



# Presentación

Aquí ! 

Entre nuestras tareas está el difundir las obras de quienes se dedican a la construcción. Hoy nos complace presentar una que realizó la empresa SEPSA en Cuernavaca: el puente vehicular Ayuntamiento 2000, cuyo tendido facilita la comunicación desde el centro de la ciudad hacia el poniente y forma parte del eje vial oriente-poniente que cruzará la ciudad. Se lo considera una solución muy eficiente para puentes de mucha altura con grandes claros y longitudes. La intensidad de los tiempos electorales que acabamos de vivir todavía se respira en el ambiente. Como siempre, lo que se abre es un tiempo de expectación respecto a las medidas que vayan a tomar las nuevas autoridades, entre ellas las que se relacionan con la obra arquitectónica de carácter público, cuyo destino vuelve a replantearse cada fin de sexenio. Una reflexión muy oportuna sobre la incidencia de la política en este terreno nos sitúa en el problema del deterioro del concreto ocasionado por el ataque de los sulfatos es un tema que siempre interesa porque tiene que ver con la durabilidad y el tiempo de vida útil de las estructuras. Investigadores de Cemex realizaron un estudio, cuyos resultados ofrecemos a nuestros lectores, en el que se determinó la resistencia de distintos cementos puzolánicos a la acción de los sulfatos y se examinó la incidencia que en la misma tienen la actividad puzolánica, la composición química y la cantidad de las puzolanas naturales presentes en el cemento. Una construcción segura y de calidad requiere pruebas y mediciones precisas, para lo cual éstas deben ser objeto de un control estricto sustentado en un sistema de calidad y un sistema de confirmación metrológica que establezca los procedimientos necesarios para garantizar el adecuado funcionamiento de los equipos. El artículo que trata este tema expone todo lo que hay que tomar en cuenta para tener buenos resultados. Por lo regular, las fallas que se producen en los recubrimientos decorativos y protectores aplicados a superficies de concreto se deben a una inadecuada preparación de éstas. Para evitar que ocurran, presentamos una lista de verificación que incluye la limpieza, la aspereza, la reparación de defectos y la inspección de pruebas como aspectos clave para lograr una aplicación exitosa y sin problemas posteriores.

Dejo en sus manos este contenido y los saludo muy cordialmente.

**Licenciado Luis Martínez Argüello**

**Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.**  
**Revista Construcción y Tecnología**  
**Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)

# Puente



## Ayuntamiento 2000

Aquí! 

Ingeniero René Carranza Aubry

### Resumen:

La empresa SEPSA diseñó, fabricó, transportó, montó y conectó la subestructura y la superestructura de este puente vehicular con columnas prefabricadas en segmentos que cimentó sobre zapatas coladas in situ. Lo exitoso de los resultados, tanto por la calidad obtenida como por el tiempo de construcción y el costo de la obra, hacen de ésta una solución muy eficiente para puentes de gran altura con claros y longitudes importantes.

La ciudad de Cuernavaca está asentada sobre varias lomas limitadas por barrancas en dirección norte-sur, por lo que el tránsito de Oriente a Poniente y viceversa sólo se da sobre los pocos puentes que cruzan dichas barrancas, obligando a los vehículos y peatones a hacer largos recorridos en la mayoría de los casos, por calles muy estrechas, sinuosas y con grandes pendientes, hasta alcanzar los pocos y pequeños puentes construidos en el fondo de las barrancas.

Desde hace aproximadamente 50 años se pensaba hacer este puente, que facilita la comunicación desde el centro de la ciudad hacia el poniente y es la parte medular del eje vial oriente-poniente que cruzará la ciudad, cuyo crecimiento sólo puede darse hacia el poniente porque en los otros puntos cardinales ya alcanzó a los municipios vecinos.

El ayuntamiento actual, 1997-2000, ha podido realizar esta gran obra que en sólo cuatro meses y medio y con un costo de 25 millones de pesos, unió las calles Álvaro Obregón y H. Preciado entre las calles Arista y Degollado, mediante una calzada de 18 m de ancho y casi 200 m de largo, apoyada en columnas prefabricadas con alturas hasta de 42 m y traveses prefabricados sección cajón con aletas que salvan claros hasta de 35 metros.

### **Descripción de la obra**

El puente consta de una calzada de 18 m de ancho y casi 200 m de largo, dividida en seis claros con longitudes que van desde 20 hasta 35 m. Está apoyada en nueve traveses pretensados sección cajón con aletas de 2 m de ancho y 1.35 m de peralte. La losa de la calzada es de concreto de alto comportamiento con acabado estriado para formar una sección compuesta con los traveses. El acero longitudinal de esta losa corre ininterrumpidamente desde el inicio del puente, donde se ancla el estribo núm. 1, hasta la única junta de dilatación ubicada sobre el estribo núm. 7, a todo lo largo del puente. Esto permite que la losa funcione, en caso de sismos, como un gran tensor, limitando el desplazamiento superior de las columnas y, con ello, sus esfuerzos sísmicos, por estar anclada al estribo 1, que por ser de gran volumen y peso, así como de muy poca altura, no deberá moverse casi nada durante estos acontecimientos.

Debido a que la calle H. Preciado está aproximadamente

15 m arriba de la de Álvaro Obregón, la calzada del puente tiene una pendiente longitudinal de 7.5 por ciento que, sumada a una de 2 por ciento transversal, permite el desalojo del agua pluvial a una boca de tormenta cercana a Álvaro Obregón.

En la construcción de puentes sobre barrancas profundas, la experiencia nos dice que uno de los problemas más difíciles que hay que resolver es la construcción de las columnas o muros que integran las pilas, cuyos pesos y dimensiones llegan en ocasiones a ser considerables y presentan grandes problemas de ejecución si se hacen in situ, arrojando costos muy altos y tiempos muy largos de construcción.

Para resolver estos problemas, SEPSA ha ideado y construido pilas de más de 40 m de altura a base de columnas huecas de concreto armado prefabricado sección cajón, en segmentos que sean transportables y montables por sus dimensiones y pesos.

El segmento superior lleva integrada cuando menos una parte de la trabe cabezal que recibirá a las traveses longitudinales de la superestructura. Una vez montadas las columnas, éstas se unen en la parte superior mediante el colado in situ de los espacios que quedan entre ellas, para después postensarlas pasando los cables por los ductos y anclajes que se deben prever, para así formar un cabezal de pila integrada por varias columnas.

Los pesos y dimensiones de los segmentos de columnas deberán estar de acuerdo con las capacidades del equipo con que se cuenta, grúas y trailers con dollys especiales, así como con los caminos de acceso de los elementos, respetando las normas de seguridad de transporte y montaje.

Tanto el armado como el espesor de las paredes de las columnas deberán considerar todos los esfuerzos a que serán sometidos desde su fabricación, transporte y montaje, así como todas las cargas muertas y vivas, permanentes y accidentales durante su vida útil, principalmente por sismos y vientos, sin olvidar que sus pesos propios y dimensiones deben cumplir tanto con las capacidades de los equipos como con los reglamentos de seguridad.

Para grúas con capacidad de 115 tons. (Short Tons), hemos encontrado que la columna con cabezal (Hasta 4 m de ancho integrado), puede ser hasta de 15 m de largo con sección rectangular hasta de 1.5 x 2 metros.

Para columnas más largas, es conveniente hacerlas en dos o más piezas prefabricadas, conectándolas entre sí y a la cimentación con procedimientos que SEPSA ha desarrollado, construido y patentado.

Para el puente Ayuntamiento, cada una de las pilas está compuesta de cuatro columnas que forman un marco transversal, al estar unidas por la zapata de cimentación, por trabes rigidizantes en cada nivel de unión de los tramos de columna prefabricada y en la parte superior al conectar sus cabezales mediante colados in situ y un postensado transversal.

Todas las columnas fueron hechas en el mismo molde de sección cajón (huecas) rectangular de 1.5 y 2 m y paredes desde 0.15 hasta 0.30 m, y en longitudes máximas de 15 m y con pesos no mayores de 60 tons, para hacer posible su transporte y montaje por las estrechas calles de Cuemavaca mediante trailers con dollys hasta de cinco ejes y usando una grúa de 115 tons. y una de 70 toneladas.

Conforme se fueron montando las cuatro columnas que integran cada pila, se fueron haciendo las conexiones entre

los segmentos que las integran y se colocaron las traveses de rigidez, que junto con la cimentación y el colado y postensado de los cabezales dan forma a cada una de las cinco pilas que soportarán la superestructura.

La superestructura de cada tramo está formada por nueve traveses SEPSA sección cajón con aletas de longitudes desde 20 hasta 35 m, 1.35 m de peralte y 2 m de aletas, sobre las que se coló la losa de rodaje de concreto de alto comportamiento, de manera de formar una sección compuesta para carga viva y muerta sobrepuesta.

Dicha losa, de 0.18 m de espesor promedio, se reforzó con dos parrillas de acero F y 4,200 kg/cm<sup>2</sup> y ya llevaba integrado el acabado estriado para el correcto rodaje de los vehículos.

Después de colar la losa, se colaron las guarniciones, banquetas, camellones, parapetos y se colocó el barandal metálico.

### **Conexión a la cimentación**

Cada columna lleva en su parte inferior un pedestal con perfiles estructurales que permite soportar la columna sobre la plantilla de concreto de la cimentación. Al pedestal le soldamos las varillas longitudinales de la columna, y permite unir directamente este acero con el que arma la zapata. Una vez que están colocadas en posición correcta las cuatro columnas y armada la zapata, ésta es colada in situ, empotrando así la primera parte de las columnas a la cimentación.

### **Conexiones intermedias entre columnas**

Al no poder transportar ni montar columnas prefabricadas de dimensiones mayores de 15 m con cabezal incluido o cuyo

peso exceda de 60 tons., es necesario que dichas columnas se fabriquen y monten en tramos que cumplan con dichas limitaciones. Lo anterior nos lleva a la necesidad de conectar verticalmente los tramos entre sí al ser montados, para que al final se comporten como una columna de la altura y peso total, la que a su vez, junto con las otras tres, las trabes intermedias, la zapata de cimentación y el cabezal postensado, formen la pila.

Esta conexión patentada permite que 50 por ciento del acero longitudinal se conecte mediante vainas alojadas en la parte inferior, en la que se insertan las varillas de la parte superior para rellenar la vaina con resina epóxica.

El 50 por ciento restante es anclado por traslape directo de las varillas de la parte superior con las de la parte inferior al colar el diafragma contenido en el hueco interior de los tramos de columnas. Así se cumple con el requisito de no unir más de 50 por ciento de las varillas en un solo plano.

La conexión entre los tramos de cabezales monolíticos con la parte superior de las columnas para formar el cabezal completo de la pila se logra desdoblado las varillas que para tal efecto llevan los cabezales parciales, colocando los cables de postensión a través de los ductos, cimbrando y colando los espacios entre los cabezales parciales y tensando los cables que colocamos a lo largo de todo el cabezal de la pila.

Una vez terminado lo anterior, sobre el cabezal se cuelan los bancos que reciben cada trabe para que sobre ellos se coloquen los apoyos de neopreno sobre los cuales se montarán las trabes sección cajón con aletas.

## **Conclusiones**

El puente Ayuntamiento 2000 de la ciudad de Cuernavaca fue todo un éxito, tanto por la calidad obtenida como por el tiempo en que se hizo –cuatro meses y medio– y el costo

que tuvo, aproximadamente 8,000 pesos por metro cuadrado, hacen que sea una solución muy eficiente para puentes de gran altura y claros y longitudes importantes.

Si lo es para puentes tan importantes, de tan gran tamaño y con tan alto grado de dificultad como el Ayuntamiento 2000, con mayor razón es muy eficiente para puentes menores, tanto urbanos como extraurbanos, ya que, como señalamos anteriormente, se abaten los tiempos de construcción, aumentando la calidad del trabajo en comparación con puentes colados *in situ* y puentes con sólo la superestructura prefabricada.

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

**Revista Construcción y Tecnología**

**Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**

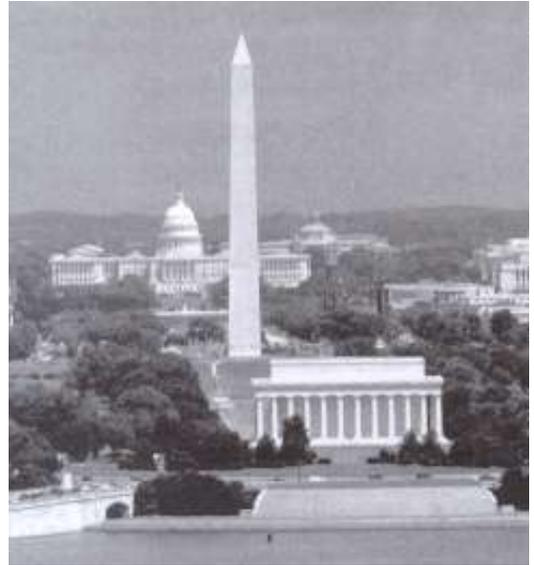
[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# La arquitectura y los tiempos políticos



Isaura González Gottdiener

Aquí! 

## Resumen:

Los tiempos políticos inciden en la realización de la obra arquitectónica, aquí y en todo el mundo. El recambio de autoridades que vivimos cada seis años, entendido como un volver a empezar cada vez, ha dejado agravar los problemas de nuestras ciudades. Sin embargo, ya existen en México grupos interdisciplinarios que se plantean los grandes temas urbanos con una perspectiva de largo plazo que trasciende los cortes sexenales impuestos por la política.

En los recientes tiempos electorales, la propaganda partidista inundó calles y avenidas; radios y televisores; pueblos y ciudades. Como cada fin de sexenio, la industria de la construcción es de las primeras en resentir la transición del poder, y arquitectos y constructores



se apresuran para terminar sus compromisos con la administración de turno y no dejar en el tintero muchos proyectos que corren el riesgo de quedar inconclusos por haber sido fraguados en el gobierno saliente.

Dice Teodoro González de León que el tiempo de la arquitectura no es el de la política por requerir la primera, al ser un arte, de un tiempo de maduración más dilatado que el de un proyecto político. Sin embargo, apunta: “La política no crea una expresión arquitectónica, pero sí puede prohibirla y suprimirla. La política sí puede hacer ciudad creando avenidas, plazas y edificios públicos interrelacionados; y, si se apoya en la buena arquitectura, crea áreas monumentales que son el testimonio de nuestro paso por el mundo”.

Numerosos son los ejemplos, no sólo en México, sino en el resto del orbe, de cómo los tiempos políticos afectan la materialización de la obra arquitectónica y de los vínculos que los ciudadanos establecen entre los edificios y los personajes del poder. La historia es fiel testigo de la expulsión de Walter Gropius y Mies van der Rohe, representantes de las vanguardias arquitectónicas de principios de siglo, por la Alemania nazi que erigió obras monumentales de estilo neoclásico para demostrar su poderío. El edificio del Reichstag, recientemente remodelado, permaneció en ruinas durante años después de la segunda guerra mundial como repudio al recuerdo de Hitler, y actualmente Berlín borra las heridas de la guerra fría con la colaboración de importantes arquitectos, para volver a ser la capital de Alemania reunificada. La



Rusia de Stalin redujo la creatividad de los constructivistas como Leonidov a hermosos dibujos, que hoy son estudiados en las escuelas de arquitectura de todo el mundo, para dar paso a una arquitectura rígida característica del urbanismo socialista, mientras que en Washington, edificada en estilo neoclásico en la década de los treinta, se prohibió la construcción de edificios modernos hasta mediados los cincuenta. El México porfiriano quiso reflejar su prosperidad con modelos franceses e italianos inspirados en la más pura tradición académica, para lo que contrató a Adamo Boari y Silvio Contri, y las capitales sudamericanas de Argentina y Chile se construyeron a imagen y semejanza de las europeas. En sus diez libros de la arquitectura, Vitrubio, en el siglo I A.C, dice que “a la majestad del imperio corresponde la magnificencia de los edificios”, y la grandeza de la arquitectura clásica continúa, siglos después, asociada al poder.

### **La arquitectura y los sexenios en México**

La arquitectura moderna, derivada de las vanguardias de principios del siglo XX, requirió tiempo para ser incluida en los programas de obra pública en México. La búsqueda de una imagen nacionalista para dar identidad al país después de la Revolución fomentó la construcción de edificios neocoloniales. Hacia los años cuarenta, un grupo de arquitectos modernos, con José Villagrán al frente, consigue el contrato para construir hospitales, y a finales de esa década, durante el régimen de Miguel Alemán, se proyecta la Ciudad Universitaria, que

adopta el modelo norteamericano organizando las facultades alrededor de un campus.

Latinoamérica vio irrumpir a mediados del siglo XX en sus ciudades el estilo internacional, que rompió su hegemonía urbana en aras del desarrollo. Fenómenos sociales tales como la migración del campo a la ciudad, ocasionada por políticas centralistas, dieron origen a la sobrepopulación de las otrora tranquilas capitales hispanas, y las políticas de planeación urbana llegaron tarde. En México, las ciudades han sufrido graves deterioros por causa de las políticas sexenales, ya que su planeación se reinventa cada seis años con base en complejos estudios financieros que buscan solucionar problemas cada vez más graves como son el abastecimiento de agua, la necesidad de vivienda o la construcción de hospitales.

¿ Qué planes nuevos traerá la próxima transición del poder? En metrópolis como la ciudad de México, la recuperación de espacios perdidos es una cuenta pendiente que tiene detenidos proyectos de reestructuración urbana en zonas tales como el entorno de la Alameda Central. Lentamente, otros espacios ya son objeto de intervención y esperemos que prosigan por encima del cambio de administración. Monumentos históricos en reestructuración tales como la Catedral y Sagrario Metropolitanos han logrado sobrevivir a las políticas sexenales, dada su carga simbólica y porque la conservación de los centros históricos de las ciudades ya forma parte de la agenda pre-supuestal de los estados.

Al emprender grandes obras, los gobernantes

transforman la fisonomía de las urbes; en ocasiones crean ciudad y en otras la destruyen. Las políticas de vivienda popular han transformado seriamente la vida de la gente que habita en casas en serie y en los multifamiliares. Graves problemas sociales han surgido por la masificación de la vivienda, y la búsqueda de nuevas soluciones plantea un reto para los arquitectos. Este es un tema por demás polémico ya que es una prioridad nacional y existe un importante déficit en su desarrollo. La dotación de servicios es otro de los puntos álgidos en las partidas presupuestales. Hospitales, clínicas, escuelas y centros comunitarios se han estandarizado para su rápida ejecución. Sin embargo, las condiciones sociales, climáticas y culturales de las diversas regiones que conforman México son contrastantes y requieren más de una solución para cada caso, y en algunos, ya se busca la adecuación de los estándares a condiciones particulares. Esto es también arquitectura pública que puede contribuir a mejorar el entorno de las ciudades y pueblos, si se estudia sin afán de protagonismo por parte de los arquitectos, y con apoyo del gobierno, que también invierte muchas veces en obras de lucimiento innecesarias para dejar huella de su paso.

### **El arquitecto y el edificio público**

Para William Curtis, el arquitecto inventa el mito que representa a la institución, al proyectar un edificio público. En un país como México, con sabidos problemas económicos, la construcción de edificios públicos muchas veces es criticada por considerarse un derroche innecesario.

Arquitectos tales como Teodoro González de León, Abraham Zabludowsky, Ricardo Legorreta y Augusto Álvarez han buscado crear una arquitectura de calidad a un costo razonable, empleando pocos materiales que no necesiten un mantenimiento constante. Con su talento, han aportado a nuestras ciudades espacios que se han convertido en centros de reunión que articulan la vida urbana, y también han dejado en el papel gran cantidad de proyectos que por causas políticas aún no se ejecutan.

### **La sociedad y la planeación urbana**

Cada día existe en la sociedad más conciencia de los problemas que nos aquejan, y se han conformado grupos interdisciplinarios que buscan soluciones reales, en los que participan autoridades y profesionistas con diversas especialidades, quienes esperan, sobre todo estos últimos, trascender las fronteras sexenales para dar continuidad a proyectos que requieren varios años para fructificar. La joven generación, representada por nombres como los de Alberto Kalach y Enrique Norten, trabaja en proyectos urbanos en los que intervienen junto a la arquitectura diversas profesiones. Tal es el caso del proyecto para la “Vuelta a la Ciudad Lacustre”, que busca solucionar el problema del abastecimiento de agua de la capital mexicana con base en estudios multidisciplinarios. En las ciudades medias también se realizan estudios de planeación urbana para no incurrir en los errores de la capital, y se organizan foros abiertos que fomentan la participación ciudadana.

La práctica de concursos de arquitectura para



realizar un edificio público es poco común en nuestro país. La presente administración capitalina convocó a dos diferentes contiendas para la re-modelación del Zócalo y la Casa del Jefe de Gobierno de la Ciudad de México. La comunidad de arquitectos participó con entusiasmo, y aunque no se han ejecutado ninguno de los proyectos ganadores, esperemos que los concursos no mueran y se sigan realizando para el bien de nuestras ciudades. La inserción de nuevos edificios en nuestro contexto urbano contribuye a mejorarlo si se efectúa adecuadamente. La Francia de Mitterrand dio a París hermosos edificios públicos que se integraron a su traza urbana con un lenguaje contemporáneo. Londres luce renovada con la alta tecnología de Norman Foster, y Barcelona se transforma discretamente día con día. Muchos de estos edificios fueron resultado de concursos internacionales que fomentan la participación de la sociedad al organizar exposiciones con los trabajos realizados.

Mientras algunos trabajaban a contrarreloj de cara a las elecciones, otros esperaban que los nuevos tiempos fueran mejores. A la lista de proyectos congelados por las etiquetas sexenales, se agregarán otros nuevos sin importar si pueden resultar benéficos para la sociedad o no. Mejorar la calidad de vida urbana fue lema de campaña de todos los partidos. ¿Sucederá? Mientras tanto, la evolución de la arquitectura sigue su curso y espera poder contribuir a estas mejoras ya que su función final es prestar un servicio a la sociedad.

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

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



## Los cementos puzolánicos

aumentan la resistencia del

concreto al ataque de sulfatos



Química Rosa Elba Rodríguez Camacho e  
Ingenieros Daniel Dámazo Juárez y Roberto  
Uribe Afif

### Resumen:

Investigadores de Cemex realizaron este estudio con el objeto de determinar la resistencia a la acción de los sulfatos que presentan diferentes cementos portland-puzolana y cementos portland tipo I, II y V, así como su comportamiento en el concreto. Examinaron cómo influyen en la resistencia a los sulfatos la actividad puzolánica, la composición química y la cantidad de las puzolanas naturales empleadas en el cemento.

Una variedad de reacciones químicas en el concreto pueden causar expansión en ciertas



condiciones. Una de las más notables es la que involucra a los sulfatos (por ejemplo, de calcio, magnesio, sodio, potasio) que forman productos expansivos como es esencialmente la etringita en la matriz de concreto. La expansión volumétrica importante que provoca este compuesto en el concreto ha sido muy discutida debido a que, cuando las expansiones son excesivas y no controladas, tiene lugar el fisuramiento y eventualmente la destrucción de la estructura.

Esta expansión volumétrica puede generarse por la presencia excesiva de sulfato de calcio en el cemento o de cantidades excesivas de sulfatos disueltos provenientes de fuentes externas, como son el suelo o el agua, que sean capaces de penetrar en la estructura de concreto endurecido.

Varios investigadores han intentado explicar los mecanismos de expansión debidos a la formación de etringita. Algunos mencionan que es vía las reacciones topoquímicas y el crecimiento orientado de los cristales de etringita.

Mehta y otros consideran que la causa principal de la expansión por sulfatos en el concreto se debe al proceso de hinchamiento, el cual involucra absorción de agua.

Basados en experiencias experimentales disponibles, mencionan que mientras la etringita, en ciertas condiciones, puede expandirse al tomar agua del medio, el hinchamiento de la misma puede ser sólo uno, pero no el único, mecanismo de expansión por sulfatos.

Existen otras hipótesis acerca de la expansión

por sulfatos tal como la debida a la formación de yeso. En condiciones adecuadas como son altos grados de saturación con respecto a iones de calcio y sulfatos, la formación de yeso da lugar a la expansión. Mehta dice que esta reacción se debe a reacciones de intercambio iónico capaces de causar expansión.

El ataque por sulfato de magnesio es generalmente un ataque más severo que el causado por los sulfatos alcalinos. En este caso, en presencia de hidróxido de calcio se producen dos nuevos sólidos (yeso e hidróxido de magnesio) que generan esfuerzos, contribuyendo a una expansión del material. Por un lado, la formación de yeso produce etringita, y por el otro, precipita el hidróxido de magnesio disminuyendo el pH de la fase líquida, lo cual facilita la descomposición de la fase C-S-H y provoca una pérdida de la capacidad de enlace del material.

El uso de materiales suplementarios tales como las puzolanas naturales, ceniza volante, escorias granuladas de alto horno, etc., mejoran la durabilidad del concreto. En México, es muy común el uso de las puzolanas naturales para producir el cemento portland-puzolana.

Debido a las características geológicas de México, existen diferentes bancos de puzolanas naturales. Los minerales representativos que se han identificado para varios bancos de puzolanas naturales mexicanas son la oligo-clasa y el cuarzo principalmente, además de vidrio en forma de pumicita y líticos volcánicos, especialmente de composición ácida.

Una forma de mejorar la resistencia al ataque de los sulfatos es considerar el uso del cemento portland-puzolana. En esta investigación se examinan cuáles son los parámetros que tienen influencia en la resistencia a los sulfatos. Incluye el tipo de puzolana y sus características químicas, la cantidad presente en el cemento y la relación  $w/c$  en el concreto.

## **Objetivo**

El objetivo de este estudio es determinar el comportamiento de resistencia al ataque de sulfatos de diferentes cementos portland-puzolana y cementos portland tipo I, II y V de acuerdo con el método de Prueba Estándar para el Cambio de Longitud de Barras de Mortero Expuestas al Ataque por Sulfatos ASTM C 1012, así como su comportamiento en el concreto.

Dependiendo de las características de actividad puzolánica, la composición química y el contenido en el cemento de las puzolanas naturales empleadas, es importante determinar cuál es su influencia para mejorar la resistencia al ataque de sulfatos tanto en morteros como en el concreto.

## **Métodos experimentales**

### **Materiales**

#### *Cementos*

Los cementos investigados incluyen tres cementos portland (ASTM tipos I, II y V) y ocho cementos portland-puzolana. Estos cementos

tienen diferente composición de clinker portland, material puzolánico y cantidad de puzolana.

### *Arena estándar*

Para elaborar los morteros se empleó arena estándar graduada que cumple con ASTM C 778.

### *Puzolanas naturales*

Las puzolanas naturales se obtuvieron de 10 diferentes bancos localizados en la república mexicana. La actividad puzolánica con cal y con cemento portland se determinó de acuerdo con ASTM C 311. La identificación de cada material puzolánico se realizó a través de un estudio petrográfico y mediante difracción de rayos X.

### **Pruebas de comportamiento de acuerdo con el método ASTM C 1012**

El método ASTM C 1012 cubre la determinación del cambio de longitud de barras de mortero almacenadas en una solución de sulfato de sodio a 5 por ciento. El proporcionamiento de las mezclas de mortero fue de una parte de cemento y 2.75 partes de arena y una relación agua/cemento de 0.485; se utilizaron moldes para barras de 25 x 25 x 285 mm. Para los cementos puzolánicos, el contenido de agua se ajustó hasta obtener una fluidez en el mortero de 5 por ciento de la obtenida para el cemento portland testigo. Los especímenes se curaron hasta obtener un valor de 20 MPa de resistencia a la compresión en cubos de mortero.

### **Pruebas en concreto**

## **Concreto**

Se manejaron dos consumos de cemento (350 y 450 kg/m<sup>3</sup>) para cada uno de los diseños de mezcla. Los especímenes se curaron durante 30 días, excepto aquellos a los que se les determinó su resistencia a la compresión a 7 y 28 días. Posteriormente, se sumergieron en una solución a 5 por ciento de sulfato de sodio y se realizó un estudio visual, además de tomas fotográficas durante un periodo de 27 meses.

## ***Cemento***

Para las pruebas de ataque de sulfatos en especímenes de concreto, se utilizaron los siguientes cementos: portland tipo I y tipo V y el cemento portland-puzolana CPZ-A

## **Resultados y discusión**

### ***Puzolanas naturales***

Las puzolanas naturales mexicanas son materiales de origen piroclástico como resultado de erupciones volcánicas explosivas, donde los fragmentos producto de la erupción son transportados por aire para ser finalmente depositados en la superficie del suelo o el agua. Una vez depositados como materiales incoherentes pueden ser sometidos a procesos diagenéticos que los llevan a transformarse en una roca compacta identificada como toba.

Las tobas (materiales compactos) mexicanas empleadas como puzolana, tienen como primera característica común una alteración importante en sus constituyentes (piroclastos y matriz) en donde un proceso destacable es la zeolitización, que

indica y revalida la gran capacidad que tienen los materiales volcánicos para producir esta transformación diagenética. Los materiales zeolíticos identificados (DRX) son la clinoptilolita, heulandita y gmelinita. Es claro que existe la asociación importante entre la alteración de la matriz vítrea de estas tobas con la presencia de un par de especies mineralógicas de origen diagenético de tipo zeolítico, evidencia que ha sido demostrada en pruebas de laboratorio por Sersale.

Por medio del análisis por Difracción de Rayos X se identificaron los siguientes constituyentes en las puzolanas naturales: feldes-patos, cuarzo, minerales arcillosos del tipo clorita-montmorillonita y zeolitas tales como clinoptilolita, heulandita y gmelinita.

La evaluación de la actividad puzolánica es esencial para evaluar el material como una puzolana. De acuerdo con ASTM C 618, para utilizarse como aditivo mineral en el cemento portland las puzolanas naturales deben cumplir con ciertos requerimientos físicos y químicos. Por ejemplo, los aditivos minerales clase N deben cumplir con un mínimo de 70 por ciento en la suma de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ; en el caso de las puzolanas naturales estudiadas, contienen entre 76.5 y 86.2 por ciento. Este requerimiento químico es arbitrario para el propósito de tener una relación directa con las propiedades puzolánicas del material.

Por otro lado, es importante verificar el contenido ( $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ) para calificar el carácter ácido del material puzolánico, lo cual subraya el hecho de que las fases vitreo-activas

generalmente son más ricas en contenido de sílice y de alúmina. Las puzolanas naturales mexicanas muestran un fuerte carácter ácido, con un contenido de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$  entre 75 y 83.8 por ciento.

Los principales requerimientos físicos en morteros curados en condiciones especificadas son la actividad puzolánica con cal y con cemento portland. La resistencia a la compresión mínima a 7 días es de 5.4 MPa para mezclas cal-puzolana o un mínimo de 75 por ciento de resistencia a la compresión a 7 y 28 días (comparadas con un testigo) en mezclas cemento portland-puzolana. En este caso, la mayoría de las puzolanas naturales mexicanas mostraron actividad puzolánica con cal que varió entre 4.72 y 6.58 MPa.

En el caso de las puzolanas B, D, E y F, la actividad puzolánica con cal se encuentra entre 4.72 y 5.4 MPa; sin embargo, exceden 75 por ciento en la actividad puzolánica con cemento portland.

### **Resultados de pruebas de comportamiento de acuerdo con el método ASTM C 1012**

La causa primaria del ataque de los sulfatos en los morteros o en el concreto es la reacción entre el C3A presente en el cemento portland y los iones sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) provenientes del medio (suelo, agua), resultando una expansión por la formación de etringita. La formación de yeso, otro producto expansivo, también tiene lugar debido a la reacción con el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y los sulfatos. Se llevó a cabo un programa experimental sobre la

resistencia al ataque de sulfatos de los cementos portland-puzolana y morteros de referencia elaborados con cementos portland ASTM C tipo I, II y V.

Los resultados de las pruebas en barras de mortero expuestas en una solución a 5 por ciento de sulfato de sodio, cubriendo un periodo de 78 semanas. Los morteros elaborados con cemento portland tipo I presentan un incremento elevado en la expansión después de la octava semana, obteniéndose una expansión mayor a uno por ciento en la semana 15. Posteriormente, las barras de mortero se curvieron totalmente con presencia de grietas y posterior degradación del espécimen. A diferencia de las barras de mortero con cemento tipo II y tipo V, donde se obtuvieron expansiones de 0.052 y 0.027 por ciento respectivamente a seis meses, y de 0.35 y 0.082 por ciento respectivamente a un año. Es importante hacer notar que estos cementos cumplen su característica de moderada y alta resistencia a los sulfatos, si se comparan sus expansiones a seis meses y un año con lo que especifica la norma ASTM C 1157. Sin embargo, de acuerdo con lo que sugiere Mehta, un cemento portland tipo V con menos de 5 por ciento de C3A es suficiente para resistir a los sulfatos en condiciones moderadas de ataque, es decir, cuando únicamente se consideran las reacciones de formación de etringita, pero cuando las concentraciones de sulfatos son mayores a los 1,500 mg/L (usualmente se las asocia a la presencia de magnesio y cationes alcalinos), el cemento portland tipo V no puede ser efectivo contra las reacciones de tipo de intercambio iónico que involucran la formación de yeso

expansivo, especialmente si el contenido de C3S del cemento es alto. En estas condiciones, la experiencia muestra que los cementos que forman poco o nada  $\text{Ca(OH)}_2$  tienen un mejor comportamiento.

Los morteros a base de cemento portland-puzolana (CPZ-H, CPZ-I, CPZ-A, CPZ-C) mostraron las menores expansiones y, por tanto, mayor resistencia al ataque de sulfatos a 26, 52 y 78 semanas, seguidos por el cemento denominado CPZ-J, en comparación con las expansiones generadas por el cemento portland tipo V.

Los cementos portland-puzolana CPZ-H y CPZ-I contienen clinker con un C3A menor de 3 por ciento y un contenido de puzolana de 19 y 14 por ciento respectivamente; en el caso de los cementos CPZ-A y CPZ-C y CPZ-J, contienen clinker con un contenido de C3A entre 10.2 y 12 por ciento y los contenidos de puzolana varían entre 22 y 30 por ciento. Es importante destacar que, aun variando los contenidos de C3A en los cementos, las puzolanas desempeñan un papel importante puesto que en todos los casos presentan una alta actividad puzolánica con cal mayor de 5.64 MPa.

Por ejemplo, el cemento portland tipo II de referencia presentó una expansión mayor que la de los cementos portland-puzolana CPZ-B, CPZ-G a las 52 semanas; además, las barras de mortero muestran pequeñas fisuras. Estos cementos puzolánicos, a pesar de tener buena resistencia al ataque de sulfatos, tienen una tendencia a incrementar la expansión, notándose

inclusive este comportamiento hasta las 78 semanas. Los materiales puzolánicos PZ-B y PZ-G tienen como característica común un mayor contenido de alúmina (>16%), a diferencia de las mencionadas en el párrafo anterior, cuyos contenidos de alúmina son menores a 14.7 por ciento.

En el cemento denominado CP-DE se observa que la expansión va progresando de tal manera que, al compararlo con los otros cementos, presenta a las 52 semanas una expansión hasta tres veces mayor que la obtenida por el cemento CPZ-A. Es notable la presencia de un alto contenido de alúmina en las puzolanas empleadas en el cemento CP-DE; además, el contenido de puzolana en el mismo es de 10 por ciento, y el C3A del clinker, de 10.9 por ciento.

En este caso, los cementos portland-puzolana que contienen puzolanas con baja actividad puzolánica con cal son más ricos en alúmina y, en algunos casos, contienen menos cantidad de puzolanas.

### **Pruebas de ataque de sulfato en especímenes de concreto**

Mediante el estudio realizado a los especímenes de concreto expuesto a una solución de sulfato de sodio a 5 por ciento durante 27 meses, se observó lo siguiente:

Los especímenes elaborados con cemento tipo I y un consumo de 350 kg/m<sup>3</sup> sufrieron a los 10 meses un deterioro inicial en su parte superior, provocando su degradación. No obstante a esta

edad, el concreto con un consumo de 450 kg/m<sup>3</sup>, aún se encuentra en buenas condiciones.

Los especímenes de concreto elaborados con cemento tipo V y consumos de cemento de 350 y 450 kg / m<sup>3</sup> expuestos a la solución de sulfato de sodio durante 10 meses, no presentan deterioro alguno y se notan en buenas condiciones.

En el caso del concreto en el que se empleó el cemento portland-puzolana CPZ-A a los 10 meses de exposición en la solución de sulfato de sodio a 5 por ciento, los especímenes no presentan ningún deterioro y están en buenas condiciones.

A los 27 meses de inmersión en la solución de sulfatos se observaron grandes diferencias en las características de los especímenes de concreto:

a) En el concreto con cemento tipo V y consumos de 350 kg/m<sup>3</sup> empieza a notarse un deterioro en los bordes del espécimen cilíndrico. Y en menor grado, cuando se utilizó un consumo de 450 kg/m<sup>3</sup>.

b) Al emplear el cemento tipo I y consumos de 350 kg/m<sup>3</sup>, se detectó una destrucción total de los especímenes de concreto y se observó un deterioro de tipo severo en el caso del concreto con consumos de 450 kg/m<sup>3</sup>.

c) Los especímenes cilíndricos de concreto que emplearon cemento portland puzolana CPZ-A y ambos consumos de cemento no presentan ningún deterioro, y es notable el buen estado en que se encuentran.

## Conclusiones

El principal hallazgo de este estudio es la sustancial resistencia a los sulfatos que presentan los cementos portland-puzolana tanto con clinker portland tipo I y V, con respecto a los cementos portland tipo II y V. Esto se debe particularmente a que las puzolanas empleadas muestran una alta actividad puzolánica e incrementan la resistencia al ataque de sulfatos cuando se añaden como aditivo mineral. Específicamente:

### A) Cemento

I Los cementos portland-puzolana que contienen clinker con bajo ( $< 3\%$ ) o alto ( $> 10\%$ ) contenido de C3A y puzolanas con alta actividad puzolánica tienen una mejor resistencia a los sulfatos que la que presenta un cemento portland tipo V, aun después de 52 semanas de exposición en la solución de sulfato de sodio a 5 por ciento.

I Los cementos puzolánicos con mejor resistencia a los sulfatos son aquellos que contienen puzolanas con bajo contenido de alúmina (entre 11.6 y 14.7%) y una alta actividad puzolánica, mayor de 5.4 MPa, que aquellos que contienen puzolanas con contenidos de alúmina mayor de 16 por ciento.

I Los cementos puzolánicos que contienen clinker de bajo contenido de C3A y una puzolana con alta actividad puzolánica son más efectivos para incrementar la resistencia al ataque de sulfatos, reduciéndose notablemente la expansión, aun si

contienen 14 por ciento de puzolana.

I Los cementos puzolánicos con clinker de alto contenido de C3A ( $> 10\%$ ) y con puzolanas con actividad puzolánica menor de 5.4 MPa tienen una moderada resistencia a los sulfatos.

## B) Concreto

I La resistencia al ataque de sulfatos se incrementa en gran medida al emplear en el concreto un cemento puzolánico que contenga una puzolana natural con alta actividad puzolánica, como es el caso de la PZ-A.

I Es importante considerar que, al disminuir la relación agua/cemento, es posible reducir el deterioro por ataque de sulfatos al concreto.

I Se piensa que el incremento en la resistencia al ataque de sulfatos en el concreto y en los morteros por el uso de cementos puzolánicos se debe principalmente a las siguientes razones:

a) Disminución en el contenido de C3A en el cemento por dilución del contenido de clinker en el cemento puzolánico.

b) Disminución de hidróxido de calcio, producto de las reacciones de hidratación de las fases silicatos, al reaccionar con la puzolana presente, disminuyendo por lo tanto el contenido de cal y, por ende, la formación de yeso como resultado de reacciones de intercambio iónico en la matriz del concreto o del mortero con la solución de sulfatos.

El empleo de cementos puzolánicos con puzolanas de buena calidad disminuye la

permeabilidad del concreto y, por lo tanto, el ingreso o la penetración de los iones de sulfato.

Este artículo reproduce la ponencia presentada por sus autores en el Primer Congreso Interamericano del Cemento y del Concreto. Los autores son investigadores del Centro de Tecnología del Concreto, Cemex.

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

**Revista Construcción y Tecnología  
Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



IMCYC

[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Metrología, confirmación metrológica y seguridad en la construcción



Ingeniero Octavio López Contreras

Aquí! ↓

## Resumen:

Para garantizar la seguridad en la construcción, es preciso llevar un control de las pruebas y mediciones que se realicen. Este control debe basarse en un sistema de calidad y un sistema de confirmación metrológica que de cuenta de un buen funcionamiento de los equipos

Todo proyecto de construcción requiere un diseño, en el cual siempre se habla del factor seguridad, que la mayoría de las veces se expresa en un porcentaje. Dicho factor de “miedo” cubre todas aquellas desviaciones involucradas e inherentes a los procesos constructivos, como son las que se refieren a la calidad de los materiales, las dosificaciones adecuadas, los estrictos controles durante la fabricación, transportación, colocación y mantenimiento de todos los productos empleados en la construcción –sean o no derivados del cemento y del

concreto— que puedan afectar las características finales de la obra, manejando sus respectivas tolerancias según el papel que juegue cada elemento en la edificación de que se trate.

Cuando hablamos de seguridad, surge un interrogante: ¿cuánto cuesta la seguridad? Esta pregunta alguna vez la hemos escuchado, pero en función de la calidad (¿cuánto cuesta la calidad?). Ahora, en cambio, nos preguntamos: ¿cuánto nos cuesta la inseguridad?, o también, ¿cuáles serían las consecuencias de edificar sin seguridad?

Pues bien, si hacemos un análisis nos damos cuenta de que es sumamente necesario considerar un factor de seguridad y siempre procurar que tenga el menor costo posible. Esto lo podemos lograr llevando un control de todas las pruebas y mediciones que se realicen para la selección de materiales, procesos de fabricación y durante la edificación. Dicho control debe estar basado en un sistema de calidad y sobre todo en un sistema de confirmación metrológica. Así podremos lograr seguridad a bajo costo.

La seguridad inicia en los laboratorios de control de calidad de los materiales empleados en la construcción. Como ejemplos podemos citar los laboratorios independientes y los internos de las plantas cementeras, premezcladoras y de prefabricados, entre otras.

Por consiguiente, es en ellos en donde se debe instalar como prioridad un sistema de confirmación metrológica. De este modo se garantizará seguridad a los clientes y se dará

cumplimiento a uno de los elementos de mayor incidencia de no conformidades de los 20 puntos de la norma ISO 9001 en los procesos de certificación de sistemas de calidad; dicho punto es el 4.11 (Control de equipo de inspección, medición y prueba), que dice lo siguiente:

I Utilizar el equipo de tal manera que se asegure que la incertidumbre de la medición es conocida y es consistente con la capacidad de medición requerida.

I Determinar las mediciones que deben realizarse y la exactitud requerida.

I Identificar, calibrar y ajustar todo el equipo de inspección, medición y prueba que pueda afectar la calidad del producto con equipo certificado con trazabilidad a patrones nacionales reconocidos.

I Asegurar que el equipo de inspección, medición y prueba cumple los requerimientos de exactitud, repetibilidad y reproducibilidad.

### **Sistema de confirmación metrológica**

Un sistema de confirmación metrológica establece dentro de cada empresa, laboratorio de pruebas o calibración, la metodología o conjunto de operaciones necesarias para asegurar que todos los elementos involucrados de los equipos de inspección, medición y prueba cumplan los requisitos establecidos para el uso determinado, lo cual incluye calibración, cualquier ajuste o reparación necesaria y la subsecuente

calibración.

Las características metrológicas son un componente esencial del sistema de confirmación. Es necesario que se incluya en los procedimientos una lista de requisitos especificados basándose en manuales del fabricante, normas y regulaciones. Cuando las fuentes son inadecuadas, el usuario debe determinar los requisitos.

Resulta conveniente designar a un miembro competente del personal con la autoridad para verificar que se efectúen las confirmaciones de acuerdo con el sistema y que el equipo se encuentra en condiciones satisfactorias.

### **Objetivo o propósito**

El propósito de un sistema de confirmación metrológica es reducir al máximo el riesgo de que el equipo de medición produzca resultados con errores fuera de tolerancias; y cuidar que se mantenga dentro de los límites aceptables. Se pueden utilizar técnicas estadísticas apropiadas para analizar los resultados de calibraciones anteriores.

Es recomendable que los errores atribuibles a las calibraciones sean lo más pequeños posibles.

Las revisiones periódicas del buen funcionamiento de los equipos nos pueden ahorrar muchos problemas y, por consiguiente, ahorrar muchos pesos.

Una verificación interna es de mucha utilidad



siempre y cuando se realice en las condiciones más apropiadas y con los instrumentos o patrones adecuados. De este modo se asegura que el instrumento de medición continúa midiendo bien y funciona correctamente. La utilización de un patrón de verificación no es de ninguna manera un sustituto de la calibración y confirmación regulares del instrumento, pero puede prevenir la utilización de un instrumento que deja de cumplir con la especificación dentro del lapso de dos confirmaciones formales.

### **Programación de confirmaciones y procedimientos**

Previo a la ejecución de cualquier tipo de prueba o ensayo debemos verificar si los equipos de medición y prueba que serán utilizados cuentan con los requisitos mínimos para dar cumplimiento a las especificaciones y si tienen la exactitud, estabilidad, alcance de medición, resolución, incertidumbre y repetibilidad apropiadas para la aplicación determinada.

Es recomendable utilizar técnicas estadísticas de cada equipo para vigilar y controlar continuamente las cualidades y aptitudes de cada instrumento así como la incertidumbre.

En el sistema de confirmación metrológica debemos desarrollar procedimientos que establezcan claramente los lineamientos para las confirmaciones y asegurar la validez resultante de las mediciones obtenidas durante los ensayos.



Estos procedimientos pueden elaborarse utilizando las técnicas del control estadístico del proceso, las que permiten determinar derivas (variaciones de los resultados debido al ambiente, la severidad de uso, etc.) y fallas, y tomar las acciones correctivas necesarias al intercomparar localmente patrones o instrumentos de medición. El control estadístico es complementario de las calibraciones y refuerza la confianza en las mediciones resultantes durante los lapsos entre confirmaciones.

Para el cumplimiento de las normas internacionales de calidad, es indispensable mantener los registros de todas las confirmaciones que se realicen para cada equipo de medición y prueba. Además, esto es de gran ayuda para determinar la correcta identificación de los instrumentos: marca, modelo, serie, alcance de medición, mantenimiento, operación, calibraciones y otras características relevantes tales como restricciones, cuidados y periodos de confirmación.

### **Registros y archivo**

Es necesario guardar indefinidamente los registros de los patrones ya que pueden ser de gran utilidad para conformar historiales de estabilidad del comportamiento metro-lógico. Para el caso de equipos de inspección y prueba, hay que definir la utilidad de las confirmaciones anteriores para establecer los periodos de almacenaje de registros.

Cuando se detecte equipo no conforme, es decir, cualquier equipo de inspección, medición y prueba que ha sufrido daño, ha sido sobrecargado o mal utilizado, muestra mal funcionamiento o se tiene duda de él, o ha rebasado el lapso de confirmación establecido, debe ser retirado de servicio o bien, marcado o etiquetado hasta que se eliminen las razones de su no conformidad y sea nuevamente confirmado.

Al hablar del marcado o etiquetado, es importante mencionar que cuando se presenta un equipo con fallas, es usual ajustarlo, reconstruirlo o repararlo hasta que vuelva a funcionar correctamente. Pero si esto no resulta práctico, es necesario considerar la degradación o desecho del equipo. Esta degradación se debe utilizar con sumo cuidado ya que se pueden tener equipos aparentemente iguales y con errores máximos diferentes, de donde se desprende la importancia del correcto etiquetado, por ser la única manera de poder diferenciar dichos equipos.

Ahora bien, ¿cuándo se requiere realizar una confirmación?

Todos los equipos de medición deben ser calibrados a intervalos adecuados, establecidos con base en su estabilidad, propósito y utilización. Los lapsos deben ser tales que consideren la siguiente confirmación antes de cualquier cambio significativo probable en la exactitud del equipo. Dependiendo de los resultados de calibración en las confirmaciones previas, los lapsos pueden acortarse, de ser necesario, para asegurar la continuidad de la exactitud.

Pero los lapsos de confirmación no deben prolongarse, a no ser que los resultados de las calibraciones previas proporcionen datos definitivos de que dicha acción no afectará adversamente la confianza en la exactitud del equipo de medición.

El propósito de la confirmación periódica es asegurar que el equipo de medición no haya sufrido deterioro en su exactitud, y prevenir que sea utilizado cuando exista posibilidad significativa de producir resultados erróneos.

Es imposible determinar un lapso de confirmación tan corto que no deje la posibilidad de que el equipo de medición falle antes de concluir el lapso de confirmación establecido.

Las confirmaciones frecuentes son caras y ponen fuera de servicio al equipo, requiriendo equipo de reemplazo o causando la interrupción del trabajo.

Hasta que exista suficiente evidencia estadística de ocurrencias de no conformidades, los lapsos de confirmación sólo se pueden determinar por las experiencias de otros o por estimación.

La integridad de los equipos es un punto más que hay que considerar en todo sistema de confirmación metrológica ya que el acceso de personal no capacitado a los dispositivos de ajuste en los equipos de medición puede alterar su desempeño. Se recomienda mantener los dispositivos de ajuste con un sello diseñado de tal forma que su alteración sea evidente para el personal, que sabrá así que el instrumento ha sido alterado o dañado cuando se observe una

violación de los sellos, lo cual los llevará a tomar las acciones pertinentes para una nueva confirmación.

La decisión acerca de cuáles instrumentos deben sellarse y qué material se utilizará –etiqueta, soldadura, alambre, pintura, etc.–, será a juicio del usuario o responsable designado por la empresa para estos controles. Es conveniente documentar los detalles de implantación de los sellos para su fácil utilización, inspección, rastreo y reporte en caso de ser violados o alterados.

### **Proveedores de servicios externos**

Todos los servicios externos deben tener la calidad requerida, principalmente cuando estos productos y servicios afecten significativa-mente la confiabilidad de las mediciones que se realicen en nuestra empresa o laboratorio.

Para asegurar la calidad de los servicios externos, debemos recurrir a aquellos proveedores que ya han sido acreditados por alguna entidad competente, cuando estén disponibles; pero cabe aclarar que el usuario no queda liberado de la responsabilidad de los resultados de las pruebas que realice.

Como proveedor de servicios de calibración y pruebas, el IMCYC mantiene entre sus registros los documentos oficiales que avalan las confirmaciones de equipos de inspección, medición y prueba, así como la trazabilidad correspondiente, al igual que los patrones utilizados por su laboratorio de metrología, tanto

de fuerza como de masa en el caso de calibración de máquinas de prueba y de instrumentos para pesar, y los acreditamientos vigentes correspondientes. Dichas evidencias demuestran la confiabilidad de las mediciones que se realizan dentro y fuera del Instituto y estamos en la mejor disposición para una evaluación externa ya sea con visitas de auditorías por parte de nuestros clientes o bien mostrando personalmente la documentación que respalda la calidad de nuestros servicios. Además, contamos con la trazabilidad directa del patrón nacional de fuerza, y en el área de masa tenemos perfectamente documentada la cadena de trazabilidad hacia el patrón nacional y la correcta diseminación de incertidumbre.

Cabe hacer algunas precisiones respecto al término trazabilidad, para que tengamos la capacidad de determinar nuestras propias cartas de trazabilidad en las mediciones o pruebas que realizamos, y la influencia de nuestros proveedores de servicios de calibración.

El término trazabilidad, tomado de la NMX-Z-55-1997:IMNC, es la propiedad del resultado de una medición o de un patrón, tal que ésta pueda ser relacionada con referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones que tengan todas las incertidumbres determinadas. Comúnmente, este concepto se expresa por el adjetivo trazable, y la cadena ininterrumpida de comparaciones es llamada cadena de trazabilidad.

De este modo, todos podemos proporcionar evidencias de la trazabilidad si obtenemos los servicios de calibración de un proveedor formalmente acreditado.

### **Determinación de lapsos de confirmación**

Los principales factores que influyen para determinar la frecuencia de confirmación son los siguientes:

- a) Tipo de equipo
- b) Recomendaciones del fabricante
- c) Tendencia de los resultados de calibraciones previas
- d) Registros históricos del mantenimiento y servicio
- e) Tendencia al desgaste y deriva
- f) Frecuencia de revisión cruzada contra otro equipo de medición
- g) Frecuencia y formalidad de las verificaciones internas
- h) Condiciones ambientales
- i) Frecuencia y severidad del uso
- j) Exactitud de la medición requerida
- k) Gravedad de las consecuencias de tomar como correcto un valor de medición incorrecto debido a fallas en el equipo de medición.

### *Crterios:*

a) Reducir el riesgo de que un equipo deje de estar conforme a la especificación cuando esté en uso

b) Mantener el mínimo de costo

### *Métodos:*

a) Ajuste automático

Este método sugiere que cuando un dispositivo de un equipo es confirmado rutinariamente, el intervalo siguiente se amplía si se encuentra que el instrumento está dentro de tolerancias o se reduce si se encuentra fuera de tolerancia. La desventaja que presenta es el poder mantener la carga de trabajo ininterrumpida y balanceada y que se requiere una planeación detallada.

b) Carta de control

Se eligen los mismos puntos de calibración de cada confirmación y se grafican los resultados contra el equipo.

De estas gráficas se calcula la dispersión y la deriva, ya sea que la deriva media sea la deriva de un lapso de confirmación o, en el caso de equipo muy estable, deriva sobre varios lapsos. De estas cifras se puede calcular la deriva efectiva.

El método permite una variación considerable de lapsos de confirmación contra los ya prescritos sin invalidar los cálculos; se puede calcular la confiabilidad y, por lo menos en teoría, éste da el

lapso de confirmación eficiente. Además, el cálculo de la dispersión indica si los límites de especificación del fabricante son razonables y el análisis de la deriva encontrada puede ayudar a encontrar la causa de la misma.

#### c) Tiempo calendario

Este método nos recomienda agrupar los instrumentos de medición con base en la marca, su confiabilidad y estabilidad esperadas, y asignarles un lapso de confirmación basado en un juicio propio.

Al final de cada lapso de confirmación, se determina la cantidad de dispositivos no conformes de cada grupo. Si la proporción de estos no conformes es alta, se recomienda que el lapso de confirmación se reduzca.

Si un grupo de dispositivos de una marca en particular no se comporta como el resto del grupo, es conveniente cambiar a este sub-grupo su lapso de confirmación. Por otro lado, si la proporción de dispositivos no conformes en un grupo determinado resulta muy baja, puede ser económicamente justificable incrementar el lapso de confirmación.

#### d) Tiempo de operación

En este método, el lapso de confirmación se expresa en horas de uso en lugar de meses calendario o tiempo transcurrido. Su ventaja consiste en que el número de confirmaciones realizadas, y por lo tanto el costo de la confirmación, varía en proporción directa con el tiempo de operación del equipo.

Sin embargo, también tiene algunas desventajas. Por un lado, no es conveniente cuando el equipo deriva o se deteriora en periodos largos de almacenamiento, o cuando ha estado sujeto a ciclos cortos de encendido y apagado; en cualquier caso, es conveniente tener un respaldo de tiempo calendario. Además, es mucho más difícil lograr un flujo continuo de trabajo con este método que con los otros ya mencionados, debido a que el laboratorio desconoce la fecha en que el lapso de confirmación termina.

#### e) Prueba en servicio

Este método es aplicable a instrumentos y tableros de prueba complejos. Los parámetros críticos se inspeccionan frecuentemente (una o más veces al día) con equipo de calibración portátil. Si se encuentra que el equipo no está conforme al revisarse, se envía a confirmación completa.

La ventaja de este método es que proporciona disponibilidad máxima del equipo para ser utilizado. Es muy práctico para equipo separado geográficamente del laboratorio de calibración, ya que una confirmación completa se lleva a cabo solamente cuando es necesario o con lapsos de confirmación amplios.

### **Conclusión**

Una correcta evaluación del sistema de confirmación metrológica de nuestra empresa o

laboratorio nos traerá como consecuencia una garantía de seguridad en todas las mediciones que se realicen en cualquier momento, y evitar los riesgos y consecuencias que traería el tomar resultados erróneos como correctos en la emisión de un dictamen o informe y utilizarlos en alguna edificación. Además, una buena selección y aplicación de los periodos o lapsos de confirmación o calibración formal nos ayuda en buena medida a tener la certeza de la veracidad de nuestras pruebas, alarga la vida de nuestros equipos y mejora la economía de nuestros servicios al reducir gastos innecesarios en calibraciones y mantenimientos correctivos así como el desecho y cambio de equipo innecesariamente.

Finalmente, la recomendación es que, siempre que se requiera, no hay que dudar en acercarse a los laboratorios de calibración acreditados para solicitar la programación de servicios con anticipación, pedir asesorías o el apoyo técnico para mejorar la calidad de los servicios mediante el fortalecimiento del sistema de confirmación metrológica.

## **Bibliografía**

ISO 10012 -1:1992 Quality assurance requirements for measuring equipment. Metrological confirmation system for measuring equipment.

ISO 9000 -1:1994 Quality management and quality assurance standards. Guidelines for

selection and use.

ISO 9001: 1994 Quality systems-model for quality assurance in design/development, production instalation and servicing.

NMX-Z-55:1997 IMNC: Proyecto de norma Metrología / vocabulario de términos fundamentales y generales.

El ingeniero Octavio López Contreras es jefe de laboratorio del área de metrología del IMCYC.

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

**Revista Construcción y Tecnología**

**Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Preparando superficies para recubrimientos

Kim Basham

**Aquí!** 

## Resumen:

Antes de aplicar un recubrimiento a una superficie de concreto hay que comprobar que la misma esté sana, limpia, libre de defectos superficiales, seca y lo suficientemente áspera para tener buena adherencia. La lista de verificación que aquí se presenta es muy útil para evitar fallas en recubrimientos

Cuando fallan los recubrimientos aplicados a superficies de concreto, la causa generalmente es la preparación inadecuada de la superficie. Para que un recubrimiento pueda adherirse apropiadamente, la superficie de concreto debe estar sana, limpia, libre de defectos superficiales y seca. La superficie debe también ser lo bastante áspera para establecer una buena adherencia mecánica. Si no está apropiadamente preparada, es posible que el recubrimiento se separe del concreto, desperdiciando tanto tiempo como dinero.

Antes de aplicar un recubrimiento decorativo o de protección a una superficie de concreto vertical u horizontal, revise las siguientes recomendaciones para evitar fallas causadas por una preparación inadecuada de la superficie. La lista de verificación trata de la limpieza y de cómo dar aspereza a las superficies de concreto, la reparación de defectos superficiales y la inspección de pruebas de superficies antes de aplicar el recubrimiento. Puesto que los métodos de preparación de la superficie pueden variar de un trabajo a otro, siga las recomendaciones que mejor se apliquen a su proyecto.

### **Realice una inspección preliminar**

1 Examine la superficie que se va a preparar en cuanto a la presencia de residuos, polvo, suciedad, aceite, grasa, lechosidad, mortero salpicado, eflorescencia, agentes de curado, selladores y otros contaminantes.



I Pruebe las losas para ver si hay lechosidades, raspando la superficie con una espátula. La lechosidad es una capa débil de cemento y finos que son llevados a la superficie por el agua de sangrado. Si hay un material polvoso que pueda ser raspado de la superficie, significa que hay presencia excesiva de lechada y el recubrimiento no se adherirá apropiadamente.

I Si usted tiene planeado usar agua para limpiar la superficie, realice una prueba de humedad de la superficie existente para establecer una línea básica de la condición de humedad. Más adelante, en esta lista de verificación se describen varias pruebas comunes para la humedad.

### **Conozca los requisitos para la condición de la superficie**

I Conozca y comprenda las especificaciones del proyecto para la preparación de la superficie y la aspereza requerida. A veces la aspereza se conoce como perfil de anclaje, y se logra raspando mecánicamente o picando con ácido la superficie del concreto (véase la figura arriba). Las especificaciones del proyecto deben decir cuán limpia y áspera debe ser la superficie antes de aplicarse un recubrimiento. Las especificaciones pueden también tratar la uniformidad de la superficie, la resistencia y la sequedad.

I Si las especificaciones dan una resistencia mínima de la superficie para asegurar la sanidad

del concreto, utilice el procedimiento de pruebas en el campo delineado en el Apéndice A del ACI 503R-93.1 Esta prueba requiere fijar con epóxicos una tapa de un tubo estándar de 1 1/2 pulg. de diámetro al concreto, y medir la fuerza necesaria para desprender la tapa desde la superficie. La prueba puede usarse también para evaluar la necesidad y la pertinencia de la preparación de la superficie y las diferencias relativas en la resistencia de la superficie sobre el área que ha de ser recubierta. Típicamente, las especificaciones requieren una resistencia mínima de desprendimiento de 121 a 21 kg/cm<sup>2</sup> (ASTM C 811-96).

I Lea y comprenda las indicaciones y recomendaciones para la preparación de la superficie proporcionadas por el fabricante del recubrimiento. Si las recomendaciones del fabricante no son compatibles con las especificaciones del proyecto, discuta esto en la reunión previa a la construcción.

### **Organice una junta de preconstrucción**

I Reúnase con el ingeniero, el arquitecto y el propietario del proyecto antes de que empiece el trabajo, para discutir la selección del equipo, las técnicas de preparación de la superficie, el perfil de ésta y los requisitos de recubrimiento, programas y horarios. Ponga a consideración del ingeniero un plan de trabajo para su aprobación.

I Establezca los medios y la frecuencia de las pruebas y los resultados aceptables de las

pruebas para la sanidad, limpieza y aspereza de la superficie.

I Si va a usarse agua para limpiar la superficie, discuta el efecto del tiempo de secado sobre el programa del proyecto. Establezca los medios y la frecuencia de las pruebas para el contenido de humedad.

I Para trabajos interiores, establezca niveles aceptables de ruido, polvo y humo. Para losas de entresijos, pregunte acerca de las restricciones de peso y vibración que podrían afectar la elección del equipo para la preparación de la superficie o el plan de trabajo. Presente un plan para el agua de desecho y los escombros que han de removerse.

## **Limpie la superficie**

I Remueva todo el polvo suelto, la mugre y otros escombros, barriendo, aspirando o limpiando con aire o con una manguera de agua. Cuando barra, utilice una escoba industrial limpia, de cuerdas duras. Si va a limpiar con una aspiradora, utilice una industrial de trabajo pesado que quite todo el polvo de la superficie. Para sopleteado con aire, emplee una corriente de aire comprimido de 80 a 100 libras entregadas a través de una boquilla que se mantenga a aproximadamente a 60 cm de la superficie. Asegúrese de que la corriente de aire esté libre de aceites. Si va a limpiar con agua, utilice agua potable limpia a una presión lo suficientemente alta para remover el polvo, la mugre y los contaminantes superficiales solubles



en agua. Puede ser también necesario refregar manualmente o con máquina la superficie con una brocha de cerdas duras. Estos métodos no tienen la intención de alterar el perfil de la superficie; únicamente la de limpiarla.

I Raspe y desprenda los depósitos pesados de aceite, grasa y otros contaminantes pobremente adheridos. Use después detergente o un emulsificador no solvente y un cepillo de cerdas duras para remover cualesquiera contaminantes que queden. No use solvente para remover el aceite o la grasa, ya que pueden extender los contaminantes a un área más grande o llevarlas más adentro en el concreto. Una buena solución limpiadora es el fosfato trisódico mezclado con agua caliente. Use al menos 30 g de fosfato trisódico por litro de agua. Para remover la grasa animal, utilice una solución a 10 por ciento de sosa cáustica. Asegúrese de echar abundante agua fresca a las áreas tratadas, hasta que todos los residuos de la solución de limpieza sean eliminados y el pH del agua de enjuague cumpla con los niveles aceptables.

I De ser necesario, remueva los depósitos pesados de aceite y grasa, limpiando con una corriente. Use detergente o un emulsificador no solvente para una mayor potencia de limpieza.

### **Limpie y dé aspereza a la superficie**

I Cuando remueva recubrimientos elas-toméricos, utilice máquinas especiales para la remoción de recubrimientos, diseñadas para raspar estos

materiales gruesos y flexibles, y luego continúe con las técnicas estándar para la preparación de superficies.

I Remueva las capas gruesas de mugre, lechosidad, eflorescencia, salpicaduras de mortero, compuestos de curado incompatibles y agentes descimbrantes, recubrimientos viejos y concreto no sano, raspando mecánicamente la superficie de concreto. Al hacerlo, se alterará su perfil, creando una superficie áspera rasposa y texturizada para la mejor adhesión del recubrimiento.

I Utilice escarificadores para remover puntos salientes y nivelar las losas, o esmeriles para reducir o remover las ligeras irregularidades de la superficie. Asegúrese de remover completamente todos los escombros y el polvo.

I Para superficies horizontales, utilice el sopleteado con proyectiles para limpiar y dar aspereza en un solo paso. El sopleteado y cepillado, o el picado ligero con ácido, crea una altura de perfil de 1.5 a 2 milésimas; el sopleteado estándar puede crear alturas de perfil que exceden de 8 milésimas. Asegúrese de comparar el grosor del recubrimiento con la altura del perfil de la superficie. Si se aplica una capa de una película fina (2.7 a 4 milésimas) sobre un perfil de 8 milésimas, la superficie recubierta estará áspera y dispareja. Puede ser necesario aplicar una o varias capas de imprimador para alisar la superficie.

I Si se preparan las superficies por sopleteado con proyectiles o escarificadores, tome las

precauciones antes de aplicar un recubrimiento irrespirable. Al cortar la superficie superior del concreto, se abren poros en el mismo, permitiendo que el vapor de agua se escape más rápidamente. A fin de evitar la formación de burbujas y cráteres, considere la aplicación de múltiples capas de imprimador, o aplique el recubrimiento en la noche, cuando es menor la cantidad de vapor de agua que tiende a salir del concreto porque las temperaturas del aire y del concreto son similares.

Utilice picado con ácido únicamente para áreas en donde no sean posibles otros métodos alternativos de limpieza. Pique con una relación de disolución de 10-90 a 20-80 de ácido hidrociorídrico de grado comercial (muriático) en agua, aplicado en una proporción de 1.10 litros por metro cuadrado. Si no se permiten cloruros, use soluciones de ácido cítrico (20%) o ácido fosfórico (15%). Los ácidos cítrico y fosfórico no contienen cloruros, y no corroen el acero de refuerzo empotrado. Aplique la solución ácida usando un pulverizador a baja presión o un bote para rociar. Después de reducirse la acción de la espuma, lave abundantemente el área con mucha agua y friegue la superficie con un cepillo de cerdas duras. Un área que no muestre una acción espumosa indica que algún contaminante está bloqueando el ácido del concreto. El picado debe crear un perfil similar a la textura de una lija fina.

Cuando se han usado endurecedores de piso, deben utilizarse métodos especiales para preparar la superficie para un recubrimiento. Pida al fabricante del recubrimiento algunas sugerencias.



## **Repare los defectos superficiales**

I Cincele, esmerile o marteline los bordes, las salpicaduras de mortero u otras protuberancias de las superficies de concreto. Remueva todas las proyecciones mayores de 0.15 cm.

I Remueva el concreto no sano y limpie y rellene los agujeros, astillas, descascamientos, grietas, áreas alveoladas y otros defectos de superficie con una lechada comercial a base de cemento portland, un compuesto epóxico o algún otro material de resane patentado. Repare todos los defectos que sean más anchos de 0.30 cm. Al cincelar a lo largo de los bordes de las áreas de reparación, no cree un bisel. Cincele los bordes de modo que sean perpendiculares a la superficie, o corte los bordes con sierra formando una ligera muesca.

I Obtenga recomendaciones específicas de los fabricantes del recubrimiento y del material de reparación acerca de la compatibilidad de los materiales y los procedimientos para la preparación de la superficie. Por ejemplo, determine el tiempo de curado para el material de reparación y determine si el resane debe tener un acabado áspero o alisado con llana de acero. No recubra los resanes antes de que se hayan curado, a menos que el fabricante indique otra cosa.

**Inspeccione y pruebe la superficie antes del recubrimiento**

I Pruebe la existencia de polvo limpiando la superficie con un trapo oscuro. Si hay polvo en el trapo, entonces el área está demasiado polvosa y debe limpiarse nuevamente.

I Salpique agua en la superficie seca. Si la superficie está libre de aceite y polvo, el agua se esparcirá inmediatamente en vez de formar pequeñas gotas. Si se forman pequeñas gotas, entonces la superficie es demasiado aceitosa o polvosa para la aplicación del recubrimiento.

I Si se usó ácido u otras soluciones químicas para limpiar la superficie, utilice papel pH para determinar la acidez en la superficie de concreto. Repita la operación de lavado con agua abundante si el nivel del pH es menor de 4.

I Pruebe el contenido de humedad empleando uno o más de los siguientes métodos:

1. Pegue perfectamente a la superficie de concreto con una cinta adhesiva, una hoja de 45 x 45 cm de una película clara de polietileno, aproximadamente de 1.5 milésimas de grosor, y permítale permanecer en el lugar durante al menos 16 horas. Esta es una prueba estándar descrita en el ASTM D 4263-83 (véase el cuadro). Si se acumula humedad por debajo del plástico, entonces muy probablemente el contenido de humedad del concreto es demasiado alto y el recubrimiento fallará.

2. Para medir la proporción de emisión de humedad-vapor, coloque una cantidad medida de cloruro de calcio en un plato dentro de una cubierta de plástico transparente que esté sellada al piso. Después de 60 a 72 horas, pese el

cloruro de calcio para determinar la cantidad de agua absorbida. La velocidad de emisión de humedad y vapor se calcula en gramos de agua por cada 97 m<sup>2</sup> en un periodo de 24 horas. Compare la velocidad medida de emisión de humedad y vapor a los valores aceptables proporcionados por el fabricante de recubrimiento.

3. Use un medidor de humedad de superficie y compare el valor medido con las recomendaciones del fabricante del recubrimiento.

l Mida la temperatura de la superficie de concreto antes de aplicar un recubrimiento y compare el resultado con las recomendaciones del fabricante. Si la superficie es demasiado fría o caliente, la adherencia del recubrimiento y la calidad total general del trabajo puede ser afectada adversamente.

l Prepare un área de pruebas para verificar la pertinencia de la preparación de la superficie. Aplique el recubrimiento a un área típicamente preparada bajo las mismas condiciones de humedad de superficie y temperatura ambiente que existirá durante la aplicación real del recubrimiento. Después que haya curado el recubrimiento, verifique la adherencia. Desafortunadamente, no existen métodos estándar para evaluar las resistencias de adherencia de los recubrimientos. Para saber más sobre los métodos de prueba recomendados, pregunte al fabricante del recubrimiento. Además, use resanes de prueba para evaluar los diferentes métodos de preparación de la

superficie a fin de determinar cuál es el más adecuado.

## REFERENCIAS

1. ACI 503R-93, *Use of Epoxy Compounds with Concrete*. American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 1993.
2. Ray M. Reed, "Sound, Clean, and Dry", *Concrete Repair Digest*, junio-julio de 1993, pp. 127-129.
3. "Perspectives on Surface Preparation", *Concrete Repair Digest*, febrero-marzo de 1995, pp. 12-14.
4. *Selecting and Specifying Concrete Surface Preparation for Sealers, Coatings and Polymer Overlays*, Guideline núm. 03732, International Concrete Repair Institute, Sterling, Va., 1997.

## Estándares de la ASTM que hay que conocer

Los siguientes estándares de la ASTM pueden servir como guías útiles cuando se esté preparando superficies de concreto. Para adquirir copias de estos estándares, llame a la ASTM al 610-832-9500, o visítenos en el sitio de Internet de la ASTM ([www.astm.org](http://www.astm.org)).

I Práctica Estándar para la Limpieza de Superficies de Concreto para el Recubrimiento (D 4258-83)

I Práctica Estándar para la Abrasión del Concreto (D 4259-88)

I Práctica Estándar para el Picado con Ácido del Concreto (D 4260.88)

I Método de Prueba para el pH de Superficies de Concreto Limpiadas

Químicamente o con Picado Ácido (D 4262-83)

I Método de Prueba para Indicar la Humedad en el Concreto por el Método

de Sabana Plástica (D 4263-83)

I Método de Prueba para Indicar el Aceite o el Agua en Aire Comprimido (D 4285-83)

I Práctica Estándar para la Preparación de la Superficie de Concreto para la Aplicación de Acabados de Superficie Monolítica de Resinas con Resistencia Química (C 811-96)

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

**Revista Construcción y Tecnología**

**Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Bitácora de obra



Una herramienta para el control  
de los procesos constructivos

Aquí! 

Arquitecto Renato Perusquía del Cueto

## Resumen:

Por ser un instrumento fundamental para satisfacer los requerimientos de calidad en la construcción, la bitácora de obra no sólo debe existir, sino que debe llevarse de manera tal que realmente sirva a sus fines. La información que aquí se presenta, producto del saber y la experiencia, constituye un aporte muy útil para quienes quieren hacer bien las cosas.

El presente trabajo tiene por objeto despertar la el interés de los lectores por la bitácora de obra. Esto, en atención a que la nueva legislación de obras públicas considera por primera vez en su

texto, además de la obligatoriedad de su utilización, que ya existía, los procedimientos que deben observarse para su operación, hecho trascendente que representa una mejora importante en lo que se refiere al control de las obras.

El tenor de la exposición puede parecer en ocasiones rudo y poco considerado con la forma que hasta ahora prevalece para la administración y el control de las obras; sin embargo, nos parece indispensable para mostrar las cosas como son, sin concesiones de cortesía para nadie. Estamos seguros de que aquellos que están en las obras lo entenderán.

Para ubicar el registro de bitácora de obra en el contexto de los procesos constructivos, expondremos el tema iniciando con un preámbulo que lo vincula al control de las obras. El encuadre de nuestro planteamiento parte de la planeación como principio obligado de cualquier proyecto.

## **Planeación**

La construcción es una actividad compleja; por consiguiente, para culminar una obra con éxito requiere una organización profesional en la que deben concurrir diversas disciplinas, que siga variados procedimientos y considere múltiples previsiones. Dentro de este conjunto, los factores más determinantes son la planeación y la supervisión de la ejecución de los trabajos. En este artículo nos ocuparemos particularmente del segundo de los factores, el control de la obra, y

respecto al primero, nos limitaremos a mencionar su preeminencia.

Los procesos constructivos deben ser cuidadosamente planeados, ellos demandan un análisis profundo de los principales componentes que integran las actividades indispensables para su realización. Los puntos de partida para este análisis son el proyecto ejecutivo y las especificaciones de obra, a través de los cuales se podrá establecer con detalle cada una de las acciones necesarias para concretar la obra. Estas acciones habrán de planearse considerando todo lo que se requiere: recursos humanos, materiales, equipo y herramienta, así como liquidez monetaria para el pago de los trabajos. Todo esto habrá de estar disponible con oportunidad y suficiencia conforme a una secuencia lógica que asegure, de la manera más efectiva posible, el cumplimiento de las expectativas que se establecen cuando, en el origen del proyecto, se determinan las necesidades básicas, el programa del diseño, un plazo para su realización, puesto que existe la intención de invertir en un bien inmueble para determinado fin.

En términos generales, de acuerdo con lo observado en la práctica, existe gran dificultad para lograr la planeación mínima requerida para el desarrollo sano de los procesos constructivos; en la inmensa mayoría de las obras públicas y privadas, al no resolverse adecuadamente la planeación, se recurre a la improvisación. Esto lleva a que desde la planeación, deficiente o incompleta, se inician problemas tales como la falta de coordinación, de lo que resultan frecuentes olvidos y otros inconvenientes que,



conforme avanzan los trabajos, van conduciendo el proceso por un camino pletórico de dificultades, incluyendo algunas serias que se van agravando e impiden que el proceso pueda llevarse a cabo de acuerdo con el presupuesto original, conforme al programa pactado y cumpliendo con la calidad que se especificó.

Siempre hay pretextos para explicar las razones por las cuales no se pudo planear debidamente, a menudo surgen urgencias que justifican inexorablemente el tener que sacrificar la terminación de la planeación porque apremia iniciar los trabajos; en ocasiones, incluso se omite planear debido a circunstancias de tipo político. También, de acuerdo con la experiencia, resulta que obras urgentes que se inician como se describe, pocas veces se finalizan como estaba previsto y acaban por terminarse mucho tiempo después; entonces, ¿de qué se trata? Quizás lo que sucede es que no se le puede refutar a un superior jerárquico presionado sin exponerse a la respuesta que se dispara automáticamente: *“Si no eres capaz de hacerlo como te pido, nada más dímelo”*; por consiguiente, se inicia la obra y luego vienen todas las consecuencias que desencadena el hacerlo sin planeación. Quién sabe hasta cuándo seguiremos padeciendo esta calamidad.

Es de la mayor importancia tomar conciencia de que no habrá orden y avance en la construcción hasta que no se permita iniciar los trabajos mientras no se cuente con una planeación completa y certificada.

## Control de obra

De ahora en adelante nos concentraremos en el tema del control de las obras, para el cual también existen condiciones que deben satisfacerse con la finalidad de lograr que el proceso constructivo se termine sin contratiempos. Es preciso contar con procedimientos para controlar la calidad de lo que se ejecuta, el tiempo transcurrido comparado con el avance de la obra, y el costo erogado cotejado con el costo previsto. Estos elementos conforman la esencia de la supervisión, entendiendo esta actividad como la acción de visar los trabajos y no como la de ver los trabajos, que es la errónea y difundida definición del vocablo que infortunadamente tiene validez para muchos de los técnicos de la construcción. Respecto a esto, conviene recordar la definición: *visar* es otorgar el visto bueno, acción muy diferente, más consistente y útil que solamente *ver* lo que pasa.

La responsabilidad de la supervisión es el control de la obra, y para ejercerla es indispensable contar con parámetros confiables que permitan comparar las previsiones con lo que se va haciendo. Si se cuenta con una planeación completa y bien elaborada, al haber manera efectiva de detectar divergencias podrá corregirse lo que no se cumpla. Los parámetros a los que nos referimos corresponden a la planeación de acuerdo con los requerimientos descritos al inicio de este artículo; se deduce entonces que la supervisión es posterior a la planeación y depende absolutamente de ésta. Por consiguiente, la supervisión se verá directamente afectada por las deficiencias en la planeación;

será una consecuencia más provocada al forzar el inicio de los procesos constructivos saltándose pasos indispensables para tener posibilidades efectivas de terminar la obra con éxito.

La supervisión tendrá que vigilar el proceso de la construcción, ordenando lo conducente para que éste se mantenga en su rumbo. Habrá también de informar sistemáticamente y por periodos sobre el resultado de su gestión, reportando el avance de los trabajos y las incidencias de su desarrollo, para lo cual podrá implementar todos los procedimientos y registros que considere necesarios, incluyendo la bitácora de obra como uno de los más necesarios, además de obligatorio.

### **La bitácora de obra**

La bitácora es un registro que constituye parte inseparable del contrato de obra; su destino en las obras contratadas a precios unitarios es registrar los cambios que se efectúen o tengan que efectuarse y que modifiquen las previsiones contenidas en el programa, las especificaciones, el presupuesto y el proyecto ejecutivo, que son los anexos técnicos del contrato y también forman parte inseparable del mismo.

Las obras que se realizan por otras modalidades de contratación tendrán otras formas de llevar la bitácora, y de esto nos ocuparemos en un artículo posterior.

Como es sabido, existen obras públicas y privadas. Las primeras se rigen, a partir del 4 de marzo de 2000, por la Ley de Obras Públicas y

Servicios Relacionados con las mismas, así como complementariamente por el Reglamento de dicha ley que pronto entrará en vigor. Además, los procesos constructivos a cargo de la Federación se someten a otras legislaciones como son el Código Civil, la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público Federal, el Presupuesto de Egresos de la Federación y otras muchas que le aplican paralela o supletoriamente. Las obras privadas, a falta de otra reglamentación, tienden a regirse también por los principios enunciados en la citada ley y su reglamento; ahora bien, todas las obras tienen que acatar de manera obligatoria los reglamentos de construcción municipales y otros específicos de carácter federal o estatal que aplican en general cuando les son otorgadas las licencias y permisos correspondientes a la plaza donde se ejecuta cada obra.

En razón de la importancia de contar con la bitácora de obra para bien del proceso, recomendamos que en las obras privadas se formalice su uso por medio de una cláusula del contrato y, en cuanto a las reglas propias para su utilización, por lo menos se especifique que se regirán de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Ley.

### **La libreta de bitácora**

La libreta de bitácora es el lugar donde se materializa el registro denominado *bitácora de obra*. Por el significado que tiene para bien del proceso constructivo, no puede ser cualquier

libreta: se necesita una que tenga los atributos indispensables para cumplir debidamente su función. El costo de la libreta siempre será insignificante en relación con el servicio que presta.

Por lo expuesto, las libretas deberán ser de materiales muy resistentes para que puedan soportar el trato rudo a que estarán sometidas en las oficinas de las obras. De preferencia, deberán estar confeccionadas con papel autocopiante para evitar el uso de hojas de papel carbón, pues con el polvo propio de la construcción éstas acaban por no permitir copias claras; en otras palabras, vuelven inútil el registro al no poder contar cada una de las partes con una hoja legible.

Además, las libretas que se utilicen habrán de cumplir cuando menos los siguientes requisitos:

*Juegos de hojas.* Deberán contar con juegos de tres hojas, foliadas cada una con el mismo folio.

*Foliado.* En cada libreta, el foliado debe iniciarse con el folio 01.

*Tamaño.* Es recomendable utilizar libretas de 50 folios, las de mayor número de folios son difíciles de manejar y tienden a desencuadernarse. Sólo tratándose de obras menores, será aceptable usar libretas de 25 e incluso de 10 juegos de hojas.

*Copias.* Cada juego de hojas debe estar integrado por un original adherido firmemente a la libreta y cuando menos dos copias marcadas y desprendibles, una para el contratista y la otra

para la supervisión. Puede haber más copias si así lo requiere alguna de las partes.

*Identidad.* Para evitar la necesidad de identificar la libreta e incluso hojas sueltas de ella, es necesario que la misma cuente –lo mismo que cada una de sus hojas útiles, originales y copias– con una clave impresa que las individualice por siempre, es decir, sin necesidad de que en cada hoja tengan que llenarse espacios destinados a la identificación –anotación repetitiva de los datos indicativos del contrato al que pertenece la libreta que acaba por no hacerse–. De la forma propuesta, será suficiente que dichos datos indicativos se asienten una sola vez en la hoja inicial de la libreta.

*Instructivo.* Cada libreta debe contar con un instructivo de uso, conciso y suficiente, que abarque la descripción de la mayor parte de las circunstancias que puedan presentarse durante el desarrollo de la obra.

*Hoja de apertura.* Después del instructivo, la libreta debe contar con una hoja de apertura del registro de bitácora en la que habrán de anotarse los datos indicativos del contrato y el nombre y cargo de los técnicos que serán los autorizados para intervenir en ella. El formato considera además un espacio para anotar la clave de la libreta precedente, en caso de tratarse de una libreta que continúa el registro después de haberse agotado una anterior.

*Hoja final.* Ésta también tiene en su formato dos funciones; la primera consiste en transferir el registro de bitácora de una libreta agotada a otra

nueva, proporcionando así continuidad al escribirse en esta libreta la clave de la que sigue; la segunda se refiere al caso de que durante el uso de esta libreta se termine la obra y, por consiguiente, sea necesario cerrar el registro de bitácora, en cuyo caso, además de llenar los datos requeridos deberán anularse todas las hojas que queden sin utilizar.

*Reglamento de la bitácora.* Con la aceptación de las partes, en la libreta inicial se formaliza el Reglamento de la bitácora. En éste se acuerdan, además de otras cuestiones, la custodia de las libretas, el horario y el lugar en que estará disponible la libreta en turno; el plazo que se concede a las contrapartes para firmar asientos antes de darse por auto-máticamente aceptados; la aceptación para la intervención de auditores en la libreta y todo aquello que se refiera a la bitácora y consideren propio reglamentar.

*Reglamento de la obra.* Son múltiples los aspectos que necesitan reglamentarse en una obra; van desde asuntos relacionados con la seguridad, higiene, preservación del medio ambiente, hasta lo relativo a reglas que deben observar las visitas, horarios de trabajo, vigilancia nocturna, realización de trabajos en días festivos y otras cuestiones que precisan realizarse con un orden establecido.

*Registro de abreviaturas* Se trata de dejar constancia por escrito de todos aquellos nombres extensos a los que se hace referencia frecuentemente y para los que se utilizarán abreviaturas con fines prácticos. Se sugiere aprovechar apropiadamente esta facilidad para

evitar textos extensos.

*Hoja tipo.* Diseñada para aprovechar al máximo el espacio disponible, cuenta entre otras virtudes con una cuadrícula tenue que facilita el dibujo de los croquis explicativos que se acostumbran hacer, y permite además efectuar una escritura alineada. Por otra parte, la hoja cuenta también con un lugar destinado a las firmas y otro para indicar el tipo de nota de que se trata, el número consecutivo que le corresponde y la fecha del asiento; también existe un lugar para indicar cuándo una nota continúa en la hoja siguiente o viene desde la anterior.

Como podrá constatar el lector, la libreta tiene sus cualidades que no permiten ser subsanadas con cualquier formato. La edición de esta herramienta del control de obra requiere cuidados especiales y el IMCYC, con el afán de ofrecer un servicio al medio de la construcción, ha emprendido la producción de libretas que cumplan todos los requisitos aquí expuestos. Sin pretender lucrar con su venta, se trata de lograr que se aproveche el beneficio de contar con un registro formal para bien de los procesos constructivos en el nivel nacional.

Por lo que se refiere al uso de la bitácora, existen diversas reglas que deben observarse para su aprovechamiento integral. A continuación relacionaremos algunas, en el entendido de que la totalidad de los requisitos podrán encontrarse en los instructivos de las libretas:

**Algunas reglas para el uso de la bitácora**

*Incorporaciones.* Cualquier documento puede incorporarse total o parcialmente al registro de bitácora sin necesidad de transcribirlo; bastará con abrir un asiento donde se indique que una minuta de junta de obra, un oficio, una especificación, un instructivo de instalación de un equipo, una observación de auditoría, un reporte de laboratorio, etc., se incorporan íntegramente o sus partes tal cual a la bitácora. A continuación, se obtienen tres copias del documento de que se trate –las que habrán de antefirmar las partes–, y se engrapan a la hoja correspondiente de la libreta de manera que tanto el original como las copias cuenten con un ejemplar adherido; pueden incorporarse incluso muestras de materiales, aunque no sea posible agregarlas a las hojas, para lo cual será necesario obtener las muestras susodichas por triplicado, firmarse de manera indeleble y segura aunque sea con pintura y guardar cada quien la suya. Este procedimiento garantiza los intereses de las partes y facilita el manejo de la bitácora.

*Secuencia.* Los números y las fechas de los asientos en la bitácora deben identificarse consecutivamente; hay quienes incluso tienen la buena costumbre de registrar la hora en la cual se escribió la nota. No es aceptable alterar estos órdenes: se inicia con el asiento núm. 001 y la primera fecha no podrá ser anterior a la de la apertura oficial de la bitácora. Conviene aclarar que, al ser la bitácora parte del contrato, debe abrirse cuando se firma éste, y no podrá hacerse antes ni después de ese hecho formalizador.

*Costos y sobrecostos.* Casi sin excepción, todas las notas de bitácora llevan implícito un costo, a

favor o en contra de una de las partes que intervienen en ella; por consiguiente, debe meditarse muy bien lo que se pretende asentar antes de hacerlo. En otras palabras, la bitácora es un registro muy serio, su manejo significa una responsabilidad que asumen los que la operan, quienes deben tener cabal conciencia de lo que ello significa.

*Seguimiento de asuntos.* La mayor parte de los asientos requieren una respuesta o su continuidad en otros asientos subsiguientes. En ocasiones, hay asuntos que requieren varios asientos antes de concluirse; por consiguiente, cada tema que se abre con una solicitud o una orden tiene que ser concluido más adelante en la misma bitácora. La experiencia en revisión de bitácoras nos indica una tendencia muy general de abrir asuntos y omitir sus conclusiones; es importante erradicar este vicio.

*Prohibiciones y limitaciones.* No serán válidas notas con tachaduras, enmendaduras o escritos adicionales entre líneas o en los márgenes. No se podrán efectuar asientos a lápiz: se recomienda utilizar bolígrafos de color azul con la finalidad de identificar el original, lo cual se vuelve difícil actualmente, por la eficiencia de las copiadoras, cuando todo se escribe y se firma con tinta negra. Por esta razón, las bitácoras del IMCYC llevarán impresos en tinta roja las claves y los folios, con lo cual se disiparán las dudas al respecto.

No se podrán efectuar anotaciones con fechas anteriores o cambiando el orden de la numeración de asientos, como ya se dijo antes.

No se sacará la libreta de bitácora de las oficinas de la obra.

### **Recomendaciones para un uso adecuado**

Es conveniente escribir previamente, en lugar aparte, las notas que se va a asentar, así como revisar la redacción para asegurarse de que se está diciendo lo que se pretende; incluso conviene consultar con un compañero para ver si entiende lo mismo que se quiere expresar. Si fuese necesario, se consultará al superior jerárquico antes de efectuar el asiento; también conviene decir que debe cuidarse la ortografía, pues si se cometen errores quedará la evidencia de una deficiencia que habla mal de quien la padece.

Se recomienda llevar un registro de seguimiento de asientos recibidos o emitidos, en el que se señale el avance de la gestión hasta que se concluya por medio de una nota que así lo especifique.

### **Conclusión**

De acuerdo con todo lo dicho, y con muchas otras consideraciones que es imposible desarrollar en este espacio breve, se puede comprender la importancia de manejar adecuadamente la bitácora de obra. Esto vale por igual para los residentes de obra que para los supervisores. Podemos imaginar lo que puede hacer con la bitácora un residente aprovechado con un supervisor incapaz o viceversa; el resultado de estas combinaciones puede significar mucho dinero perdido o ganado para cualquiera de las

partes.

Concluimos que se requiere una preparación profesional especializada para intervenir en las bitácoras de obra. Por consiguiente, es indispensable capacitar y actualizar a todos aquellos que vayan a operar una bitácora. Con este fin, el IMCYC ha venido impartiendo cursos específicos desde hace algunos años y ofrece preparar los necesarios para satisfacer la demanda, pudiendo incluso impartirse la capacitación por encargo. Tales cursos permiten conocer todos los secretos para un manejo adecuado de las bitácoras y lograr el aprovechamiento pleno de las posibilidades de control que ofrece este registro.

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

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



IMCYC

[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



# Notas del acontecer



**Aquí!** 

## **ISO 9000 acredita al ONNCCE como organismo de certificación de sistemas de calidad**

El Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación (ONNCCE) obtuvo recientemente la certificación ISO 9000 que lo acredita como organismo de certificación de sistemas de calidad.

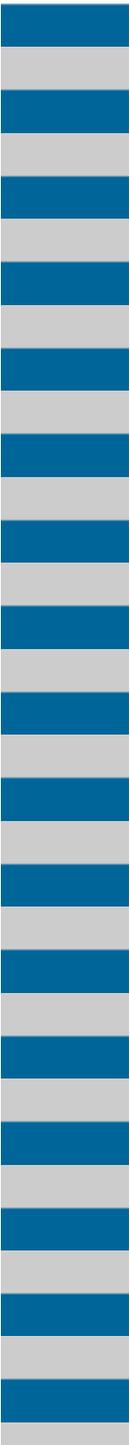
En entrevista, el arquitecto Franco Buccio Mújica, su director técnico, se refirió a los requerimientos que se tuvo que reunir para obtener tal certificación. Dijo que la ley de la materia y su reglamento establecen los

requisitos que deben satisfacer las personas morales interesadas en certificar sistemas de calidad, y que además se consultaron más de 17 normas mexicanas y se cumplieron en un cien por ciento las normas NMX-CC-009 y NMX-CC-010 correspondientes a los criterios generales para los organismos de certificación de sistemas y criterios generales para los organismos de certificación de producto, respectivamente.

También se tuvo que atender a los criterios establecidos en la Guía ISO 62 y la Guía ISO 65 y contar con un sistema de calidad que permita realizar las actividades necesarias. Este sistema está contenido en el Manual de Calidad y en los procedimientos que fueron acreditados por la Entidad Mexicana de Acreditación.

Manifestó que la política del ONNCCE establece que se debe mantener el nivel de calidad requerido en el cumplimiento de las tareas que sobre normalización, certificación y verificación de productos, procesos, personas, sistemas de calidad y servicios le sean solicitados, y que se debe ofrecer al cliente la transparencia, imparcialidad y confidencialidad que merece.

Si llegara a darse una discrepancia con el cliente, dijo que éste cuenta con el recurso de apelación ante el Consejo Técnico del ONNCCE, instancia integrada con más de 40 vocales representantes de todos los sectores interesados, cuya función principal es orientar y vigilar la actuación del organismo. Este

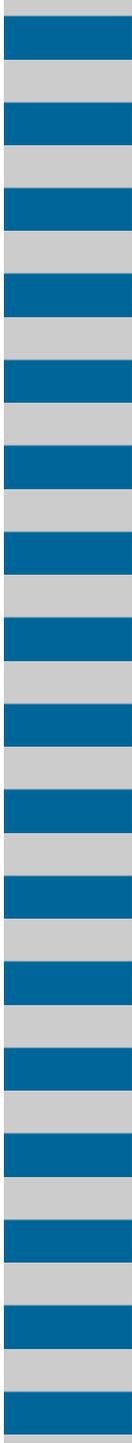


Consejo está auxiliado por el Comité Técnico de Certificación y el Subcomité de Certificación de Sistemas de Calidad.

Comentó el arquitecto Buccio Mújica que una de las razones que aceleraron la ampliación de los servicios del ONNCCE para certificar los sistemas de calidad fue que las empresas que están en proceso de certificación de producto mostraron interés en obtener también la certificación de su modelo de aseguramiento de la calidad. Con ello podrían ostentar simultáneamente la certificación de sus productos y la certificación de su sistema de calidad con ventajas económicas importantes.

Expresó que, a pesar de los cambios que trae consigo este ISO, no hay necesidad de hacer grandes modificaciones en el organismo: «simplemente debemos cumplir con los procedimientos adicionales; en el ONNCCE se ha establecido el concepto de personal multifuncional, de manera que sea altamente calificado para las responsabilidades asignadas; situación que nos obliga a contar –y cumplir– con un programa de capacitación sumamente ambicioso».

Concluyó diciendo que el ONNCCE está también acreditado para certificar la conformidad con diversas normas oficiales mexicanas y normas mexicanas de producto así como las NMX-CC-IMNC equivalentes a las normas ISO-9000.



## **La Asociación Mexicana de Caminos renueva su consejo directivo**

En el marco de su XXXVII Asamblea General Ordinaria, la Asociación Mexicana de Caminos (AMC) renovó sus autoridades. Al frente del nuevo consejo directivo para el periodo 2000-2001 quedó, en calidad de presidente, el licenciado Luis Martínez Argüello, quien pronunció su mensaje en presencia del secretario de Comunicaciones y Transportes, licenciado Carlos Ruiz Sacristán.

Luego de reseñar brevemente lo hecho en México en materia de caminos durante los primeros 50 años de la Asociación, el licenciado Martínez Argüello se refirió al futuro, no en el largo plazo, sino en los próximos 10 o 20 años. Su exposición se organizó en torno a la pregunta: «¿Cómo va esta Asociación Mexicana de Caminos a cooperar y colaborar en la modernización y expansión de nuestro sistema de transporte?»

Se refirió primero a las carreteras, planteando la necesidad de agregar 50,000 nuevos kilómetros a los ya existentes, y de construir 12,000 kilómetros de carreteras de altas especificaciones, con el fin de mantener e incrementar el comercio exterior y proteger el interior. Relacionó esta necesidad de expansión con los tratados comerciales firmados por México con los países de

América del Norte, la Comunidad Europea y países de América Central.

Al hablar de las vialidades rurales, señaló que es preciso construir nuevos caminos y mejorar los ya existentes para aprovechar la oportunidad de comercializar con el exterior una buena cantidad de productos agrícolas que brindan los mencionados tratados comerciales.

En cuanto al sector urbano, propuso mejorar e incrementar la infraestructura de transporte de las ciudades con miras a resolver los problemas de congestión y contaminación. Dijo que la Asociación deberá promover y realizar proyectos que vayan desde una pavimentación de calidad de calles y avenidas hasta obras modernas de infraestructura tales como «viaductos, trenes elevados y ecológicos, barreras contra ruido, circuitos envolventes en nuestras principales ciudades, como un anillo periférico completo en la ZMCM, a circuitos más completos como uno de altas especificaciones que circunde y una, como ejemplo, las ciudades de Querétaro, Toluca, Cuernavaca, Puebla y Pachuca o los proyectos concesionados de segundos pisos del periférico y viaducto.»

Luego de exponer esta propuesta de trabajo, habló de la necesidad de incrementar la recaudación fiscal en el país con el objeto de que el gobierno pueda contar con los recursos que hacen falta para impulsar estas obras de infraestructura. Dijo que la

Asociación «debe sumarse a las demás asociaciones empresariales y privadas de México para presionar a la autoridad correspondiente a la realización de un pacto fiscal nacional».

Al finalizar su disertación, entregó en compañía del presidente saliente, David Peñaloza, diplomas a directivos de Comunicaciones y Transportes y de Caminos y Puentes Federales, en reconocimiento a su labor como responsables del desarrollo de la infraestructura de transporte en México.

### **Las dos sedes de EXPOCIHAC '2000**

El arquitecto Eduardo Carrera, secretario adjunto del Centro Impulsor de la Construcción y la Habitación (CIHAC), fue entrevistado por *Construcción y Tecnología* con motivo de la EXPOCIHAC '2000, que se realizará en la ciudad de México del 14 al 17 de octubre del presente año.

Al preguntársele por la razón de las dos sedes que esta vez tendrá la muestra, el arquitecto Carrera respondió que ello se debe al crecimiento tan acelerado que la misma ha venido registrando –16 por ciento anual– desde hace cinco años, cuando se trasladó al World Trade Center.

El crecimiento de la demanda de espacios por parte de los expositores ha sido tal, dijo, que el año pasado quedaron 50 empresas sin poder presentarse, y eso es lo que motivó la

división en dos sedes: el World Trade Center, que albergará todo lo referente a edificación y vivienda, y EXHIBIMEX, donde se encontrará lo relativo a remodelación, ferretería y maquinaria.

Aprovechó la ocasión para comentar que lo anterior pone en evidencia la necesidad que tiene México de espacios adecuados para grandes eventos: «es necesario contar con lugares de más o menos 60 a 100 mil metros cuadrados», dijo, y señaló que, pese a parecer EXPOCIHAC una muestra de grandes dimensiones, en realidad es pequeña en comparación con exposiciones internacionales del mismo rubro.

Manifestó que el interés creciente de los expositores en participar lleva a prever que, en más o menos cuatro años, incluso las dos sedes serán insuficientes, por lo que habrá que recurrir a un nuevo centro o dividir aún más las secciones.

Por lo pronto, dijo, este año se espera recibir alrededor de 75 mil personas en 940 locales, sumados los del WTC y EXHIBIMEX, y por eso se ha planeado ofrecer a los visitantes de ambas plazas un servicio de autobuses que, con una periodicidad de 15 minutos, los transportarán de una sede a la otra, con la intención de que nadie se quede sin visitar la exposición.

Respecto a los retos que CIHAC tiene por delante, calificó de prioritaria la necesidad de mejorar sus sistemas de comunicación, ya

que es fundamental que los dos millones de personas que trabajan en la construcción tengan acceso a este organismo. Actualmente, reveló, la base de datos del Centro cuenta con 115 mil profesionistas, lo cual equivale a cerca de 30 por ciento del total de personas involucradas en la actividad.

Cuando se le preguntó a qué atribuye el éxito de cualquier exposición, el arquitecto Carrera respondió que la clave está en satisfacer la expectativa de todos: de los expositores, que quieren mostrar sus productos tal y como son, y de los visitantes, que desean ver lo que van a comprar de una manera real. Por esta razón, definió a EXPOCIHAC como una buena *boutique* para la industria de la construcción.

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

**Revista Construcción y Tecnología**

**Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**



IMCYC

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)

[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



## De libros, revistas, memorias



**Time-dependent behavior of post-tensioned slab bridge**  
**Paul N.Roschke, Kevin R. Pruski y Narayanna Sripadanna**  
*ACI Structural Journal*, vol. 96, núm. 3, mayo-junio de 1999, 8 pp.

**Aquí!** 

Un puente de losa plana de tres tramos se dotó de instrumentos durante su construcción y se vigiló durante más de dos años. Se empleó el postensado en las direcciones longitudinal y transversal. El postensado longitudinal se distribuyó uniformemente a través del ancho del puente; el postensado transversal sólo se empleó en zonas de columnas. Las deformaciones en el puente de campo se miden por un arreglo de calibradores unidos a pequeñas varillas de refuerzo del concreto. Los datos de desviaciones debidos a carga muerta de adquieren inmediatamente después de colocar el concreto, después del presfuerzo longitudinal y por un periodo de 2.5 años. Se presentan comparaciones de desviaciones y deformaciones por métodos analíticos simplificados existentes y la respuesta real del puente.

**Probabilities of low-strength events in concrete**

**Michael L. Leming**

*ACI Structural Journal*, vol. 96, núm. 3, mayo-junio de 1999, 8 pp.

El concreto que no satisface tolerancias especificadas ocasiona costos y, por tanto, preocupación para el propietario, el ingeniero, el contratista y el proveedor del concreto.

ACI 318-95 requiere que la resistencia mínima promedio del concreto sea bastante alta para que tanto la probabilidad del promedio de las tres pruebas consecutivas que caen debajo de  $f'_c$ , como la probabilidad de una sola prueba individual que cae debajo de  $f'_c - 35 \text{ kg / cm}^2$ , no sea mayor de uno por ciento. En estas condiciones, la probabilidad de al menos un caso de baja resistencia para un proyecto de 3,000 m<sup>3</sup> se podría hallar entre 35 y 70 por ciento.

Se empleó simulación basada en computadora para estimar la probabilidad de baja resistencia, incluyendo explícitamente los efectos de interferencia de proceso con dos criterios de control mutuamente dependientes, sólo con variación de resistencia.

**Effect of transverse reinforcement on bond strength of reinforcing bars in silica fume concrete**

**B.S. Hamad y M.F. Machaka**

*Materials and Structures*, vol. 32, julio de 1999, 9 pp.



Los objetivos de este programa de investigación fueron buscar y conocer el efecto del refuerzo transversal sobre las características de adherencia y deslizamiento de empalmes sobrepuestos de tensión en concreto de alto desempeño con humo de sílice, a fin de estudiar la validez del límite superior de 70 MPa impuesto por el ACI Building Code 318-95 sobre la resistencia a la compresión del concreto para determinar la longitud de desarrollo y para evaluar la seguridad de la ecuación empírica de Orangun, Jirsa y Breen en la estimación de la resistencia de adherencia de empalmes traslapados de tensión en concreto de alta resistencia y confinados con refuerzo transversal.

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

**Revista Construcción y Tecnología**

**Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)



Construcción  
y Tecnología



# Nuevos Productos



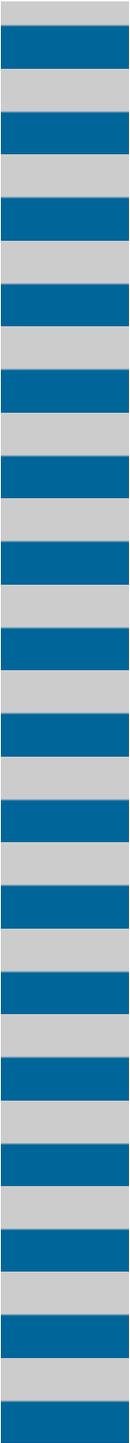
Aquí! 

**Entrega el Presidente Zedillo el premio nacional de ecología a tres investigadores mexicanos**

Con motivo del “Día internacional del medio ambiente» el pasado 5 del presente mes de junio, el Presidente Ernesto Zedillo hizo entrega del “PREMIO AL MÉRITO ECOLÓGICO 2000” en el área empresarial, a tres jóvenes directivos de la empresa “ECOCRETO INTERNACIONAL, S. A. DE C. V.” por su “destacada labor pionera en la producción de pavimentos permeables que contribuyen al mejoramiento ambiental de las zonas urbanas”.

Esto ha sido posible gracias al **ECOCRETO**®, nombre genérico que actualmente se da a los pisos y pavimentos permeables hechos con el aditivo del mismo nombre.

El concreto permeable **ECOCRETO**® es el



primer concreto hidráulico sin finos, 100 % permeable, desarrollado para usarlo en pavimentos de todo tipo con el objeto de que estos sean permeables y permitan que el agua de lluvia se infiltre al subsuelo, ayudando así a la recarga de los mantos acuíferos de las ciudades y proporcionando otras ventajas que los pavimentos comunes no tienen.

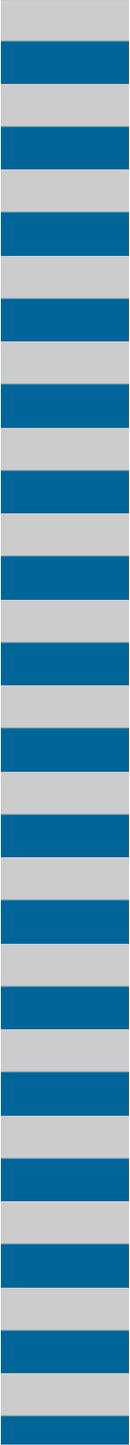
Se trata de un material muy similar al concreto hidráulico común pero fabricado sin arena, la cual se sustituye por el aditivo **ECOCRETO®** que aumenta su resistencia al fraguar. El resultado de la mezcla es un producto muy maleable, fácil de usar y colar, de muy alta resistencia a la compresión (mas de 300 kg/cm<sup>2</sup>) y muy buena resistencia a la flexión (de 60 kg/ cm<sup>2</sup>). Su aspecto es poroso, pero logra una superficie plana muy cómoda para transitar en ella.

Entre las ventajas de su uso las principales son:

- Todas las superficies son 100 % permeables.

Los charcos desaparecen de inmediato ya, que el material puede contener agua en su interior mientras ésta se infiltra al subsuelo o se evapora, permitiendo reducir o incluso eliminar los drenajes pluviales, además de que evita el acuaplaneo de las llantas de los autos.

- Es compatible con otros materiales usados para pavimentos con el fin de que se logren superficies permeables.
- No requiere de mano de obra especializada ni de



maquinaria sofisticada para su instalación,

- La superficie es antiderrapante pero plana.
- Adquiere sus características de resistencia entre 24 y 72 horas.
- Se puede hacer en varios colores y con distintos tipos de piedra.
- Su base y sistema constructivo es mas barato que los tradicionales por lo que el costo final no es mas caro.
- Se puede mezclar en obra o en plantas de precolado.
- Puede tener varias presentaciones: en base cemento que puede variar los colores usando colorantes; o por medio de resinas las cuales permiten conservar la apariencia del agregado.

Los Inventores de este producto y su sistema constructivo son el Ing. Jaime Grau Genesisás, el Arq. Germán Guevara Nieto y el Arq. Néstor de Buen Unna.

Es satisfactorio saber que estos empresarios mexicanos hayan recibido este importante premio lo cual seguramente contribuirá a un uso mas generalizado del producto, por los grandes beneficios que reporta con su aplicación.

En la entrega del premio, que se hizo en Cozumel, Q. R. estuvo presente el Sr. Roland González de la empresa “ECOCRETE OF TEXAS, INC.”, quien comentó que el producto está teniendo un gran éxito en los Estados



Unidos de Norteamérica.

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

**Revista Construcción y Tecnología**

**Julio 2000**

**Todos los derechos reservados**

[ARTICULO  
ANTERIOR](#)



[ARTICULO  
SIGUIENTE](#)