofol en diversos estados de la República y empieza a generarse la competencia por el crédito, lo cual está generando el ofrecimiento de mejores condiciones a los desarrolladores de vivienda.

La participación de las Sofoles está concentrada en los segmentos bajos de la pirámide de valores de las viviendas, encontrándose actualmente 63 por ciento de los créditos en viviendas con valor menor o igual a cien salarios mínimos, conviviendo de Prosavi, hasta 100 m², con tres recámaras y dos y medio baños en las viviendas de 190 salarios. Este último tipo de casas corresponde a los nuevos cajones abiertos por Fovi a partir del mes de agosto; las subastas han tenido tal demanda que las primeras tres de 1999 se saturaron completamente y Fovi tuvo que diseñar un esquema especial para poder cubrir los requerimientos de los promotores de las áreas metropolitanas.

Este nuevo tipo de viviendas está cubriendo una demanda insatisfecha en los últimos cinco años. Por el tipo de clientes que las están comprando, se puede observar que cubren parte del mercado de vivienda media baja, con acreditados conservadores que prefieren una casa que ellos puedan ampliar y mejorar, pero con un esquema muy accesible en sus pagos y cuyo riesgo de incremento en las cuotas mensuales no exista.

Por lo que respecta al financiamiento a la vivienda media y residencial, este es un segmento prácticamente no cubierto por las Sofoles. Sin embargo, varias instituciones han estado realizando colocaciones de papel de mediano plazo para incursionar en este tipo de viviendas, por lo que los analistas consideran que se empezará a ver muy pronto esquemas interesantes a plazos de tres, cinco y siete años que puedan ayudar a satisfacer la demanda.

Las Sofoles han estado fortaleciendo su situación financiera a través de esquemas de autorregulación y agresivos programas de reservas para riesgos crediticios.

En este contexto, "las acciones para el año 2000 tienen como finalidad vincular la oferta con la demanda; considerar los componentes sectoriales como son suelo, infraestructura e impacto urbano y prevenir los requerimientos de materiales de construcción con el uso de nuevas tecnologías", refiere Pedro Loperena.

El programa de Fovi se ha expandido en los últimos años; de 51, 664 viviendas en 1995, a 71, 711 viviendas programadas en 1999, lo ha significado pasar de una derrama de crédito de 3, 125.6 millones de pesos en 1995 a un estimado de cierre de 10, 866.4 millones de pesos en 1999.

Con el objeto de acercar el crédito a los usuarios, con el apoyo financiero de Fovi se ha impulsado el desarrollo de intermediarios financieros especializados en atención del sector vivienda,. Tal es el caso de las Sofoles, de las cuales 14 cuentan con registro en Fovi para acceder a créditos hipotecarios, con una cartera de más de 15 mil millones de pesos.

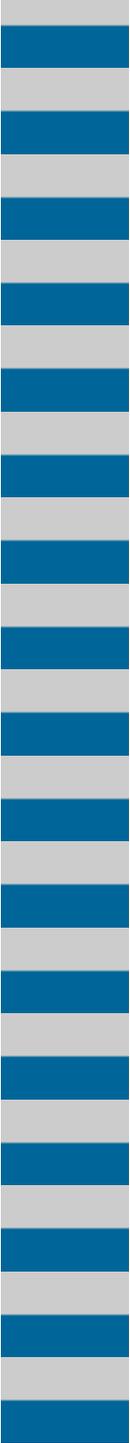


Por otro lado, Banobras, como agente financiero del gobierno federal, contrató con el Banco Mundial un crédito por 500 millones de dólares que se ejerció en una tercera parte durante 1999.

Ya se trabaja para lograr las primeras emisiones de bonos respaldados por hipotecas, a fin de poder atraer hacia el sector vivienda recursos de las empresas aseguradoras y administradoras de pensiones.

SABÍA QUE...

- Cerca de 80% de la población vive en ciudades.
- El resto está dispersa en 150 mil localidades pequeñas.
- Los centros de las ciudades se están despoblando.
- 70% de la mancha urbana es de origen irregular.
- La regularización ocurre a destiempo (proporción de uno a tres).
- Se observa ausencia o insuficiencia de reservas territoriales aptas.
- Existe un rezago habitacional de 4.7 millones de viviendas (3.5 mejoramiento, 1.3 nuevas)
- Se requieren más de 700 mil viviendas anuales (los organismos no cubrieron ni 200 mil en 1998) y mejorar otras tantas.
- El crédito inaccesible para 60% de la población económicamente activa.
- El sector informal tiene baja capacidad de pago, sus ingresos son menores a 2.5 salarios mínimos.

- 
- Existe hacinamiento y deterioro habitacional: 57% de las familias habitan en viviendas con dos o menos cuartos y 25% de las viviendas tienen materiales inadecuados.
 - Falta financiamiento para ampliación, reparación y mejoramiento y para vivienda usada y en renta.

SABÍA QUE ...

- De los 80,499 millones de pesos del valor anual por tipo de obra de las empresas afiliadas a la CMIC, la edificación representa 35%; transporte 19%; petróleo y petroquímica 18%; otras construcciones 16%; agua, riego y saneamiento 6%; electricidad y comunicaciones 6%.
- 7% de las viviendas cuentan con 6 o mas cuartos; 20% con 4 y 5 cuartos; 24% con 3 cuartos; 25% con 2 cuartos y 24% con 1 cuarto.
- El techo de 60% de las viviendas es de concreto; los muros de 78% de las mismas son de tabique; los pisos de 84% son de cemento.
- 93% de las viviendas cuenta con energía eléctrica; 51% con drenaje; 54% con agua entubada.
- El promedio de ocupantes por vivienda es 4.5.
- Los requerimientos de vivienda por año ascienden a 700 mil.

Corporación Geo: financiamiento adaptado al mercado

La construcción de vivienda es una prioridad gubernamental y privada. Algunas constructoras han encontrado en este

nicho una posibilidad no sólo de sostenerse, sino de crecer. Corporación GEO ha desplazado, en operaciones y finanzas, a constructoras del tipo de ICA o Tribasa, las que a través de la ejecución de obra pública se colocaban a la cabeza de las empresas del sector.

Los resultados del grupo en la Bolsa Mexicana de Valores al cuarto trimestre de 1999 indicaron un importante crecimiento: 25,803 viviendas vendidas e ingresos por 4,195 millones de pesos.

Estos números significan un incremento de 27.5 por ciento en ventas con respecto a 1998, así como 30.2 por ciento de aumento en ingresos acumulados, además de un incremento de 29.2 por ciento en su utilidad bruta y 44.2 por ciento en su utilidad neta.

Adicionalmente, GEO logró superar sus metas financieras fijadas a principios de 1999, al reducir sus cuentas por cobrar de 67.1 a 50.4 por ciento, registrar un EBITDA de 95.3 millones de dólares y mejorar su flujo de caja libre, el cual pasó de -923.4 pesos en 1998 a -47.5 millones de pesos en 1999.

El presidente de Corporación GEO, Luis Orvañanos, señaló que "los resultados obtenidos por la empresa durante 1999 reflejan que la estrategia de crecimiento de GEO ha sido exitosa en cuanto ha logrado cumplir con las metas planteadas y superar los resultados financieros pronosticados".

Para muchos analistas, el éxito de Corporación GEO, la desarrolladora líder de vivienda de interés social en México, radica en que se ha adaptado al mercado y las circunstancias de éste a través de su sistema de financiamiento Geofácil, el cual presenta peculiaridades.

Por ejemplo, en Morelos firmó un convenio para que los trabajadores independientes, no asalariados, que carecen de recursos para pagar un enganche o tienen algún inconveniente para obtener un crédito hipotecario accedan a este.

Este grupo de personas tendrán la posibilidad de adquirir una

casa propia, al depositar su enganche en una sociedad de inversión, que les dará rendimientos mensuales superiores a la inflación desde los primeros mil pesos que inviertan.

El sistema diseñado por GEO facilita también a todo trabajador que no cuenta con dinero ahorrado para pagar el enganche y los gastos de escrituración para que reúna lo requerido, en el tiempo establecido y de acuerdo con sus posibilidades económicas.

Como ventaja adicional, Geofácil permite que las personas que no tienen un buen historial crediticio ingresen a este sistema generando un nuevo historial para adquirir una vivienda propia.

Las metas de Corporación GEO para el 2000 son amplias: incrementar su margen de participación en el mercado mexicano (actualmente tiene 25 por ciento) y continuar como la constructora número uno del país. Geo pretende que 50 por ciento de sus ingresos de este año provengan de las operaciones fuera de México (tiene fuerte presencia en Chile y Estados Unidos).

Consortio ARA: alta rentabilidad por su integración vertical

El consorcio Ara tiene más de 25 años en el mercado; "inicialmente fue sectorizado como un negocio de construcción de vivienda, alguna gente no nos tomaba en cuenta, decían despectivamente: 'Hacen casitas'. Y hoy, haciendo casitas, ocupamos un lugar muy importante dentro de la industria", dice Donal Forseck Orive, director de finanzas de la compañía, quien afirma que el ímpetu, el jalón en el sector, se está yendo hacia la construcción de vivienda. No erraron el camino.

Forseck hace una revisión del sector: Considera que el gran problema de la construcción, como contratista, es la volatilidad de los contratos: un día puede estar uno tronándose los dedos y liquidando gente porque no hay trabajo, y al otro tener una carga importante.

Esa situación los llevó a convertirse en su proveedor de obra: "las tres alternativas para serlo eran ubicarnos como un desarrollador industrial, comercial o de vivienda". Se inclinaron por la tercera opción porque las otras dos tienen una alta ciclicidad con base en los periodos económicos del país; además, porque en México se cuenta con organismos proveedores de vivienda que dan una dinámica muy particular al negocio, una dinámica de certidumbre, y también debido a que existe un déficit enorme de casas-habitación.

Una vez ubicados en su nicho, la estrategia del Consorcio Ara fue la reinversión de utilidades; adquirieron terrenos y hoy cuentan con la reserva territorial más grande de México. "Nos dimos cuenta de que es muy buen negocio de volumen con márgenes pequeños, por ello decidimos cuidar los costos", señala Forceck.

Debido a lo anterior, optaron por integrarse verticalmente, convertirse en sus propios proveedores: "Detectamos los terrenos, los compramos, conseguimos las licencias, diseñamos las casas, las comunidades, las construimos, producimos nuestro propio concreto (somos el tercer premezclador más importante de la república), adocreto, somos dueños de la cimbra, vendemos, hacemos nuestra publicidad, todo el paquete; por lo tanto, no necesitamos pedir prestado para seguir creciendo, es un círculo que se tiene que estar cuidando".

El Consorcio Ara salió a la bolsa en 1996; en ese año hicieron 3,600 casas, y durante el cuarto trimestre del 1999 construyeron 5,400 casas: en un trimestre hicieron más que en un año. Forceck lo atribuye a que están integrados verticalmente.

"Hoy estamos en un momento en el que nos están presionando para hacer más vivienda; los organismos que financian vivienda y nosotros estamos generando reingenierías para poder crecer, aunque nuestra tónica no es cómo le hago para crecer más, sino pensar cuánto quiero crecer para mantener mi salud operativa y financiera", señala el ejecutivo.

Agrega que actualmente hay un énfasis en vivienda, que

estamos viendo constructoras, tradicionalmente de infraestructura, tratando de entrar al mercado; que los números y las acciones invitan pero se debe de tomar en cuenta que la construcción representa 40 por ciento del precio de venta, y que el resto es administración, ventas, conseguir la tierra, permisos, pagar los impuestos, etcétera.

"La construcción es un eslabón dentro de la cadena, ahí radica la importancia de nuestra integración vertical", reitera. "Es la mejor manera para controlar calidad y costos y no se comparten utilidades, como resultado, tenemos el mejor margen de rentabilidad que cualquier desarrolladora de vivienda".

Esta compañía piensa invertir durante este año tres mil 500 millones de pesos en la construcción de 15 mil 170 viviendas de diferentes segmentos: "para este año estimamos incrementar nuestro volumen de ventas e ingresos a casi 17 por ciento".

Lo anterior implica 15 por ciento de crecimiento. "No nos interesa ser el más grande, nos interesa ser, y somos, el más rentable", menciona Forceck, y añade que en la medida en que se puedan enfocar en zonas de alto poder adquisitivo dentro del país, de alto dinamismo, como son la zona metropolitana, la zona turística de Cancún, la de maquila de Ciudad Juárez, Tijuana, etcétera, podrán vender más casas al mejor precio y, por lo tanto, "nuestro margen de utilidades será bueno; no nos interesa cubrir todo el mapa de México con el logotipo de ARA".

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**

Revista Construcción y Tecnología

Mayo 2000

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)





La Restauración del Palacio Postal



Resumen

A casi diez años de su inicio, los trabajos de restauración del Palacio Postal de la ciudad de México están a punto de finalizar para devolver a este magnífico edificio del porfirato su antiguo esplendor: una obra más de rescate arquitectónico que restituye a la memoria colectiva una imagen que el tiempo y el uso habían desvirtuado.

El Palacio Postal de la Ciudad de México es uno de los edificios más hermosos de nuestra capital. Construido a principios de siglo por mandato del entonces presidente Porfirio Díaz, esta magnífica obra en la que los estilos plateresco isabelino y gótico veneciano se entretajan en exquisita filigrana, hoy es objeto de una intensa restauración que tiene como fin último restituir la originalidad

Aquí! 

arquitectónica del inmueble, seriamente afectada en el transcurso de su ya casi centenaria vida.

De su proyecto y construcción

Proyectado por el arquitecto italiano Adamo Boari y construido por el ingeniero mexicano Gonzalo Garita, el Edificio Central de Correos, con sede en el predio que ocupara el hospital de Terceros Franciscanos durante la colonia, se inauguró el 17 de febrero de 1907 bajo el auspicio de un régimen que buscaba mostrar a través de sus obras, su prosperidad. En las últimas décadas del porfirato, la ciudad tuvo un desarrollo arquitectónico sólo comparable al que impulsara Tolsá un siglo atrás. Junto con el Teatro Nacional –hoy Palacio de las Bellas Artes–, proyecto iniciado también por Boari, y la secretaría de Comunicaciones de Silvio Contri –actual sede del Museo Nacional de Arte–, la Quinta Casa de Correos es una de las obras más importantes del periodo y es parte indiscutible de la historia urbana de esta ciudad que trata de recuperar afanosamente los espacios de calidad que aún conserva.

Las cicatrices de la ignorancia y el tiempo

La sociedad porfirista acudió jubilosa a la inauguración de la Nueva Casa de Correos, vanagloriándose de poseer un palacio digno de una ciudad moderna. Años después, en afán de la "modernidad" de los nuevos tiempos, el edificio sufrió, entre otras modificaciones, el desmantelamiento de varios de sus pisos originales, la desaparición de sus candiles de bronce, el recubrimiento de pintura vinílica en sus muros y de esmalte en su herrería y la remoción de sus elevadores.

Único en su estilo ecléctico, este magnífico edificio fue decorado originalmente con mármoles, trabajos de escayola, herrería ornamental de bronce dorado y ebanistería tallada en cedro rojo. Asentado sobre una gruesa cimentación de concreto tipo Chicago y con estructura superior de acero, ha resistido los hundimientos diferenciales característicos del centro histórico y los sismos que han sacudido a la ciudad de México; sin embargo, los embates de la contaminación han dañado seriamente sus fachadas labradas en cantera blanca de Pachuca, las que comenzaron a desmoronarse

con peligro de caer sobre automóviles y transeúntes.

Vicisitudes de la restauración

Los trabajos de restauración del edificio emblemático del Servicio Postal Mexicano (Sepomex) comenzaron paulatinamente a partir de 1991, cuando se dio inicio a la primera etapa de la "Restauración y Puesta en Valor del Palacio Postal", que culminó al siguiente año. En 1993, la siguiente etapa fue interrumpida. Dada la crítica situación del inmueble, las autoridades de Sepomex acordaron en 1996 llevar a cabo el Proyecto Integral de Restauración del Palacio Postal conforme a un plan maestro dirigido por el doctor en arquitectura Ricardo Prado Nuñez y ejecutado por Grupo Farla S.A de C.V. bajo la coordinación de los arquitectos Anhuar y Alberto Farah Made Lara.

A partir de julio de ese año y hasta la fecha, restauradores y arquitectos; canteros y carpinteros; ingenieros e historiadores; marmoleros y herreros; carteros y personal administrativo de Sepomex; especialistas y artesanos y todos aquellos que han intervenido en esta empresa han trabajado ininterrumpidamente para devolverle al Palacio Postal su magnificencia. La restauración ha atacado desde la estructura hasta los acabados. Actualmente hay áreas terminadas que al ser recorridas maravillan la vista por la fineza de su trabajo. Durante cada intervención, los espacios se han liberado poco a poco de losetas vinílicas, mamparas que obstruyen la vista, luminarias fluorescentes y pesados rellenos en sus azoteas y han arrojado señales del camino a seguir para que luzcan como antaño. Ya se observa un notable avance en las fachadas y espacios interiores, y en un corto plazo el edificio entero se verá libre de andamios para continuar con sus labores, que no han sido interrumpidas durante todo este tiempo, y ser admirado por quienes recorren el centro histórico de la ciudad.

Los esfuerzos por recuperar la memoria

La primera fase de la restauración comenzó en el segundo nivel, donde se alojan las estancias que ocuparon sus directivos a principios de siglo. Plafones, muros, pisos y columnas volvieron a revestirse con sus colores y materiales originales, para lo que fue necesaria una intensa

investigación que sacó a la luz desde frisos cubiertos por capas de pintura vinílica hasta el diseño original de los candiles de bronce sustituidos en los años cincuenta por gabinetes de iluminación fluorescentes. Los frescos al temple de Bartolomé Galloti pintados sobre una base de oro de 24 kilates que engalanan el antiguo Salón de Recepciones han recuperado su entorno original y se rescató la receta para realizar los trabajos de escayola que recubren las columnas dándoles apariencia de mármol. La herrería de fierro colado recubierta de cobre y bronce, fabricada en la Fondería Pignone de Florencia, Italia, recuperó su color original dorado que estaba cubierto con pintura negra de esmalte, y puertas, ventanas y lambrines tallados en cedro rojo lucen totalmente renovados. Actualmente se trabaja intensamente en las demás áreas del edificio según los criterios establecidos durante la primera fase. Cristales grabados y biselados realzan la ebanistería, y el mármol de carrara junto con la madera se hacen presentes en los pisos. Es importante señalar que la infraestructura de todo el inmueble fue revisada y se realizaron nuevas canalizaciones para reforzar las instalaciones existentes e incluir nuevos sistemas necesarios para el eficaz desempeño de las funciones que aquí se albergan.

Mención aparte merecen los patios del Palacio Postal. El primero aloja la escalera monumental por la que se asciende a los cuatro niveles y desde la que se observan, repartidas en las cuatro caras, las banderas de los países que pertenecían a la Unión Postal Universal en el momento de su fundación. Los barandales están siendo limpiados y la cancelería de lámina galvanizada con vidrio grabado, que fuera retirada de la zona de arcos, ha vuelto a tomar materia en su lugar, esta vez fabricada en cedro rojo y con vidrios transparentes para que la vista fluya libremente. El segundo patio, conocido por pocos por ser el de servicio, es único en su género ya que se forma por una estructura troquelada a partir de piezas que se repiten y ensamblan perfectamente. Su cubierta, originalmente de cristal curvo, actualmente es de policarbonato y se espera poder restituirla para que recobre su apariencia inicial.

Las azoteas y el tercer nivel eran las áreas más modificadas y degradadas del edificio. Con la remoción de los rellenos acumulados sobre las cubiertas a lo largo de los años se

liberó a la estructura de un gran peso muerto y las losas se impermeabilizaron reforzando algunas zonas con lámina de cobre para evitar filtraciones. El tercer nivel, que alojara oficinas, cocinas y comedores del Banco de México por varios años, hoy luce libre de anacrónicos y pesados agregados y ya puede ser visitado. En él se aprecia la belleza del domo ornamental que cubre el primer patio, vista que estuvo impedida por mamparas. La estructura en este nivel luce aparente y los pisos de madera y mármol son iluminados a través tragaluces que estuvieron recubiertos de lámina. Este gran espacio alberga hoy un museo y de él se accede a una terraza que circunda al segundo patio. Durante el desmantelamiento de pisos y losas se encontraron vestigios del recubrimiento original de la terraza a partir del que se realizó la restauración y también se rescató la marquesina de hierro y cristal que corre a lo largo de sus muros.

Los estragos de la contaminación

Las fachadas y el pan coupé,¹ labrados en cantera blanca de Pachuca, se limpiaron en 1978 y no se previó su posterior protección contra los agentes atmosféricos, lo que al pasar de los años degeneró en un alto deterioro en la piedra. Los trabajos preliminares a la restauración comprendieron un levantamiento de todas las piezas que conforman los paramentos para clasificarlas en tres categorías de acuerdo con su estado, lo que determinó su restitución total o parcial o solamente su limpieza. Torreones, balaustradas, pretilas, gárgolas, logias y paños de fachada, elaborados con una estereotomía perfecta, recibieron un lavado general para ser consolidados con productos químicos que evitarán su posterior deterioro. Los trabajos de cantería se realizaron simultáneamente en talleres de Chimalhuacán, Querétaro, y en la obra misma, con piedra del banco original emplazado cerca de Real del Monte, Hidalgo. Una vez realizada la restitución, empaste o injerto parcial, los nuevos elementos reciben una pátina a partir de pigmentos minerales para conservar la unidad cromática del edificio, adquirida en el transcurso de 90 años. Finalmente, cada fachada restaurada es hidrofugada. De las cuatro caras, las poniente y norte, alineadas con el Eje Central y la calle de Tacuba, se terminaron en 1998 y 1999 respectivamente, mientras que el costado hacia el callejón de Condesa acaba de liberarse,

restando sólo el frente sur que actualmente es intervenido. El muro del pan coupé luce su dorada marquesina pintada por años de negro junto con la carátula del reloj monumental en lo alto. Los lampadarios de bronce que marcan las entradas pronto tomarán su sitio y sus puertas se reabrirán para encontrar que *"en el enjambre de la mayor ciudad del mundo, aún se transpira paz, comunicación, entre espacios que se explayan"*.²

Elementos que sobresalen

Dentro del Proyecto Integral de Restauración del Palacio Postal se destaca la restitución de los elevadores y del reloj monumental. Los primeros ya se encuentran funcionando en sus jaulas de bronce fabricadas a imagen y semejanza de las originales, que fueran de fierro colado recubierto de cobre y bronce fabricadas como toda la herrería, en Florencia. Al acceder por la calle de Tacuba, estos singulares cubos reciben al usuario para transportarlo verticalmente en sus cajas de cristal. El reloj monumental del pan coupé, de manufactura alemana, y su carillón, lucen tal y como Adamo Boari los diseñara, y su maquinaria, reparada por el arquitecto Agustín de los Ríos Paredes, puede ser admirada en el tercer nivel. Para su intervención se realizó una cuidadosa investigación en el Archivo General de la Nación, la que arrojó importantes datos tales como el nombre de los fabricantes y las cartas de contratación que, junto con croquis y fotografías de su estado original, permitieron una rehabilitación fiel de este elemento.

En la restauración del Palacio Postal existe un sentimiento común de amor hacia el edificio por parte de todos los involucrados en esta gran empresa. Los empleados no quisieron abandonar su sede de labores y continúan su trabajo entre polvo y ruido; la señora Josefina, su más antigua trabajadora, ha aportado datos vitales para los trabajos de investigación, mientras los responsables de la restitución arquitectónica encuentran día con día nuevas señales escondidas en algún muro o una antigua fotografía. El rescate de este espléndido edificio, con sus altas y bajas, completa casi una década de esfuerzos que culminarán con su reapertura próxima, en la que despertará como en 1907 la admiración de sus visitantes.



Agradecimiento

Agradecemos al Grupo Farla por las facilidades otorgadas para la realización de este artículo.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**

Revista Construcción y Tecnología

Mayo 2000

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)





Reparando el Concreto de Edificaciones Históricas



Paul Gaudette, Jason Aspin & Deborah Slaton

Aquí! 

Resumen

Reproducir lo más fielmente posible el color, el acabado y la textura de un concreto antiguo que necesita reparación es un reto cuyos aspectos principales se consideran en este artículo al tratar los distintos trabajos que deben realizarse.

En muchos aspectos, reparar concreto en edificaciones históricas es similar a reparar concreto convencional –las reglas para una buena práctica de reparación del concreto son aplicables a ambos casos–. Sin embargo, hay muchos desafíos inherentes a la reparación de concretos históricos. Uno de ellos es igualar, lo más cercanamente posible, el color, el acabado y la textura del nuevo concreto con los del concreto ya existente. Normalmente, esto debe llevarse a cabo sin utilizar capas de concreto como forma de ocultar las reparaciones de la superficie.

El deterioro de los concretos históricos se origina a menudo por una larga exposición de la superficie a la intemperie, daño provocado por congelación-descongelación y corrosión

del acero embebido. Como en cualquier otro proyecto de reparación, la reparación de concretos históricos debe empezar con una investigación del concreto para evaluar sus condiciones actuales y determinar las causas del problema y del deterioro.

La publicación *Standard Rehabilitation*, de la Secretaría de Asuntos Internos de Estados Unidos, proporciona las líneas de acción para la reparación de estructuras históricas y recomienda la conservación y reparación, más que el reemplazo, de los materiales históricos, siempre que sea posible, y hacerlo evitando tratamientos agresivos tales como el chorro de arena, que pueden dañar materiales de reconocido valor histórico.

Antes de empezar un trabajo grande de reparación en la estructura, el constructor debe llevar a cabo dos procedimientos adicionales: desarrollar una mezcla de concreto que logre los requisitos de desempeño y apariencia, y construir muestras de prueba para demostrar que los materiales y los métodos propuestos producirán una reparación aceptable.

La investigación

El primer paso en la investigación para el desarrollo de un proyecto de reparación de concretos históricos es la revisión de los documentos originales y dibujos disponibles, fotografías históricas e informes de reparaciones anteriores. Los documentos originales pueden proporcionar información de la proporción de la mezcla utilizada para el concreto y de la ubicación del refuerzo estructural. Las fotos históricas mostrarán la apariencia original de la estructura, las técnicas de construcción llevadas a cabo o los cambios ocurridos durante la construcción.

La evaluación de los concretos históricos construidos en los inicios del siglo pasado es difícil por la utilización de varios tipos de acero de refuerzo, especialmente antes de la adopción de la Especificación para Varillas de Refuerzo en Acero, ASTM 15, en 1911. La información sobre refuerzos del concreto histórico puede encontrarse en libros, y en el

caso específico de Estados Unidos, en el libro *Evaluation of Reinforced Concrete Structures*, publicado por el Concrete Reinforcing Steel Institute.

El segundo paso en la investigación del concreto histórico implica el análisis y prueba en laboratorio de muestras de concreto para determinar los componentes y la proporción de la mezcla del concreto original y la identificación de otros factores tales como la cantidad de aire, la relación agua/cemento y la profundidad de la carbonatación, que ofrecen importante información en cuanto a la causa del deterioro. El análisis de laboratorio también puede utilizarse para la identificación de la condición de la superficie expuesta del concreto, lo que ayudará, por ejemplo, a determinar la resistencia de un agregado y de la matriz del concreto en caso de una futura exposición a la intemperie.

El siguiente paso en la investigación es una evaluación cuidadosa de los procesos de reparación anteriormente llevados a cabo en la misma estructura. No sólo deben removerse las reparaciones anteriores que fallaron, también las que se encuentran en buen estado deben evaluarse para determinar su futuro desempeño y si pueden causar deterioro en el concreto original. Por ejemplo, ciertos morteros de recubrimiento hechos con polímero modificado que reducen la penetración de la humedad pueden atrapar algo de humedad dentro del concreto original.

Desarrollo de la mezcla para la reparación

También debe utilizarse análisis de laboratorio para determinar los ingredientes originales del concreto histórico, incluyendo el tipo y proporción de los agregados finos y gruesos y las cantidades de cemento y agua. Aunque se tengan a la mano los documentos de la mezcla original, el análisis de muestras del concreto servirá para verificar las proporciones de esta mezcla.

El desarrollo de una mezcla de reparación apropiada empieza con la proporción original de arena, agregado grueso y cemento y debe incluir la adición de materiales y aditivos para incrementar la durabilidad, tales como los

agentes inclusores de aire. De ser posible, los materiales deben obtenerse de sus fuentes originales. Si los agregados que se van a utilizar no están a la mano, se requiere una investigación para localizar nuevas fuentes. Además, puede ser necesario encontrar tamaños de agregado no muy utilizados hoy día.

La reparación de concreto de tipo convencional casi siempre contiene modificadores de polímeros, lo que reduce la permeabilidad del material de reparación y mejora la resistencia de adherencia. Sin embargo, materiales con polímeros siempre son apropiados para la reparación de estructuras históricas a causa de diferencias en el color. La superficie del concreto polimerizado también tiende a ser menos trabajable en los primeros estadios del curado, y el acabado y otros tratamientos superficiales pueden desgarrar o dañar de otra manera la superficie.

Por lo regular, los modernos materiales de reparación son más fuertes, más resistentes a la intemperie y más durables que los concretos históricos. Como la utilización de materiales de reparación con propiedades muy diferentes a las del concreto original puede conducir a problemas de incompatibilidad debido a la diferencia de resistencia, movimiento térmico y permeabilidad, es muy importante seleccionar materiales de reparación que sean similares o compatibles con el concreto original.

Después de seleccionar los agregados y el cemento, se deben hacer mezclas de prueba para el desarrollo y refinamiento de las proporciones de la mezcla. El concreto debe colocarse primero en pequeñas muestras de pruebas. Si la reparación del concreto demanda un acabado tipo tablero, detalles arquitectónicos, exposición de agregado u otros tipos de tratamiento superficial, estas técnicas necesitan ser ensayadas y refinadas en las muestras de prueba. Es muy importante realizar tratamientos superficiales en las muestras de prueba en aras de simular las condiciones de trabajo presentes en el área. Por ejemplo, si el trabajo de reparación se va a efectuar en superficies verticales, la muestra de prueba debe hacerse verticalmente, aunque sólo se esté ensayando y refinando las técnicas de tratamiento superficial.

La construcción de muestras de pruebas

La construcción de muestras de prueba ayudará a quien trabaja en la reparación de concretos históricos a refinar las técnicas de preparación, moldeado, colocación y acabado de superficies y detalles a fin de lograr reparaciones duraderas y que igualen el concreto ya existente.

Los concretos históricos a menudo tienen una menor resistencia a la compresión que los concretos de hoy día, de modo que pueden fracturarse más fácilmente y, por lo tanto, requieren más cuidado en el control de la profundidad de remoción. Para un mejor control de la remoción del concreto, debe limitarse el tamaño de los martillos de cincelado; debe ser limitado, especialmente en áreas con detalles arquitectónicos. En algunos casos, los martillos eléctricos de menos de 38 cm son más apropiados para el cincelado de detalles.

Cuando se reparan concretos históricos, es recomendable el uso de una cimbra de alta calidad, rígida, que no ocasione protuberancias o fugas. Los detalles arquitectónicos existentes deben incorporarse a la cimbra, siempre que sea posible, evitando la modelación de éstos *a posteriori*, en el concreto fresco. Las líneas de forma, los nudos de la veta de la y la inconsistencia del acabado del tablero deben lograrse mediante el empleo de la cimbra y no con otras técnicas de acabado como son la pulverización o el acabado con llana. El uso de acabado con llana y mortero sin contracción para esculpir los detalles en el concreto generalmente es menos efectivo y menos duradero que los métodos de reparación anteriores (figura 2). La cimbra también permite que el material de reparación pueda ser vibrado para una compactación apropiada, lo que es especialmente crítico para las áreas con ornamentos y detalles arquitectónicos.

Cuando se repara concreto con muchos ornamentos, como son las cornisas y ménsulas, las técnicas de prefabricación y piedra colada, deben ser apropiadas. Se puede crear un molde de detalles de la arquitectura original para igualar el

elemento original. Esta técnica es muy útil y de bajo costo cuando el mismo detalle ornamental se repite numerosas veces en la estructura. Otro beneficio de este método es que el molde del elemento arquitectónico podrá reusarse en futuras reparaciones.

La superficie de reparación de un concreto histórico normalmente requiere un acabado que iguale el concreto original del área adyacente. El grado de exposición de los agregados puede afectar significativamente el color final y la apariencia del concreto. El uso convencional de aditivos retardantes en la superficie de concreto para lograr una exposición del agregado similar a la ya existente a menudo resulta en una exposición del agregado más agresiva y consistente que lo deseado. Se puede lograr una superficie menos consistente y con apariencia natural de contacto con la intemperie utilizando técnicas tales como el cepillado ligero o el frotamiento con pidera de la superficie expuesta de concreto que fue reparada, usando las manos, después del tiempo predeterminado de curado del concreto. (figura 3).

De ser posible, los concretos deben ser curados en húmedo, cubriéndolos con plástico. Pueden utilizarse compuestos para curado, pero si se va a aplicar al concreto un sellador de penetración u otro sistema de protección, habrá que remover el compuesto de curado. Este proceso de remoción puede dañar el nuevo concreto.

Antes de empezar reparaciones grandes, las muestras de prueba deben curarse y secarse para confirmar que igualan el concreto existente. La regla usual es esperar un mínimo de 28 días antes de la revisión, pero el concreto continúa destiñéndose y cambiando de color con el tiempo, por lo que es mejor un tiempo mayor de curado. Además, todos los que participan en el proyecto de reparación deben llegar a un acuerdo respecto al color, el acabado y la textura aceptables de la misma antes de empezar los trabajos de reparación. Una revisión cuidadosa de las muestras de prueba reduce las posibilidades de un retraso en el proyecto debido a resultados que no puedan ser aceptados.

Si el concreto original debe estar limpio de suciedad, manchas o pinturas tipo *grafiti*, los métodos más apropiados y efectivos son el lavado con agua y detergente a baja

presión y el escobillado con cepillos de fibra natural. Si hace falta una limpieza más profunda, deberán usarse ácidos orgánicos ligeros tales como el acético o el cítrico, antes que los ácidos inorgánicos más agresivos, como es el muriático (hidroclorídrico).

Las grietas y juntas requieren atención especial en las estructuras históricas porque las reparaciones pueden hacer más evidentes las grietas. Para disminuir el impacto visual, algunas veces se llenan las grietas con mortero, pero éste es un tipo de reparación que puede no ser durable. Definir la ruta de la grieta y llenarla con material sellante puede proporcionar una reparación más resistente al agua, pero visualmente mucho más intrusiva. Con cualquier técnica que se escoja, se deben hacer muestras de prueba.

Un buen paso final para el proyecto de reparación es reducir la futura exposición del concreto a la humedad. Para los concretos históricos, las opciones son limitadas porque deben evitarse los recubrimientos que cambian la apariencia original. Una opción es aplicar un sellador de penetración. Al reducir la penetración de la humedad en el concreto se retardará su deterioro y la corrosión del acero de refuerzo. Antes de la aplicación, se requieren pruebas para confirmar que el sellador va a ser efectivo y apropiado.

Los proyectos de reparación de concretos históricos requieren comúnmente un proceso de aprobación más formal y que demanda más tiempo que en otros proyectos. El equipo del proyecto debe lograr altos estándares de los trabajos de reparación, en el entendido de que una porción de la reparación terminada puede ser considerada inaceptable y requerir su remoción y reemplazo. Sin embargo, esta demanda de un alto estándar debe considerarse parte del desafío inherente a este tipo de trabajo de reparación.

Paul Gaudette es consultor; Jason Aspin es arquitecto proyectista y Deborah Slaton es arquitecta conservadora del bufete Wiss, Janney, Elstner Associates Inc., Northbrook, Ill. EUA.

Este artículo se publicó en *Concrete Construction* y se reproduce con la autorización de Aberdeen's Concrete Construction. Copyrighted 1999, por The Aberdeen Group.

**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**

Revista Construcción y Tecnología

Mayo 2000

Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)





Evaluación de las Lechadas Cementantes para Anclajes



bajo el Agua.

Yahia, K.H. Khayat y B. Benmokrane

Aquí! 

Resumen

Este estudio, que tuvo por objeto investigar los efectos de las propiedades reológica y mecánica de algunas lechadas cementantes mejoradas sobre el comportamiento en tensión de los anclajes colados en ambiente seco o bajo el agua, aporta interesantes conclusiones y resultados que serán de gran utilidad, especialmente para trabajos de reparación bajo el agua.

Se realizaron aproximadamente 110 pruebas de tensión en anclajes a base de lechada cementante colados en el laboratorio con la finalidad de estudiar las propiedades reológicas y mecánicas de las lechadas cementantes, su altura inicial de caída libre, así como la edad de prueba del comportamiento del anclaje en condiciones de colado en seco y colado bajo el agua. Los anclajes se hicieron con varillas de acero convencional de 19 mm con una longitud de cinco veces el diámetro de la varilla. Se investigaron dos diferentes alturas de colado en caída libre de la lechada,

correspondiendo a 20 y a 200 milímetros.

El cemento utilizado en esta investigación es de tipo 10 y un cemento mezclado con humo de sílice, en una relación agua / cementante de 0.40. En la elaboración de las lechadas cementantes se utilizaron diferentes concentraciones de aditivo reductor de agua de alto rango, aditivo modificador de la reología y humo de sílice. El reductor de agua y el modificador de reología se utilizaron para mejorar tanto la fluidez como la resistencia de cohesión del cemento en su entrada en el agua.

Los resultados de las pruebas indicaron que las lechadas cementantes bien dosificadas pueden ser fácilmente depositadas en el agua, además de presentar cohesión suficiente para resistir la entrada en el agua. La distribución de la capacidad de carga entre las varillas del anclaje en las dos diferentes condiciones de trabajo, colado en seco o colado bajo el agua, puede disminuir cuando se utiliza una lechada de cemento con alto nivel de resistencia a la entrada en el agua, lo que puede mejorarse por la incorporación de un aditivo modificador de la reología y humo de sílice. La resistencia de adherencia puede aumentar incorporando humo de sílice, sin importar la condición de trabajo.

Introducción

La reparación, la estabilización y la rehabilitación de estructuras hidráulicas a menudo requieren la remoción del concreto deteriorado y la aplicación de un nuevo concreto o la reparación de las secciones ya existentes. Las varillas del anclaje siempre se utilizan en estas operaciones para unir las secciones reparadas a la base de concreto ya existente.

El anclaje es muy utilizado en la ingeniería civil y de minas, en trabajos tales como el soporte de rocas y el refuerzo de elementos para lograr la estabilidad de las estructuras. Los barrenos del anclaje se perforan en las rocas o en las bases de concreto donde se introducen y fijan las varillas de acero utilizando resina prefabricada o una lechada a base de cemento. Anclajes así instalados han trabajado bien en ambientes secos. Sin embargo, la resistencia de tensión de los anclajes empotrados en presencia de agua puede ser

significativamente más baja que la de los instalados en condiciones secas.

Llama la atención el reconocimiento de un buen número de fallas en los anclajes empotrados utilizando resina de poliéster y que trabajan bajo el agua.^{1, 3} Estas fallas ocurren porque existe una pérdida de resistencia de adherencia en la interface lechada-roca o lechada-concreto. Inspecciones realizadas en este tipo de fallas revelaron que la resina utilizada como lechada se encontraba muy blanda, siendo posible quitarla con las manos. Sin embargo, el comportamiento a largo plazo de una resina vinil ester en un ambiente húmedo y alcalino no se ha identificado bien. Además, lechadas de anclaje hechas de resina de poliéster pueden presentar un desplazamiento más significativo que los sistemas de anclaje que utilizan lechadas cementantes, tanto en condiciones de trabajo en seco como bajo el agua.³

El principal mecanismo para llegar a una resistencia de adherencia es la fricción desarrollada en las interfaces entre la lechada y las varillas de acero, como también entre la lechada y el material circundante, concreto o roca. Esta resistencia depende de las propiedades mecánicas de la roca y de la lechada, de la geometría del barreno y las varillas del anclaje y de la aspereza de la superficie del barreno perforado.

Entre otros factores que afectan el desarrollo de la resistencia de adherencia en las varillas del anclaje, se encuentra la limpieza de los barrenos del anclaje. Por ejemplo, materiales de desmonte y escombros dejados en los barrenos perforados por percusión pueden dar por resultado una disminución de la resistencia de tensión. En contraste con los barrenos perforados por percusión, los perforados con extractor de corazones presentan una pequeña variación en la capacidad de carga de tensión entre los barrenos limpios o sucios.³ Generalmente, el anclaje de lechada cementante puede presentar una reducción de la capacidad de carga en el caso de barrenos sucios.³ Algunos estudios han mostrado que las propiedades mecánicas y elásticas de la lechada, *in situ*, tienen un importante efecto en el desarrollo de la resistencia de adherencia.^{4, 5} Estas propiedades pueden ser afectadas cuando la lechada

cementante es colada bajo el agua.

El objetivo de este artículo fue investigar acerca de los efectos de las propiedades reológica y mecánica de algunas lechadas cementantes mejoradas sobre el comportamiento en tensión de los anclajes colados en ambiente seco o bajo el agua. También se investigó el efecto de la edad de la lechada en el momento en que se realizaron las pruebas así como la altura inicial de caída libre de la lechada cementante en el agua durante el colado. Los sistemas de anclaje se realizaron con varillas de acero reforzado de 19 mm. En esta investigación se utilizaron varios tipos de cemento para la elaboración de las lechadas cementantes y se incorporaron diferentes proporciones de aditivos reductores de agua de alto rango (HRWR, por sus siglas en inglés), como también aditivos modificadores de la reología (RMA, por sus siglas en inglés). Estas lechadas se hicieron utilizando una proporción fija de agua / material cementante (a / mc) de 0.40. Las pruebas de tensión se efectuaron en los días 3 y 21 después del colado de la lechada. El día 3 se escogió para investigar el doble efecto de HRWR-RMA en el desempeño del anclaje, toda vez que los aditivos pueden retrasar la capacidad de fraguado de las lechadas cementantes.⁶

Importancia de la investigación

El anclaje es muy utilizado en aplicaciones de ingeniería civil y de minas tales como el soporte de rocas y el refuerzo de elementos para lograr la estabilidad y buen desempeño de los sistemas. Cuando se utiliza una lechada cementante para realizar anclajes en el agua, la capacidad de carga del anclaje puede disminuir significativamente en comparación con la capacidad de carga de anclajes ubicados en áreas coladas en seco debido a la resistencia de entrada en el agua del cemento. Como resultado, deben proporcionarse anclajes de mayor longitud o utilizarse materiales sintéticos insensibles al agua, que son más caros. El comportamiento a largo plazo de los materiales sintéticos no está muy bien establecido, especialmente porque en algunos casos tales lechadas presentan un gran desplazamiento y una limitada durabilidad en ambientes alcalinos.

Los informes presentados indican que las lechadas

cementantes estructurales mejoradas pueden utilizarse para alcanzar un buen desempeño del anclaje bajo el agua. Estas lechadas cementantes se dosifican usando materiales de fácil adquisición, además de económicos, lo que facilita su utilización para lograr la estabilidad y la durabilidad de estructuras coladas bajo el agua

Programa experimental

El programa experimental consta de dos fases. Las varillas de anclaje se colocaron en los barrenos perforados en bloques de concreto. En la investigación se efectuaron un total de 108 ensayos de tensión.

Como se muestra en el cuadro 1, la fase 1 consistió en probar 60 varillas de anclaje donde se colocaron cinco tipos de lechadas cementantes, encima y bajo el agua, con una altura inicial de caída libre de 200 mm. La fase 2 consistió en probar 48 varillas de anclaje donde se colaron cuatro tipos de lechada cementante, encima y bajo el agua, utilizando una altura inicial de caída libre de 20 mm. En cada fase, la longitud de empotramiento de las varillas se fijó como cinco veces el diámetro de la varilla (d_b). Las pruebas de tensión se realizaron en los días 3 y 21 después del colado.

Materiales

Se utilizó cemento portland, tipo 10, de acuerdo con los estándares canadienses CSA-CAN A5 (similar al ASTM C150, tipo 1). También se usó un cemento que contenía aproximadamente 8 por ciento de humo de sílice, por peso, de acuerdo con los estándares canadienses CSA3-A5-M83. En el cuadro 2 se presenta la composición química de ambos cementos.

Todas las lechadas cementantes seleccionadas en esta investigación tuvieron una relación fija agua / material cementante de 0.40. Se utilizó una base naftalénica HRWR en combinación con un RMA polisacárido de origen microbiano (goma tipo welan). La principal ventaja de la incorporación de RMA es el logro de la cohesión de las lechadas cementantes, reduciéndose de este modo el riesgo

de asentamiento de los componentes del cemento y su resistencia a la entrada en el agua.^{6, 7} El RMA se utiliza normalmente en conjunto con el HRWR para aumentar la fluidez mientras se mantiene una cohesión adecuada. Todas las lechadas cementantes se mezclaron utilizando un mezclador de 2,000 rpm.

Dos de las lechadas cementantes investigadas contenían humo de sílice no-densificado, a 3 y 5 por ciento. Se hizo una tercera lechada cementante con una mezcla de humo de sílice-cemento que contenía aproximadamente 8 por ciento de humo de sílice por masa de cemento. Las propiedades reológicas se evaluaron cinco minutos después de la introducción del cemento en el agua. La fluidez se evaluó usando un pequeño cono de revenimiento y un cono Marsh modificado de 4.56 mm de diámetro. Se utilizó un viscosímetro para evaluar la viscosidad coaxial y la fluencia de dichas lechadas cementantes.^{6, 7} La viscosidad aparente se determinó a una velocidad de 6 rotaciones, variando entre 3 y 600 rpm (correspondiente a una tasa de cortante de 5.1 a 1.020 s^{-1}).

Para las lechadas cementantes coladas bajo el agua, la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad Young y la relación de Poisson se determinaron utilizando cilindros cuyas dimensiones eran 50 x 100 mm. Las muestras se llenaron con agua y las lechadas cementantes se colaron directamente en el molde desde la parte superior del mismo. Como en el caso de las coladas bajo el agua, las lechadas cementantes coladas por encima del agua no se sometieron a ninguna compactación.

Proporción de las mezclas y propiedades de las lechadas cementantes

Las proporciones de mezcla y las propiedades reológicas de una lechada cementante seleccionada se presentan en el cuadro 3. Las lechadas cementantes presentaron un revenimiento mínimo de 125 ± 5 mm, y el tiempo de flujo varió entre 40 y 66 s. Este intervalo de tiempo se refiere al tiempo necesario para llenar el cilindro graduado con 700 ml de lechada cementante.⁷ La viscosidad plástica y la fluencia se evaluaron teniendo en cuenta un comportamiento

Bingham.⁶ Las lechadas cementantes presentaron valores de viscosidad plástica que variaron entre 0.44 y 0.760 Pa.s y valores de fluencia entre 8.6 y 18.0 Pa.

La resistencia de entrada en el agua de las lechadas cementantes se evaluó midiendo la pérdida de masa resistente a la entrada en el agua, para lo que se utilizó una muestra de prueba de 500 ml que se colocó en una cantidad de agua similar y a una altura predeterminada.^{6, 7} La pérdida de masa se calculó como la diferencia entre la masa de la lechada cementante de 500 ml y la de la que se coló en el agua. Esta diferencia de masa se debe a la pérdida de materiales cementantes que se diluyen en el agua y son desplazados por ella. Como se indica en el cuadro 3, la incorporación de humo de sílice, para reemplazar ciertas partes del cemento, resultó en una mejoría de la fluidez y de la resistencia de entrada en el agua. Por ejemplo, las mezclas de las lechadas cementantes G4, G5 y G5-M, en las que se incorporó humo de sílice en 3, 5 y 8 por ciento, respectivamente, presentaron una mayor resistencia a la entrada en el agua que la lechada cementante G2, que contiene una mezcla HRWR-RMA idéntica pero sin la adición de humo de sílice.

Por cada una de las mezclas seleccionadas para hacer las lechadas cementantes, se colaron 14 cilindros de 50 x 100 mm encima del agua y dentro del agua, a fin de evaluar la resistencia a la compresión en los días 3 y 21, así como el módulo de elasticidad y la relación de Poisson a los 21 días. Las propiedades mecánicas de las lechadas cementantes seleccionadas se presentan en el cuadro 4. La resistencia a la compresión a los 21 días varió de 51 a 63 MPa para las pruebas en seco y de 33 a 47 MPa para las pruebas coladas bajo el agua. La resistencia a la compresión del día 3 varió de 38 a 47 MPa para los especímenes colados encima del agua y de 27 a 35 MPa para los que se colaron bajo el agua. El módulo de elasticidad de Young del día 21 para los pruebas en seco varió de 15 a 18 Gpa, y de 13 a 15 GPa para las pruebas de colado bajo el agua. La relación de Poisson para la edad de 21 días fue de 0.17 a 0.22 para las pruebas en seco y de 0.22 a 0.25 para los especímenes colados bajo el agua.

Instalación del anclaje y pruebas de tensión

Las varillas del anclaje se instalaron en barrenos perforados en bloques de concreto no reforzado cuyas dimensiones fueron 500 x 450 x 200 mm. Como se muestra en la figura 1, cada bloque contiene seis barrenos de 54 mm de diámetro donde se instalaron seis varillas de acero. Los barrenos se formaron mediante la inserción de cilindros de poliestireno antes de colar el concreto. La resistencia a la compresión a los 28 días fue de 83 MPa y el módulo de elasticidad, de 38 GPa.

Las anclajes se hicieron con varillas de acero convencional de 19 mm, con módulo de elasticidad de 200 GPa y resistencia al esfuerzo de fluencia de 400 MPa. Todos los anclajes fueron limpiados a lo largo de la extensión de anclaje, igual a cinco veces el diámetro de la varilla ($5 d_b$), y se colocó una protección de plástico en el resto de la varilla para prevenir la adherencia de la lechada cementante en esta superficie. Los anclajes se instalaron en barrenos limpios, secos y bajo el agua. Se selló la extremidad inferior de cada barreno y se centró bien la varilla, antes de realizar el colado de la lechada cementante.

Se investigaron dos alturas iniciales de colado –20 y 200 mm–, para la caída libre de la lechada cementante (figura 2). En la fase 1 de esta investigación, la lechada cementante se coló directamente en los barrenos de anclaje a partir de su superficie superior, utilizando un tubo de 7 mm de diámetro, sometiendo así a la lechada cementante a una caída libre de 200 mm en el agua. En la fase 2, los tubos se insertaron en los barrenos para limitar la caída inicial de la lechada cementante en el agua a una altura de 20 milímetros.

Las cinco mezclas de lechada cementante sometidas a una caída libre inicial de 200 mm fueron las G1, G2, G3, G4 y G5. Por otro lado, las mezclas G1, G2, G3-M y G5-M fueron sometidas a una altura de caída libre inicial en el agua de 20 mm. La mezcla G3-M es similar a la G3, pero con los contenidos de RMA reducidos de 0.05 a 0.04 por ciento. La mezcla G5-M es similar a la G5, pero con una dosis diferente de humo de sílice (cuadro 3).

El curado de los bloques de concreto donde se colaron las lechadas cementantes para el anclaje de las varillas se

realizó manteniendo la superficie superior de los bloques sumergida bajo 5 cm de agua (figura 1). En el caso de los bloques en que las lechadas cementantes se colaron en un ambiente seco, la superficie superior de los bloques fue sumergida bajo el agua un día después del colado de las lechadas cementantes. Los bloques tuvieron un curado al aire en el laboratorio con temperaturas de 20 ± 3 ° C. La superficie superior de los bloques se mantuvo en el agua hasta la edad de las pruebas.

Los anclajes se cargaron usando un gato hidráulico con capacidad de 500 kN. El peso aplicado se midió utilizando una célula medidora de peso instalada en la cabeza del anclaje. El desplazamiento de cada varilla de acero reforzado se midió en el tope sin carga, usando un aparato de medición de la variación diferencial lineal. Se utilizó un sistema de captura de datos para grabar el peso aplicado y medir el desplazamiento a una tasa de 5 kN/s.

Resultados de prueba y comentarios

Los resultados se presentan y se discuten en términos de capacidad de carga y desarrollo de la resistencia de adherencia. El término capacidad de carga se refiere a la fuerza axial por unidad de longitud de empotramiento (N/m), requerida para extraer la varilla de acero del barreno al que se aplicó la lechada. El promedio de capacidad de carga presentado en este artículo se basa en el promedio de tres pruebas. La resistencia promedio de un anclaje (MPa) se puede obtener dividiendo la capacidad máxima de carga por la superficie de área de la longitud de lechada cementante. El promedio de la resistencia de adherencia se evaluó suponiendo una distribución uniforme de la adhesión, y se expresa como sigue:

$$\rho = P$$

$$\rho d_b L_a \text{ La (arreglar ecuación)}$$

donde ρ es el promedio de la resistencia de adherencia (MPa), P es la capacidad de carga del anclaje (kN), d_b es el diámetro de la varilla (mm) y L_a es la longitud de anclaje (mm).

En todos los casos presentados en esta investigación, la falla del anclaje fue una falla por cortante que se ubicó en la interface entre la lechada cementante y la varilla del anclaje.

Las relaciones típicas de desplazamiento para los anclajes ocurridas en los días 3 y 21 se muestran en las figuras 3 y 4, respectivamente. El desplazamiento corresponde al desplazamiento neto de la varillas desde que se coloca el LVTD en la punta sin carga de la varilla.

Generalmente, los anclajes con lechada cementante colada en el agua y ensayada a los tres días después de colada, tuvieron un comportamiento similar en lo relativo al desplazamiento por carga. Sin embargo, las mezclas G4 y G5 que contenían humo de sílice de 3 a 5 por ciento, respectivamente, presentaron alta rigidez y, de este modo, sufrieron menor desplazamiento antes de la falla.

Comparando las propiedades mecánicas de varias lechadas cementantes seleccionadas, queda claro que las lechadas cementantes que contenían humo de sílice (G4, G5 y G5-M) desarrollaron una resistencia a la compresión y un módulo de elasticidad mucho más alto que aquellas lechadas cementantes elaboradas sin humo de sílice (cuadro 4).

4. Efectos del colado bajo el agua sobre la capacidad de carga

Esta parte de la investigación consiste en una serie de 20 pruebas, fuera y dentro del agua, realizadas con cinco tipos de lechadas cementantes. La prueba de tensión se realizó en los días 3 y 21 después de la instalación del anclaje. En el cuadro 5 podemos encontrar los valores promedio de la capacidad de carga y de la resistencia de adherencia obtenidos en los sistemas de anclaje que utilizaron las cinco lechadas cementantes diseñadas para caer libremente en el agua desde una altura de 200 milímetros.

Las figuras 5 y 6 muestran las variaciones promedio de la capacidad de carga obtenidas de los anclajes en los ensayos realizados en los días 3 y 21, respectivamente. Los resultados confirman las consideraciones previas en lo concerniente a la reducción de la capacidad de carga para las lechadas cementantes que fueron coladas en el agua, en

comparación con las que se colaron encima, sin importar el día del ensayo.^{1, 3} Esta reducción se debe a la pérdida de materiales cementantes cuando las lechadas son coladas en el agua, lo que reduce la eficacia de la resistencia y del valor de la relación agua / material cementante. La proporción máxima de carga que se logró a los tres días en el ensayo de tensión, entre los anclajes bajo el agua y los secos, varió de 49 a 58 por ciento. En el caso de las muestras evaluadas a los 21 días, la proporción máxima de resistencia de tensión entre anclajes bajo el agua y secos, varió de 56 a 81 por ciento.

Para todos los casos, la resistencia de adherencia aumentó entre 3 y 21 días (cuadro 5). Los sistemas de anclajes probados a los 21 días tuvieron un mayor porcentaje de resistencia a la tensión que los probados a los tres días, en la condición de colados bajo el agua. También, la capacidad de carga en la relación bajo el agua-seco obtenida para anclajes probados a los tres días y la de los que se probaron a los 21 días varió de 41 a 59 por ciento. Sin embargo, en el caso de las coladas en seco, esta relación fue de 63 a 73 por ciento. Lo que esto indica es que el desarrollo de resistencia obtenido entre los días 3 y 21 es más alto cuando el anclaje se encuentra en áreas coladas en seco. Como se puede ver en el cuadro 5, la resistencia a la tensión de las lechadas cementantes coladas bajo el agua a los 21 días es bastante similar a la que se obtiene a los tres días, excepto para las lechadas cementantes G4 y G5. Como ya se ha mencionado con anterioridad, en el caso del colado en agua de la lechada cementante, algunos componentes del cemento son lavados y desplazados por el agua. Por otra parte, cuando el colado se hace bajo el agua, el tiempo de fraguado de la lechada cementante puede retrasarse debido al hecho de que aumenta la relación efectiva agua / material cementante, lo que da por resultado una reducción de la resistencia.

Los resultados presentados en el cuadro 4 indican que la resistencia de entrada en el agua tuvo un gran efecto en la reducción de la capacidad de carga de los sistemas bajo el agua y seco. La figura 7 ilustra el efecto de la entrada en el agua en el porcentaje máximo de resistencia de tensión de las pruebas colada bajo el agua y colada en seco. Sin importar el día de la prueba, el aumento de la resistencia de

entrada en el agua de las lechadas cementantes resulta en una mejoría del porcentaje de la capacidad de carga en la relación bajo el agua-seco. Sin embargo, este aumento fue mayor para los 21 días que para los tres días. Generalmente, las lechadas cementantes de las mezclas G4 y G5 tienen una capacidad de carga mayor que la de las otras tres mezclas de lechada cementante, especialmente a los 21 días (figura 8). Más aún, tales lechadas exhibieron una mayor relación de resistencia de adherencia que las otras tres lechadas, sin importar las condiciones de colado (cuadro 5). El mayor porcentaje en la capacidad de carga obtenida en la relación bajo el agua-seco corresponde a las lechadas cementantes G4 y G5, sin importar el día de la prueba. La incorporación del humo de sílice resultó en una resistencia de adherencia mayor que la presentada por las lechadas cementantes hechas sin humo de sílice. Como se puede ver en el cuadro 4, las lechadas cementantes G4 y G5 presentaron la mejor resistencia de entrada en el agua debido a la incorporación de RMA y humo de sílice. Entre tanto, el efecto combinado de utilizar una baja dosis de humo de sílice en adición con RMA para mejorar la resistencia de entrada en el agua, dio por resultado un incremento neto de la resistencia a la tensión en la relación bajo el agua-seco de los sistemas de anclaje.

4. Efecto de la altura inicial de caída libre de la lechada de cemento en el agua sobre la capacidad de carga

Esta parte del estudio consistió en llevar a cabo 16 series de ensayos, cada una con tres ensayos de tensión. Cuatro tipos de lechadas cementantes se colaron encima y dentro del agua, y se probaron a tres y 21 días después del colado. El cuadro 6 muestra los valores promedio de la capacidad de carga y de la resistencia de adherencia de los sistemas probados.

La figura 9 muestra la variación promedio de las capacidades de carga obtenidas para los sistemas de anclajes que tienen lechada cementante de las mezclas G1 y G2 con una altura de caída libre inicial en el agua de 20 y 200 milímetros.

Como se puede observar, cuando se comparan los resultados presentados en los cuadros 5 y 6 relativos a las

lechadas cementantes mejoradas que se consideran en este estudio, la altura inicial de caída no tiene efecto significativo sobre la capacidad de carga para los anclajes colados encima del agua. Observaciones similares pueden hacerse en los anclajes bajo el agua y probados a los 21 días. Para el caso del anclaje bajo el agua con lechada cementante de mezcla G1, se puede observar que la reducción de la distancia inicial de caída, de 200 a 20 mm, resulta en un aumento de 25 por ciento de la capacidad de carga (32 a 40 kN) en las pruebas realizadas a los tres días. Las lechadas cementantes de mezcla G2, que tuvieron una pérdida de masa de 7 por ciento en la entrada en el agua, también muestran una reducción entre las capacidades de carga cuando la distancia inicial de caída se redujo de 200 a 20 mm. Sin embargo, cuando se utilizó la mezcla G2, la reducción la caída libre inicial en el agua resultó en una mejoría de aproximadamente 10 por ciento en la carga de tensión (36.8 a 40 kN). El efecto de la caída libre inicial en el agua es más significativo en la carga de tensión de los anclajes probados a los tres días que en la de los probadas a los 21 días. Esta mejoría fue menor que la obtenida con las lechadas cementantes de mezcla G2. Comparando los resultados presentados en el cuadro 3, se puede ver que la lechada cementante de mezcla G2 presentó una mejor resistencia a la entrada en el agua que la lechada cementante de mezcla G1. Entre tanto, un aumento de la resistencia de entrada en el agua de la lechada cementante conduce a una disminución de la influencia de la altura inicial de caída libre en la capacidad de carga del sistema de anclaje. Resultados similares se obtuvieron para anclajes bajo el agua que utilizaron mezclas G3 y G3-M. Sin embargo, cuando se utiliza la mezcla G3 que contiene humo de sílice a 8 por ciento, el nivel de mejoría de la capacidad de carga es más apreciable que el que se obtiene con la mezcla G5 que contiene 5 por ciento de humo de sílice. Esto puede deberse al doble efecto que resulta de la reducción de la altura inicial de caída libre en el agua de 200 a 20 mm y del aumento de la dosis de humo de sílice de 5 a 8 por ciento, lo que mejora la resistencia de adherencia.

Conclusiones

Se investigó el efecto de las propiedades reológica y mecánica de las lechadas cementantes, en condiciones de

colado bajo el agua y colado en seco, así como el efecto de la altura inicial de caída libre de la lechada cementante en el agua sobre la capacidad de carga de las varillas de anclaje. Con base en los resultados presentados en este artículo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Una mejoría de la resistencia a la tensión o de la resistencia a la compresión *in situ* de las lechadas cementantes coladas en el agua es directamente proporcional a la resistencia de entrada en el agua

2. Anclajes colados bajo el agua que utilizan lechadas cementantes que contienen humo de sílice entre 3 y 5 por ciento, presentan un alto nivel de rigidez cuando se comparan con otras lechadas cementantes que no contienen humo de sílice. Sin embargo, en las pruebas en seco, los anclajes presentaron un comportamiento similar de desplazamiento al estar sometidos a la carga, con o sin la presencia de humo de sílice.

3. La diferencia de resistencia a la tensión entre los sistemas de anclaje bajo el agua y seco puede disminuir si se utiliza una lechada de cemento conveniente que tenga una alta resistencia a la entrada en el agua. Esto puede lograrse incorporando un RMA y humo de sílice. El uso de estos aditivos en conjunto con HRWR puede dar por resultado lechadas cementantes fluidas, aún cohesivas, como las de las mezclas G4, G5 y G5-M que contienen humo de sílice en 3, 5 y 8 por ciento, respectivamente.

4. La distancia inicial de caída libre de las lechadas cementantes en el agua y la edad de las pruebas pueden afectar significativamente la capacidad de carga, especialmente en el caso de las lechadas cementantes con altos niveles de pérdida de material en su entrada en el agua.

5. Sin importar la edad de la prueba, la altura inicial de caída libre de las lechadas cementantes en el agua no afecta la resistencia a la tensión de los anclajes colados en seco.

Reconocimientos:

Este estudio fue financiado por Hydro-Québec y Natural

Science & Engineering Research Council (NSERC), de Canadá.

Referencias.

1. McDonald, J.E., "Evaluation of Vinil Ester Resin for Anchor Embedment in Concrete", Technical Report REMR-C5-20 (U.S. Army Corps of Engineering, Washington, 1989), 53 pp.
2. _____, "Anchor Embedment in Hardened Concrete under Submerged Conditions", Technical Report REMR-CS-20 (U.S. Army Corps of Engineering, Washington, 1990), 42 pp.
3. Best, J.F. and McDonald, J.E., "Evaluation of Polyester Resin, Epoxy, and Cement Grouts for Embedding Reinforcing Steel Bars in Hardened Concrete", Technical Report REMR-CS-23 (U.S. Army Corps of Engineering, Washington, 1990), 69 pp.
4. Ballivy, G., Benmokrane, B. & Aitcin, P.C., "Field Study on the Uplift Capacity of Cement Grouted Rock Anchors" (en francés), *Canadian Geotechnical Journal* 23 (24) (1986), 481-489.
5. Benmokrane, B., Chennouf, A. & Mitri, H.S. "Laboratory Evaluation of Cement Grouts and Grouted Anchors", *International Journal of Rock Mechanics, and Min.Sci. & Geomech. Abst.* 32 (7) (1995) 633-642.
6. Khayat, K.H. & Yahia, A., "Effects of Welan Gum-High-Range Water Reducer Combination on Rheology of Cement Grouts", *ACI Materials Journal* 94 (5) (1997) 365-372.
7. "Correlations between Rheological Parameters, Consistency, and Washout Resistance of Estructural Cement Grouts", *ASTM Journal*, (in press), 23 pp.

Los autores pertenecen al Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Sherbrooker en Québec, Canadá.

Este artículo se publicó en *Materials and Structures* y se reproduce con la autorización del RILEM

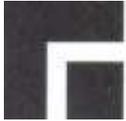
**Instituto Mexicano del Cemento y del
Concreto, A.C.**
Revista Construcción y Tecnología
Mayo 2000
Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)





Notas del Acontecer

Finaliza el diplomado: **"Tecnología del Concreto"** en la Defensa Nacional

En la Dirección General de Ingenieros de la Defensa Nacional tuvo lugar la ceremonia de clausura del diplomado "Tecnología del concreto", que impartió el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto entre los meses de febrero y abril del presente año a ingenieros de esa dependencia.

Estuvieron presentes, entre otras personalidades, el general de brigada Roberto Volado Martínez, director general de Ingenieros, el general brigadier Jesús García Padilla, subdirector general de Ingenieros, el coronel de zapadores Sergio Ricardo Martínez Ruiz, comandante del Primer Batallón de Ingenieros de Combate y Escuela Militar de Ingenieros de Combate.

Por el IMCYC, asistieron el arquitecto Gustavo Méndez Fregoso, gerente de Enseñanza.



Aquí! 

Hizo uso de la palabra en primer término el arquitecto Méndez Fregoso, quien reseñó brevemente los trabajos desarrollados por personal de ambas instituciones para hacer posible la realización del primer diplomado IMCYC-Dirección General de Ingenieros de la Defensa Nacional en Tecnología del Concreto.

Refirió que al diseñar el plan de estudios se buscó la compaginación con los lineamientos, las políticas y los sistemas educativos militares, y se procuró establecer un proceso de enseñanza-aprendizaje interactuado, que motivara el intercambio de experiencias para enriquecer los contenidos expuestos.

Las áreas temáticas que cubrió el curso fueron tecnología de los materiales, diseño de estructuras, construcción con concreto y supervisión. Se invitó como profesores a ingenieros y arquitectos comprometidos con la enseñanza y de reconocido prestigio en la teoría y la práctica profesional de las obras de concreto.

En nombre de los ingenieros que asistieron al diplomado en calidad de alumnos, habló el capitán primero Álvaro Ochoa Molina. Manifestó su satisfacción con el curso y elogió a los profesores por su preparación y profesionalismo.

En relación con la importancia de los contenidos impartidos y su aprovechamiento, dijo: "El tener conciencia de los fundamentos del concreto, sus características y aplicaciones conforme a normas, el diseño de mezclas, su optimización, así como las normas de control de calidad y diseño, entre otros, son aspectos ineludibles de quien se desempeña en el campo de la construcción".

Finalmente, el general de brigada Roberto Volado Martínez entregó las constancias a los



asistentes al curso, y también reconocimientos a los profesores. Agradeció a todos los que hicieron posible el diplomado y se refirió brevemente a la importancia que tiene la educación en el desarrollo de un país. Expresó: "Con el desarrollo interior de la gente, con sus conocimientos, con sus trabajos, es como podemos hacer grande a México".

Luego de tales palabras, procedió a la clausura del diplomado, haciendo votos para que este tipo de iniciativas se repita en el futuro.

**Instituto Mexicano del Cemento y
del Concreto, A.C.**
Revista Construcción y Tecnología
Mayo 2000
Todos los derechos reservados

[ARTICULO
ANTERIOR](#)



[ARTICULO
SIGUIENTE](#)

