

EDICIÓN DE ANIVERSARIO



Núm. 256  
Septiembre 2009

# CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

Septiembre 2009 Núm. 256

[www.imcyc.com](http://www.imcyc.com)

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

ISSN 0187-7895 Construcción y Tecnología es una publicación del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

\$45.00 ejemplar

Un  
**mundo**  
de soluciones en  
concreto



# Estimados amigos

**T**odos los mexicanos celebramos en septiembre la gesta independentista de México, y en este 2009, este mes reviste especial importancia para el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, porque celebramos en éste, el cincuenta aniversario de su fundación.

A lo largo de este medio siglo de trabajo fecundo, el Instituto ha participado activamente en el desarrollo de la industria de la construcción, misma que se ha convertido en motor de la economía del país. El IMCYC es partícipe y testigo del crecimiento y evolución de una industria del cemento y del concreto pujante, cada vez más fuerte económica y tecnológicamente; que es factor decisivo en la modernización y eficiencia de la industria de la construcción del país.

Durante estos cinco decenios, el Instituto ha visto pasar por sus filas a grandes personalidades del mundo de la construcción; muchas de ellas han llegado a ocupar importantes cargos en el sector cementero y en la industria en general; en el gobierno; en la academia y en la investigación, aportando su experiencia y conocimientos especializados al desarrollo del sector y del mismo México.

El IMCYC es, a cincuenta años de su creación, una institución sólida, experimentada, que goza de enorme reconocimiento en el medio de la construcción nacional y extranjero. Así, por ejemplo, gracias a la realización del programa de Conferencias magistrales hemos constatado el respeto que se le tiene al Instituto por parte de los miembros de la industria de la construcción en los principales estados de la República Mexicana.

Este prestigio bien ganado, representa una gran responsabilidad para los que actualmente conformamos al IMCYC. Es por ello, que estamos empeñados en conservar lo ganado en este medio siglo y en acrecentar la participación del Instituto en apoyo a la industria y a la construcción con concreto. A todos los que nos han acompañado: ¡Muchas gracias! **C**



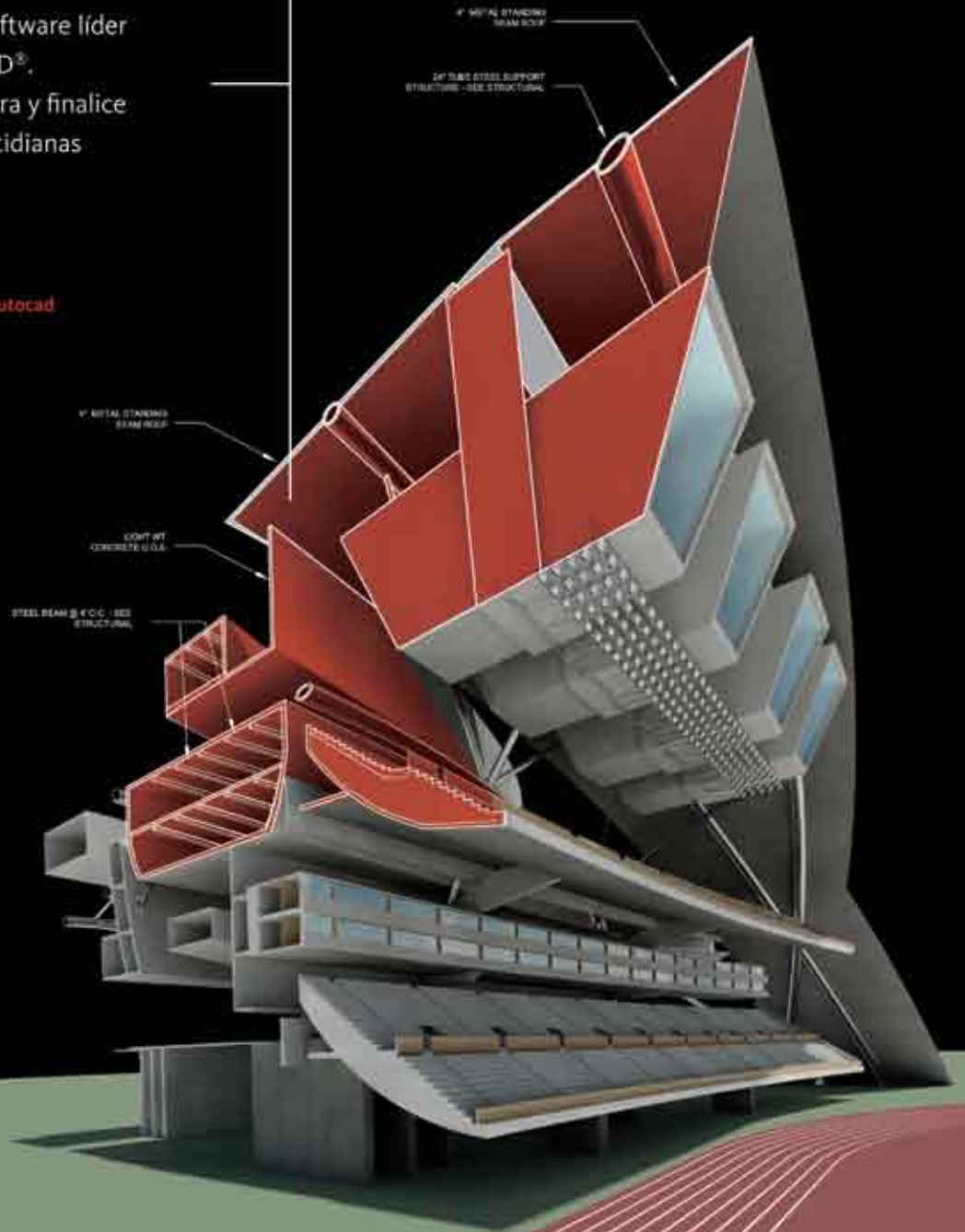
**Jorge L. Sánchez Laparade**

**EXPERIMENTE A LO QUE  
PUEDE LLEVARLO 25 AÑOS  
DE PRODUCTIVIDAD EN EL  
DISEÑO Y EL DIBUJO**

Trabaje más eficazmente utilizando las herramientas del software líder en la industria AutoCAD®. Minimice el trabajo extra y finalice las tareas de diseño cotidianas más exitosamente.

**AutoCAD® 2010**

<http://mexico.autodesk.com/autocad>



**Autodesk®**

Imágenes cortadas de Hobert, Hines, Rodden, Muehry, and Martinez

Autodesk y AutoCAD son marcas comerciales registradas o marcas comerciales de Autodesk, Inc., y sus filiales y/o afiliados en los Estados Unidos y/o en otros países. Todos los otros nombres de marcas, nombres de productos, o marcas comerciales pertenecen a sus respectivos titulares. Autodesk se reserva el derecho de alterar su oferta de productos y especificaciones en cualquier momento y sin previo aviso, y no es responsable por los errores tipográficos o gráficos que aparezcan en este documento. © 2009 Autodesk, Inc. Todos los derechos reservados.

**PORTADA** 14

**Voces y pensamientos**

Medio siglo: Dos palabras que engloban un esfuerzo entregado y continuo de personas e instancias que tienen como propósito difundir la grandeza del concreto.

Foto: A&S Photo/Graphics.



**PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES**

Concreto hidráulico para uso estructural. (Segunda parte).

79



2

**EDITORIAL**  
Estimados amigos

6

**NOTICIAS**  
Programa de certificación.

10

**POSIBILIDADES DEL CONCRETO**  
**Prefabricados:** Curado acelerado de piezas de concreto a altas temperaturas (Segunda parte).  
**Premezclados:** Nueva tecnología para aditivos de concreto. (Segunda parte).  
**Morteros:** Plantas para producir mortero premezclado seco (Segunda parte).  
**Cimbras:** Cimbras para concretos fluidos.

24

**INGENIERÍA**  
El valor F-min.

28

**TECNOLOGÍA**  
Concreto reforzado con fibras.

32

**INFRAESTRUCTURA**  
Un coloso energético.

36

**SUSTENTABILIDAD**  
Una lucha constante.



64

**RECuento**  
Gradas prefabricadas pretensadas para el Estadio Azteca

**SUSTENTO**  
Asediado por la vocación  
Proveedor de ensayos de aptitud.



## INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.

### CONSEJO DIRECTIVO

#### Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

#### Vicepresidentes

Ing. Guillermo García Anaya  
Ing. Héctor Velázquez Garza  
Ing. Daniel Méndez de la Peña  
Ing. Pedro Carranza Andresen  
Lic. Antoine Zenone

#### Tesorero

Arq. Ricardo Pérez Schulz

#### Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

#### Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

#### Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

#### Gerencia de Difusión y Publicaciones

Lic. Abel Campos Padilla

#### Gerencia de Enseñanza

Ing. Donato Figueroa Gallo

#### Gerencia de Relaciones Internacionales y Eventos Especiales

Lic. Soledad Moliné Venanzi

#### Gerencia de Promoción y Comercialización

Lic. Gerardo Álvarez Ramírez

#### Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

## CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

### REVISTA

#### Editor

Lic. Abel Campos Padilla  
acampos@mail.imcyc.com

#### Coordinación General

Mtra. en H. Yolanda Bravo Saldaña  
ybravo@mail.imcyc.com

#### Arte y Diseño

ESTUDIO IMAGEN Y LETRA  
David Román Cerón, Inés López  
Martínez e Isaís González

#### Colaboradores

Greta Arcila, Julieta Boy Oaxaca,  
Gabriela Célis Navarro, Fernando  
González, Gregorio B. Mendoza, Victoria  
Orlaineta, Ana Laura Salvador

#### Fotografía

A&S Photo/Graphics, Roberto Cárdenas  
Cabello, Luis Gordo, Adán Gutiérrez,  
Juan Antonio López, Luis Méndez y  
Rigoberto Moreno

#### Publicidad

Lic. Gerardo Álvarez  
Tel. (01 55) 53 22 57 44  
galvarez@mail.imcyc.com

Lic. Héctor Rojas  
hrojas@mail.imcyc.com

- 42 **ESPECIAL 50 AÑOS**  
Un festejo lleno de trabajo.
- 46 **QUIÉN Y DÓNDE**  
55 años en la arquitectura.
- 52 **ESPECIAL: QUIÉN Y DÓNDE**  
Presente y futuro.
- 56 **ESPECIAL**  
La Sultana del norte  
celebra al IMCYC.
- 62 **ESPECIAL**  
Cemento y concreto.  
Investigación y desarrollo.
- 74 **SUSTENTO 50 AÑOS**  
Proveedor de ensayos  
de aptitud.
- 78 **MI OBRA EN CONCRETO**
- 84 **PUNTO DE FUGA**  
Tres íconos del 59.

### IMCYC es miembro de:

**FIP**  
Fédération Internationale  
de la Précontrainte.

**SMIE**  
Sociedad Mexicana de  
Ingeniería Estructural.

**FICEM**  
Federación Interamericana  
del Cemento.

**ONNCCE**  
Organismo Nacional de Normalización y  
Certificación de la Construcción y la Edificación.

**ANALISEC**  
Asociación Nacional de Laboratorios  
Independientes al Servicio de la Construcción.

El **IMCYC** es el Centro Capacitador  
número 2 del Instituto Panamericano  
de Carreteras.

**PTI**  
Post-Tensioning  
Institute.

**PCI**  
Precast/Prestressed  
Concrete Institute.

# Programa de Certificación

**A** fines de julio de este 2009 tuvo lugar en las instalaciones del IMCYC –auditorio y laboratorio– el Programa de Certificación ACI-IMCYC “Técnico y acabador de superficies planas de concreto” ya que el Instituto es patrocinador de certificación del American Concrete Institute. Cabe decir que el curso fue dictado por un gran especialista, don Genaro Salinas, quien es ingeniero civil del ITESM, así como profesor y examinador de varios programas de certificación del ACI, en especial el de “Técnico y acabador de superficies planas de concreto, amén de ser miembro de la ASTM y del ACI.

El objetivo de este exitoso curso fue proporcionar las bases para la certificación de acabadores de concreto experimentados, así como para corregirlos en los problemas relacionados con prácticas de campo inapropiadas. También se buscó elevar la calidad de la construcción con concreto, y preparar a la industria para una futura certificación obligatoria. Algunos de los temas que se abordaron fueron: “Tecnología básica del concreto”; “Materiales y proporcionamiento de mezclas de concreto”; “Pruebas de control de concreto”; “Herramientas de colocación y acabados”, entre otros. **C**



Fotos: Archivo IMCYC.



## Simposio Mundial en Guatemala

**E**n noviembre próximo se realizará en Guatemala, el Tercer Simposio Internacional TREMTI 2009, un foro que reunirá a más de 200 expertos de Europa, Asia, África, América y el Caribe para compartir las experiencias en las técnicas que apoyan el desarrollo sostenible y en las que utilizando cemento, cal y aglomerantes hidráulicos se logra la construcción y rehabilitación de proyectos de infraestructura minimizando los

impactos ambientales. Cabe decir que el Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala (ICCG) or-



ganiza este Simposio con el apoyo de la Federación Interamericana del Cemento FICEM-APCAC, la Asociación Mundial de Vías, PIARC, la Industria de la Cal y el ICYPIC. Se presentarán ponencias sobre: Tecnología: normativas, proyectos, maquinaria y equipos; materiales; obras de reciclado; obras de estabilizaciones, y ensayos y pruebas de laboratorio. **C**

**Para mayor información:**

**www.iccg.org.gt, o a los mails:**

**lalvarez@iccg.org.gt, xapon@iccg.org.gt.**

## Adquiere Holcim 90% de Cessa

A fines del julio se informó que Holcim adquirió el 90 por ciento de las acciones de Cementos de El Salvador (Cessa), una de las principales empresas exportadoras de ese producto en la región centroamericana. El director ejecutivo de la cementera salvadoreña, Ricardo Chávez, comentó que la transacción ayudará a fortalecer técnica y administrativamente a Cessa, al tiempo que redundará positivamente en sus clientes quienes serán los principales beneficiados al obtener un producto de primera calidad. El directivo no precisó a cuánto ascendió el monto de la operación de venta de las acciones de Cementos de El Salvador en donde Holcim comenzó a invertir desde 1998 cuando adquirió el 20 por ciento de las acciones. Sobre esta negociación Chávez dijo: "El buen posicionamiento en cuanto a eficiencia y competitividad han sido parte de los motivos que han impulsado a una gran empresa como Holcim a tener interés en Cessa, que ha logrado posicionarse como una de las principales exportadoras de cemento en Centroamérica". Cabe decir que Cessa es una compañía que comenzó a funcionar desde 1949. Tiene dos plantas de producción de cemento en las afueras de la ciudad de Metapán, a 110 km al occidente de El Salvador. **C**

**Con información de:** [www.elfinanciero.com.mx](http://www.elfinanciero.com.mx)

## Muro en el río

Está en construcción un muro de contención sobre las orillas del río Grijalva, que atraviesa la ciudad de Villahermosa, en Tabasco. El subdirector de Asistencia Técnica Operativa de Tabasco, Luis Martínez Plata, precisó que la construcción garantizará que no se vuelva a repetir la terrible inundación que tuvo lugar en el 2007. La obra tendrá un costo de 80 millones de pesos; una extensión de 6.5 kilómetros y una altura de 7.5 metros sobre el nivel del mar, así como 20 centímetros de espesor. Para principios de agosto la obra llevaba un 35 por ciento de avance. **C**

**Con información de:** [www.milenio.com](http://www.milenio.com).



Fotos: Cortesía Conagua.

## Nuevos funcionarios en el GDF

A fines de julio el Jefe de Gobierno del Distrito Federal informó de algunos cambios en su gabinete. Arturo Aispuro dejó la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda; en su lugar quedó Felipe Leal. Jorge Arganis dejó la Secretaría de Obras y Servicios, quedando en su lugar Fernando Aboitiz. Axel Didriksson dejó la Secretaría de Educación Media y Superior y quedó en su lugar Mario Carrillo. La nueva Dirección del Programa de Adultos Mayores, que estaba bajo la responsabilidad de Elsa Beytes, ahora quedó en manos de Rosa Isela Rodríguez. Carlos Mariscal Magdaleno, quien estaba en la dirección de Proyectos Estratégicos de la Secretaría de Obras, ahora se hace cargo de Patrimonio Inmobiliario. **C**

**Con información de:** [www.cronica.com.mx](http://www.cronica.com.mx)



Felipe Leal

Foto: A&S Photo/Graphics.

## Geo a la alza

**D**urante el segundo trimestre del 2009, la desarrolladora de vivienda popular Geo tuvo un incremento en sus ingresos, flujo operativo y utilidad neta de 8.0%, 4.8% y 6.1%, contrario a lo sucedido en el mismo periodo, durante el 2008. Corporación Geo vendió 14,357 unidades en este trimestre, 10.4% más respecto a las 13,010 unidades vendidas el año pasado, lo que representó ingresos por 4,985.9 millones de pesos, es decir, un 8% más. Este incremento en unidades se dio por el hecho de que la empresa se enfocó en concentrar vivienda en la base de la pirámide, acompañada de estrategias comerciales y operativas diferenciadas que han demostrado su éxito, indica la compañía en su informe. Asimismo, los ingresos generados por la venta de 21 terrenos y propiedades de uso comercial, alcanzaron una ganancia de \$75.8 millones de pesos en el segundo trimestre.



Foto: www.usg.com.mx.

Este desempeño exitoso tiene que ver con los cambios realizados en la estructura hipotecaria de Infonavit y Fovissste; principalmente con la introducción de nuevos programas, como el Infonavit-Total, cambios de reglas de subsidios con Hipoteca verde, así como el incremento en el nivel crediticio para los trabajadores al servicio del Estado en un 25% **C**

Con información de: [www.milenio.com](http://www.milenio.com)

## Urbi en León

**C**on el desarrollo de vivienda económica y de interés social, Urbi pone en marcha la operación de su Unidad Estratégica de Negocios (UEN) en León, Guanajuato, sumando esta entidad al programa de expansión geográfica a través del esquema Socio Concesionario Director de Plaza y Socio Inmobiliario. Urbi atenderá los segmentos de menores ingresos de la zona con el desarrollo de más de 5,300 viviendas durante los próximos 4 años.

Gustavo Robles, Socio Concesionario Director de Plaza Urbi en León señaló: "Actualmente se cuenta con una demanda de más de 37 mil viviendas no atendidas en los segmentos de vivienda económica, y esto sumado a las oportunidades de atender al derechohabiente de Infonavit de la industria de servicios y turismo de negocios además de la manufactura, nos da la confianza para que Urbi sea la mejor oferta de vivienda en la región". Cabe decir que Urbi es líder en el desarrollo de vivienda

en México y el mayor promotor en una de las regiones de más alto crecimiento, la zona norte. Tiene una presencia creciente en las principales zonas metropolitanas del país. En más de 27 años de operaciones ha desarrollado más de 300,000 viviendas, siempre llevando a cabo sus procesos de negocio con un desempeño financiero sobresaliente, ubicándose como una de las empresas más rentables del sector. **C**

Con información de: [www.libertad.com.mx](http://www.libertad.com.mx)



## Nuevo centro de convenciones

**E**stá a punto de ser concluido el nuevo Centro de Convenciones de San Luis Potosí que tendrá capacidad para 8,725 personas. Se dice que el recinto estará listo para la tercera semana de septiembre del 2009. Se ubica al Sur-Poniente de la capital del estado. Tiene una extensión de 45,000 metros cuadrados: 5,000 para congresos o reuniones, 10,000 para exposiciones y ferias. El espacio restante está planeado para áreas de servicios como restaurante, patio de maniobras, torre corporativa, baños y bar. Los materiales constructivos son mixtos pues cuenta con castillos de concreto armado y estructura metálica. También cuenta con muros de contención hechos con piedra de corte, muros de tabique rojo recocido y acabados en aluminio. **C**

Con información de [www.cnnexpansion.com](http://www.cnnexpansion.com)





## Premian a arquitecto mexicano

**R**ecientemente, el arquitecto Juan Carlos Baumgartner recibió el premio MIPIM Architectural Review Future Projects Awards, que se otorga a proyectos en proceso aún no construidos, por la obra Torre Efizia, siendo el primer proyecto mexicano en recibir un premio de este nivel. El premio –que se divide en ocho categorías– reconoce la creatividad de los proyectos y se ha convertido en una muestra de los mejor de la arquitectura a nivel mundial.

El proyecto Torre Efizia, fue seleccionado como uno de los tres mejores proyectos del 2009 en la categoría *Tall buildings*, entre 35 proyectos finalistas de todo el mundo. Otros participantes en esta justa fueron Asymptote, Daniel Libeskind, Kohn Pedersen, Fox y Foster+Partners.

Teniendo como marco uno de los congresos inmobiliarios más importantes del mundo: el International Property Market, que reúne a más de 30 mil personas de todas partes del mundo, principalmente de Asia, Europa y Medio Oriente, Baumgartner, participó en una mesa redonda organizada por el crítico Paul Finch, organizador del World Architecture Festival. En esta mesa redonda, se involucraron a todos los finalistas de la categoría. El tema desarrollado giró en torno a cómo el diseño realizado por cada una de estas firmas está influyendo en los conceptos de diseño para realizar *Tall buildings* en el mundo. Cabe decir que Space –firma que comanda Baumgartner– se caracteriza por proponer soluciones sustentables. **C**

**Con información de: Difusión Integral de Arquitectura.**

## Calendario de actividades

(Septiembre-octubre del 2009)

**Nombre: Reunión Nacional de Energía 2009.**

**Lugar:** Centro de Convenciones Expo Tampico, Tamaulipas.

**Fecha:** 9 al 11 de septiembre de 2009.

**Organiza:** CMIC/Pemex.

**Página web:** [www.cmic.org.mx](http://www.cmic.org.mx) ↗

**Nombre: Sexto Simposio Nacional Sobre Ingeniería Estructural en la Vivienda.**

**Lugar:** Hotel Real de Minas, Guanajuato, Gto.

**Fechas:** 1, 2 y 3 de octubre.

**Correo electrónico:** [smie1@prodigy.net.mx](mailto:smie1@prodigy.net.mx)

**Teléf.** 56 65 97 84 (Lic. Ana María Nasser).

**Página web:**

**Nombre: 13° Expo Construcción Coatzacoalcos 2009.**

**Lugar:** Centro de Convenciones de Coatzacoalcos, Ver.

**Fechas:** 1, 2 y 3 de octubre de 2009.

**Organiza:** CMIC Delegación Regional.

**Teléf.:** 01 921 21 27 383 ext. 107

(Lic. José Julián Freyre).

**Correo electrónico:**

[comunicación@cmiccoatzaco.org](mailto:comunicación@cmiccoatzaco.org);

[expo.negocios@gmail.com](mailto:expo.negocios@gmail.com)

**Página web:** [www.cmiccoatzaco.org](http://www.cmiccoatzaco.org). ↗

**Nombre: Expo CIHAC.**

**Lugar:** Centro Banamex, Ciudad de México.

**Fechas:** 14 al 17 de octubre de 2009.

**Página web:** [www.expoCIHAC.com.mx](http://www.expoCIHAC.com.mx) y [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com) ↗

**Nombre: Ciclo Internacional de Conferencias FIC 09.**

**Lugar:** Centro Banamex, Ciudad de México.

**Organiza:** Expo CIHAC.

**Fechas:** 14, 15 y 16 de octubre de 2009.

**Correo electrónico:** [bmolina@mail.imcyc.com](mailto:bmolina@mail.imcyc.com) (Blanca Molina Pineda).

**Teléf.** 53 22 57 40 ext. 230.

**Página web:** [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com) ↗

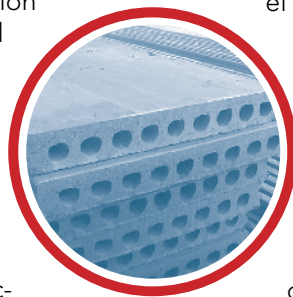
PREFABRICADOS

## Curado acelerado de piezas de concreto a altas temperaturas 2<sup>da</sup> parte.

**E**l curado a elevadas temperaturas da como resultado resistencias iniciales más elevadas, de modo que gracias al desarrollo acelerado de los hidratos de silicato de calcio se puede comprobar la resistencia a compresión del concreto transcurridas 3,5 horas desde el mezclado. De todas formas, existe una desventaja que se traduce en una resistencia a largo plazo generalmente inferior con temperaturas ambiente normales dado que los productos de hidratación se desarrollan uniformemente dentro de la matriz de la pasta de cemento. Por el contrario, con temperaturas más elevadas, los productos de hidratación que se forman rápidamente; envuelven a las partículas de cemento sin hidratar. En consecuencia, existen menos partículas de cemento para la hidratación en curso. A largo plazo, se reduce el número de productos de hidratación y con ello la resistencia a largo plazo.

Diversos métodos del curado térmico tienen diferentes efectos en las propiedades de los prefabricados de concreto. Se ha estudiado el efecto del curado con vapor de agua en la durabilidad de los prefabricados de concreto llegando a la conclusión de que con este método, gracias a la formación de poros con un diámetro grande, se obtiene una permeabilidad relativamente alta. Con la resistencia reducida ante la penetración de sustancias agresivas que ello conlleva, pueden surgir problemas con la durabilidad. Por el contrario, en otro estudio, empleando microondas se observó una reducción de la permeabilidad.

En estudios experimentales, empleando temperaturas más elevadas durante el curado, se calculó una reducción de las deformaciones por contracción y fluencia del 30% y del 50%, respectivamente. A su vez, con piezas pretensadas se detectaron pérdidas menores de la fuerza de pretensado de



hasta un 40%, lo que está relacionado con el rápido desarrollo del hidrato de silicato de calcio.

En la producción de cemento al clinker se le añade una pequeña cantidad de yeso. Los sulfatos del yeso retrasan la reacción de hidratación impidiendo que el cemento se endurezca momentáneamente al añadir agua. El sulfato de calcio y el aluminato de calcio —componentes del cemento Portland—, reaccionan entre sí formando etringita, relacionada con un aumento del volumen. Por regla general esto afecta al concreto fresco durante las fases de asentamiento, de modo que el aumento de volumen no origina ningún daño. Por el contrario, si con el curado a altas temperaturas se origina un retraso en la formación de etringita, ello puede provocar daños en el concreto. La formación de etringita tiene lugar a temperaturas de hasta 65°C. Pero si durante el curado del concreto la temperatura aumenta por encima de este valor, la etringita se vuelve inestable y se disuelve. Con el enfriamiento al final del curado térmico se vuelve a formar la etringita, estando el concreto en este caso ya endurecido. Con el aumento del volumen mencionado anteriormente se pueden formar fisuras, lo que puede afectar negativamente en la durabilidad y aspecto de los prefabricados.

### Métodos del curado con temperaturas elevadas

**Vapor de agua:** De los métodos de curado que se mencionan, el empleo de vapor de agua es el más utilizado en la industria de los prefabricados. El vapor de agua no sólo es una fuente de calor efectiva, sino que pone a disposición la humedad necesaria para la hidratación. Antes de comenzar a aplicar vapor de agua debe tener lugar la fase de asentamiento, ya que con una aplicación demasiado temprana de calor se puede echar a perder el desarrollo de la resistencia. Durante el proceso de curado las piezas de concreto se colocan en una cámara en la que se introduce vapor de agua a presión atmosférica. Con el fin de conseguir temperaturas de curados mayores, el vapor de agua se puede introducir a presión en cámaras selladas. Este tipo de cámaras se denominan autoclaves. Cuando la aplicación de calor procede de un solo lado, en la pieza se pueden generar gradientes de temperatura que favorezcan la formación de fisuras microscópicas. ©

**Referencia:** Nicholas Burmeister, University of Cape Town, Sudáfrica. *PHI Planta de Concreto Internacional*, no. 5, 2008.

# Nueva tecnología para aditivos de concreto

2<sup>da</sup> parte.

**S**on varios los efectos que han contribuido de forma sensible al lento proceso de implantación de una nueva tecnología para aditivos:

1. Diferencia sensible en el manejo de los aditivos respecto a los comúnmente utilizados (lignosulfonatos, melaminas, naftalenos). Normalmente se achaca a los aditivos formulados en base a este tipo de polímeros la dificultad que existe en controlar el revenimiento de trabajo del concreto fabricado con ellos. Y es cierto, pues debido a su elevado poder de dispersión y a su extraordinaria capacidad para reducir agua, al mezclar el concreto con una cantidad de agua similar a la que se utilizaría con otro tipo de producto, el revenimiento obtenido es muy superior al esperado. Sin embargo, esta peculiaridad que se utiliza como argumento en contra, se torna en ventaja si consideráramos que reduciendo la cantidad de agua de mezclado se puede obtener el revenimiento de trabajo deseado y además garantizar resistencias más elevadas, lo que redundaría en una mayor calidad del concreto fabricado con este tipo de productos.

2. Diferencias importantes en el precio de los policarboxilatos en comparación con los polímeros antes mencionados. Es normal que los precios de estos polímeros sintéticos sean superiores al de los lignosulfonatos, ya que éstos son subproductos industriales de otro proceso (la obtención de pasta de papel), y los policarboxilatos se obtienen por reacción química de ácidos orgánicos y éteres acrílicos. Al tratarse de compuestos químicos derivados del petróleo, están sujetos a los vaivenes del precio de un mercado que normalmente está a la alza. Argumentar que no se justifica un precio elevado porque los costos del concreto se elevarían y no se podría hacer rentable ese sobre costo, es una "excusa de mal pagador". Cualquier innovación que represente el poder fabricar un concreto de mayor calidad,



con las consiguientes ventajas para el sector, se hace rentable por sí mismo.

3. Usos y costumbres del usuario final ya que, es práctica habitual en el sector emplear tiempos de mezclado del concreto muy cortos, ya sea en el camión revolvedora o mezcladora, así como verificar el revenimiento de dicho concreto con el "reloj" (manómetro) que todos los dispositivos de mezclado llevan. Por encima de un valor determinado significa que el concreto "va duro" y por tanto hay que arreglarlo (añadir agua) perjudicando las resistencias del mismo. Los aditivos formulados en base a policarboxilatos, proporcionan un concreto más homogéneo y compacto, pero a la vez más viscoso que un aditivo convencional. Asimismo, necesitan un tiempo de mezclado superior al usual para desarrollar sus propiedades. Este doble efecto hace que estos concretos sobrepasen con creces ese valor de referencia en el manómetro, con lo que la tentación de añadir agua es inevitable. Nuevamente, lo que en primera instancia se percibe como un inconveniente, se torna en una ventaja si pensamos que al añadir un exceso de agua a este tipo de concretos provocaremos que el teórico revenimiento 10 se convierta en un revenimiento 18-20. Si se observa este efecto en nuestro concreto, es señal evidente de que alguien ha hecho algo que no debería, con lo que estamos añadiendo una prueba extra al control de calidad del concreto que estamos fabricando.

4. Ausencia de un marco normativo (en el caso del concreto autocompactante). La aplicación estrella de los aditivos base policarboxilato es la fabricación del concreto autocompactante. Las ventajas del autocompactante respecto al convencional son incuestionables. Disponer de un concreto de una fluidez muy alta, que fluye exclusivamente por el efecto de su propio peso, que no necesita ser vibrado para su correcta colocación y que presenta unas resistencias mecánicas elevadas, es una herramienta perfecta que permite una ejecución de obra más "limpia", rápida, y a pesar del precio, más rentable. Como ha ocurrido con otras innovaciones, la ausencia de un marco normativo claro ha frenado la rápida implantación de estos concretos. ©

**Referencia:** Luz Granizo Fernández, Directora del Departamento I+D, SIKA, SA, y Jorge Peris Fonollosa, Presidente de ANFAH, en *Cemento Hormigón*, España, Número extraordinario 922, 2008.

MORTEROS

## Plantas para producir mortero premezclado seco

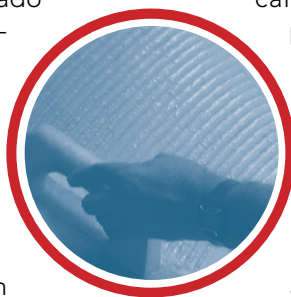
2<sup>da</sup> parte.

**H**ay varios tipos de plantas de mezclado. Dependiendo del arreglo de la planta se puede hacer una distinción entre: plantas de mezclado compactas; plantas de mezclado en línea; combinación de plantas de mezclado en línea y de torres ("plantas satélite") y las plantas de torre para mezclado simple.

### Plantas de mezclado compactas

Están diseñadas para pequeños volúmenes de producción (usualmente para elaborar productos ensacados) y son adecuadas para operación manual o semiautomática, así como también para una operación completamente automática. La baja altura total significa que las plantas de este tipo pueden ser integradas sin ninguna dificultad en las áreas de almacenamiento existentes con pisos de concreto, con lo que se limita el costo de capital a la planta misma y de la estructura de acero para montarla.

Los silos para transporte comercialmente disponibles con volúmenes de 20 m<sup>3</sup> normalmente se usan como los silos de almacenamiento de materias primas hasta 6 componentes mayores diferentes (agregados aglomerantes previamente fraccionados). Los silos se llenan neumáticamente por medio de tanques carreteros y por lo tanto, están diseñados para operar a presiones de por lo menos 1 bar. Las materias primas son alimentadas desde los silos, en dosificaciones, a través de tolvas intermedias operadas por grúas y manualmente llenadas directamente dentro de la mezcladora (operación semiautomática), o son entregadas continuamente por transportadoras inclinadas, con cuadrillas de dosificación en una tolva de pesado localizada por encima de la mezcladora que está diseñada para contener una tanda completa de mezclado (operación que es completamente automática).



Con este tipo de planta, los aditivos y los pigmentos usualmente se pesan manualmente y se suministrarán a la mezcladora por medio de una alimentadora manual.

Después de la entrada de todos los componentes dosificados, la materia prima es vaciada directamente dentro de la mezcladora. Cuando ha transcurrido el tiempo de mezclado especificado, la mezcladora se vacía gravimétricamente dentro de la tolva de descarga. Dependiendo del arreglo y el diseño detallado, el material es posteriormente alimentado a la máquina de mezclado por una válvula rotatoria y en una banda transportadora se vacía gravimétricamente dentro de la tolva de descarga que puede contener el volumen completo de llenado de la mezcladora. El material premezclado final de la tolva de descarga va directamente al sistema de carga en bulto.

Alternativamente, u opcionalmente, el material, dependiendo del arreglo y el detalle de diseño, puede ser transferido a una máquina de empaquetado o a una estación de llenado a los silos de productos premezclados. Con este tipo de planta el tiempo del ciclo es de aproximadamente 240 segundos; dando 15 dosificaciones por hora. La capacidad máxima de producción de la planta, es por lo tanto, de 6.75 m<sup>3</sup> /h, para una mezcladora con un volumen de llenado de 450 l, y de 33 m<sup>3</sup> /h, para una mezcladora con un volumen de llenado de 220 l.

### Planta de mezclado en línea con transportadora mecánica

La báscula está provista de agregados, aglomerantes y aditivos. Sin embargo, después de que se han completado la dosificación y el pesado, el contenido de la báscula es transportado por una válvula giratoria y el elevador de cucharón a una tolva de alimentación colocada por encima de la mezcladora, desde la cual se vacía gravimétricamente en la mezcladora como un lote. El uso de un elevador de cucharón significa que es esencial una limpieza meticulosa antes de cualquier cambio de producto debido al material residual. El diseño de la planta, por lo tanto, puede recomendarse únicamente si tiene lugar un cambio de producto. ©

**Referencia:** ZKG International, vol. 61., no. 9, 2008.

## Cimbras para concretos fluidos

Los elementos estructurales de concreto son cada vez más delgados y el grado de refuerzo se está incrementando. La pregunta frecuente es ¿qué hacer para que el concreto llegue hasta allí tan bien cuando se ha colado? Los concretos autocompactantes se prestan en este caso. Las ventajas son obvias: pueden fluir hasta los espacios más pequeños y llenar la cimbra completamente. Esto hace necesario que la cimbra quede herméticamente sellada e influye en la tecnología de las cimbras.

**Cimbras para marcos:** Los expertos estiman que sirven como el sistema de marcos en aproximadamente 70% de todos los muros de concreto colados en la obra. Sin embargo, será el sistema el que dicte la presión máxima aceptable del concreto fresco y las posiciones de los puntos de anclaje. Las cimbras para marcos pueden ser divididas en tres grupos: cimbras manuales, para usarse predominantemente en cimientos; aceptan una presión del concreto fresco de aproximadamente 40 kN/m<sup>2</sup>, adecuada para este propósito. Las cimbras para marcos moderadamente pesados pueden disipar confiablemente las cargas de concreto coladas de hasta 60 kN/m<sup>2</sup>. Las cimbras para marcos pesados requieren de una grúa para levantarlos y su uso está más extendido en la mayoría de las edificaciones en la obra. Dependiendo del fabricante, pueden usarse junto con sistemas de anclaje con un diámetro de 15.0 mm (90 kN), u opcionalmente 20.0 mm (150 kN) para presiones de concreto fresco de hasta 80 kN/m<sup>2</sup>. Estas cimbras de marco están idealmente adaptadas para los nuevos concretos de flujo libre con sus presiones de concreto fresco más altas. Los puntos de anclaje son de material y mano de obra intensiva. Como regla general, la prioridad es reducir los anclajes al mínimo. Esto es importante para aplicaciones a prueba de agua. El espaciamiento de anclas más grande en elementos de cimbra con un ancho de 1.35 m ahorra aproximadamente 12% de puntos



de anclaje en comparación de elementos de 1.20 m en ancho; por lo tanto hacen una contribución significativa a la economía. El fabricante debe diseñar la cimbra de acuerdo con ello.

**Cimbras para traves:** Está construida de una rejilla de elementos hecha con traves individuales y largueros, y revestida de paneles de cimbras. Las cimbras para traves pueden adaptarse a cualquier presión de concreto fresco esperada a través del tipo y espaciamiento de largueros, así como a la posición y número de puntos de anclaje. Una cimbra de 6 m de alto puede ser diseñada para una presión hidrostática del concreto fresco de 150 kN/m<sup>2</sup>. Teóricamente, también es concebible el uso de una cimbra para marcos con elementos estándar muy angostos. Sin embargo, es preferible la cimbra de traves a fin de hacer que funcione con el número mínimo de puntos de anclaje posibles.

**Presión del concreto fresco:** En una cimbra de 3.30 m de alto, con una velocidad de elevación de 1.50 m/h y un concreto convencionalmente vibrado, la presión del concreto fresco es de aproximadamente 40 kN/m<sup>2</sup>. En comparación con esto, los concretos autocompactantes pueden ser dimensionados hidrostáticamente. Como resultado, la presión del concreto fresco se duplica aproximadamente a 80 kN/m<sup>2</sup> en la situación descrita arriba. En cuanto a la tecnología de las cimbras, esto significa que es imperativo tomar en cuenta la presión del concreto fresco en la cimbra.

Las pruebas de construcción en la obra usando celdas de presión muestran que en el caso de concreto de flujo libre, el método de colado de concreto tiene un efecto significativo en la presión del concreto fresco. El bombeo por debajo, a través de un elemento de llenado apropiado, crea virtualmente presiones hidrostáticas. El llenado desde arriba permite que la presión del concreto fresco sea controlada por la velocidad del colado del concreto. En cualquier caso, las velocidades de colado de concreto extremadamente altas, tales como aquellas que pueden ocurrir en el caso de una cimbra para columna o secciones cortas de muros, también pueden llevar a presiones altas casi hidrostáticas. **C**

**Referencia:** Uwe Adlunger, [www.doka.com](http://www.doka.com), Opus C, 6, 2008.

# Voces y pensamientos



En este artículo presentamos, por un lado, los pensamientos que de manera directa, nos enviaron personalidades del sector. Por otro, algunas anécdotas recopiladas de diversas fuentes, en especial de la revista del IMCYC cuyos orígenes datan de 1963.

## VOCES DIRECTAS (en orden alfabético)

### José Calavera

Presidente honorario del Instituto Técnico de Materiales y Construcciones de España

El IMCYC cumple 50 años. Me enteré cuando asistí –invitado por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural– al XVI Congreso Nacional celebrado en Veracruz en noviembre del 2008. Cincuenta años es una antigüedad importante para cualquier Institución. El IMCYC desde su fundación vio pronto y largo. El primer acierto es haber unido los mundos del cemento y del concreto; dos mundos que habitualmente andan por caminos separados. El segundo acierto es, desde el primer momento, haber apostado por la formación no sólo a través de sus cursos, sino también a través de sus publicaciones. Todo lo que no es formación, no es auténtico. Y sólo lo auténtico perdura.

¡Enhorabuena por los 50 años!



### Enrique Escalante

PREDECON

Recuerdo que en los libros de apoyo del IMCYC había información valiosa (traducciones, por ejemplo), de gente como el arq. Heraclio Esqueda, quien fuera director general del IMCYC, a quien tuve el gusto de conocer en la ANNIPAC

posteriormente. No existían muchos libros en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán y el acervo del IMCYC me sirvió para generar mi tesis profesional. Recuerdo que en el



*“ Recuerdo que en los libros de apoyo del IMCYC había información valiosa ”*

## Fachadas del IMCYC a través del tiempo



1959



1989



2009

El 23 de septiembre de 1959 fue fundado el IMCYC.

momento de hacer mi monografía con el tema de productos de concreto, nunca pasó por mi mente que años estaría no sólo ligado al material sino que iba a ser la manufactura de Productos Prefabricados de Concreto (PREDECON).

## José Miguel Guevara Torres

CONAGUA

La Coordinación General de los Proyectos de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento del Valle de México de la CONAGUA reconoce la labor que ha realizado el IMCYC durante sus 50 años de existencia al agrupar a las empresas más prestigiadas del ramo. Destacamos la representatividad que el Instituto ha tenido ante los sectores público y privado, para impulsar esta actividad industrial que genera un importante número de empleos y beneficios económicos para el país.



## ANECDOTARIO

**E**l primer director del IMCYC fue Juan Manuel Hallivis. Es a través de su hijo Manuel Hallivis, y de la señora María de la

Paz Romero de Guevara, quien fuera la primera jefa de Relaciones Públicas, que obtuvimos información tanto del primer director ejecutivo, como del IMCYC de los años sesenta. Al respecto, nos cuenta la señora Romero, quien laboró en el IMCYC entre 1966 y 1970: "El papá de don Ignacio Soto –primer presidente del IMCYC– fue uno de los que tuvo la idea de crear un Instituto. La idea fue 'cuajada' también por el lic. Hallivis". Al respecto, cabe decir que fue a iniciativa de las empresas miembros de la Canacem, que se funda el IMCYC.

"En un primer momento sé que estuvieron en otro sitio; luego se cambiaron a Insurgentes 1846. Yo llegué en agosto de 1966. Me encargaba de dar a conocer el IMCYC en los medios de la época. Hacía gacetillas para periódicos; sobre todo para los diarios locales cuando los ingenieros iban a dar conferencias a otras ciudades. Recuerdo que el sr. Hallivis viajó por muchas parte del mundo creando importantes lazos que dieron frutos. Bajo su dirección, se organizó el primer simposio del concreto premezclado. Fue una época en que a través de importantes actividades, venían personajes de diversas partes del mundo con lo cual se dio a conocer a manera internacional el IMCYC.

En las "Palabras del presidente" de la *Revista IMCYC 35*, de 1968 se lee: "Hoy me toca anunciar que nuestro buen amigo y apreciable director ejecutivo, sr. lic. Juan Manuel Hallivis, se retira de servir activamente a nuestro Instituto desde su fundación, cuando la industria representada por mí, le dio la encomienda de echar a caminar lo que hasta ese momento había sido sólo una idea. Al lamentar que el lic. Hallivis nos abandone, quien fue indudablemente factor principal en el



## Ken Hanssen

**Ex presidente Portland Cement Association**

While with the Portland Cement Association, I was working with Donato Figueroa on building a roller compacted concrete pavement (RCC) test section at the toll booths in Mexico City for the toll road to Cuernavaca. While Donato was driving us there, we had an auto accident, a fender bender. Although we were not hurt, it shows you should not have an IMCYC engineer drive you anywhere in Mexico City. During my PCA period I agreed to give two day-long seminars on RCC dams in Mexico City and also Chihuahua. At the one in Mexico City, I had very good professional interpreters, but not so experienced ones in Chihuahua. In the afternoon session in Mexico City, I decided to tell a joke. Those who understood english laughed right away. Then, others laughed later after the joke was translated. In Chihuahua, no one laughed. The joke was lost in translation.

## Bernardo Hinojosa

**Arquiplan**

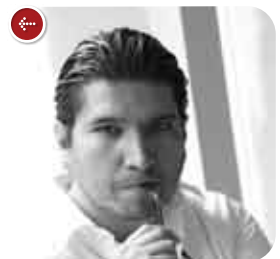
Me llamó la atención que, sin haber hecho ningún trámite, me hablaron de la *Revista IIC –L' industria italiana de Cemento–* (publicación del Instituto Italiano del Cemento y del Concreto), que tiene difusión en toda la Unión Europea, pidiéndome que le enviara datos técnicos de mi edificio para la Rectoría de la Universidad de Monterrey, el cual fue publicado como Artículo de Portada. Ellos se enteraron de mi obra a través de *Construcción y Tecnología* en donde anteriormente había sido publicada, lo que da idea de la penetración que tienen a nivel mundial.



## Raúl Huitrón Riquelme

**Biomah**

El cemento y el concreto han sido reveladores de la transformación del concepto al edificio, del pensamiento convencido de su próxima existencia para convertirse en parte de nuestra historia. Una cálida felicitación a quienes han mostrado continuamente los resultados asertivos de la arquitectura mexicana que pretende permanecer: IMCYC y la revista *Construcción y Tecnología*, binomio comprometido con estas premisas.





## Juan José Howland

Ministerio de la Construcción de Cuba

Mis relaciones con el IMCYC iniciaron en 1971, cuando cursaba la carrera de Ingeniería Civil en La Habana. En una búsqueda de información para dar respuesta a una tarea docente para la asignatura "Tecnología del hormigón", me encontré por primera vez con la revista del IMCYC, en el entonces Centro de Información de la Construcción ubicado, en la antigua Sociedad de Ingeniería Civil, en La Habana. Fue amor a primera vista. Había ido a buscar una solución a una tarea docente que me ocuparía no más de 1 hora y estuve más de 6 horas revisando toda la colección de las revistas del IMCYC existentes en la biblioteca.

Una vez graduado, cuando comprendí en toda su magnitud la grandeza del más importante material de construcción, de este increíble material que es el concreto, y decidí finalmente convertirme en un especialista en su tecnología, se fortaleció entonces mi relación con el IMCYC a través de cartas mediante el correo ordinario. Recuerdo que siempre recibí de esta querida institución, una respuesta inmediata, amable, cordial, oportuna y eficiente a todas mis solicitudes.

En 1994 gracias a las relaciones entre El Colegio de Ingenieros de México y la Unión Nacional de Arquitectos e Ingenieros de Cuba (UNAICC), participé en la primera versión de The World Of Concrete in Latin America, junto al Tercer Congreso Nacional del Concreto de México. En ese entonces la Dirección del IMCYC me dio todas las facilidades para participar como único delegado cubano y ponente invitado a esos eventos. Asimismo, al IMCYC le ofrecí la primera versión de mi libro *Tecnología del hormigonado*; entonces probaba suerte con un texto que me había tomado cinco años en escribir a partir de mi experiencia de campo, pero con tan mala suerte, que de ninguna manera podía competir con la edición al español que el IMCYC preparaba entonces del magnífico libro de Adam Neville *Tecnología del Hormigón*.

En noviembre de 1996 tuve el honor de ser invitado por el Presidente del IMCYC, Luis Martínez Argüello, a participar como conferencista del curso internacional "Durabilidad, patología y reparación de las estructuras de concreto", junto a personalidades como José Calavera y Manuel Fernández Cánovas de España; Mohan Malhotra, de Canadá; Bryan Matter, de los Estados Unidos, y Paulo Helene de Brasil y Raymundo Rivera Villareal de México. Tuve la dicha de que a mi conferencia sobre la influencia de la Tecnología del hormigonado en la durabilidad de las estructuras de hormigón armado, asistiera Bryan Matter. Sus opiniones y recomendaciones fueron tan oportunas y brillantes, que marcaron el derrotero de mis futuras investigaciones.



crecimiento del IMCYC, siento al mismo tiempo el júbilo de constatar que si nos deja es para hacerse cargo de una importante función en empresas dedicadas a la industria del cemento". Aprovecha en esa ocasión para anunciar que el ing. Carlos Mendoza sería designado subdirector del Instituto y encargado de los asuntos del despacho de la dirección.

### Un gran personaje

Don Óscar González Cuevas está presente en el IMCYC desde sus inicios; allá cuando el ingeniero Ignacio Soto fuera primero presidente de la CANACEM y posteriormente, primer presidente de la institución. De esa primera etapa, el ing. González Cuevas nos contó que: "el ingeniero Soto tenía la intención de hacer de este Instituto algo muy parecido a lo que era la PCA que ya entonces había adquirido mucho prestigio".

Como testigo de la evolución del cemento y del concreto, don Óscar recuerda que en aquellos tiempos le llamaba la atención lo que se hacía en el terreno del concreto presforzado. "Cuando nació el IMCYC también se instalaron las primeras plantas de concreto presforzado y prefabricado. Recuerdo a PREMESA, que era propiedad del grupo ICA (Ingenieros Civiles Asociados), como una de las más importantes". Asimismo, González Cuevas y unas cuantas personas más, participaron del trabajo editorial del IMCYC a través de publicaciones que se imprimían por el rumbo de la colonia Industrial Vallejo. Este trabajo lo efectuó durante los cuatro años que permaneció al interior del Instituto, labor que combinaba con la supervisión de los primeros congresos de la especialidad. Estos congresos, recuerda, "estaban diseñados para que acudieran ingenieros mexicanos; pero eran tan llamativos que asistían muchos colegas de Centro y Sudamérica, lo que hacía mucho más compleja su organización".

### Testigo del acontecer

El ing. Víctor Pavón hoy está retirado de su carrera; sin embargo, sigue generando libros de gran ayuda



para las generaciones presentes y futuras. Es testigo, y lo reconoce, del enorme prestigio del IMCYC en Centro y Sudamérica. "Fui muchas veces a dar cursos en su representación. Una vez, en un seminario al que había asistido como ponente, me di cuenta de la gran cantidad de libros editados por el Instituto que se vendían, y es por eso que comenté en tono de broma que en lugar de dar conferencias deberíamos vender libros". En noviembre de 1989 el ACI lo reconoce como uno de sus miembros por sus importantes contribuciones.

**Un maestro que recuerda a otro**



Gabriel Moreno Pecero no esconde su gran amor por la ingeniería y el reconocimiento que merecen quienes lo antecedieron en la labor catedrática. Una anécdota pinta de cuerpo entero al gran maestro universitario, la cual, coincidentemente, incluye al ingeniero Luis García Chowell, titular de la gerencia técnica del

IMCYC: "El apellido Chowell es relevante en el mundo de la ingeniería. En el Palacio de Minería –inmueble que fue durante mucho tiempo la escuela de los ingenieros mexicanos– están inscritos los nombres de cinco personajes ilustres. Uno de ellos es el de Casimiro Chowell, un estudiante nacido en Guanajuato es originario de León, egresado del entonces Real Colegio de Minería. Chowell fue miembro de la primera generación de estudiantes de ingeniería que hubo en nuestro país (1792), y tan grande fue su talento y dedicación que años más tarde se convirtió en administrador general de la mina La Valenciana, cargo desde el que apoyó el movimiento de independencia. Hidalgo, sabedor que el joven ingeniero poseía una gran valentía y sentido de la justicia, lo colocó al frente de un regimiento de infantería formado por sus propios mineros. Tras algunas batallas libradas en contra del ejército realista, Chowell

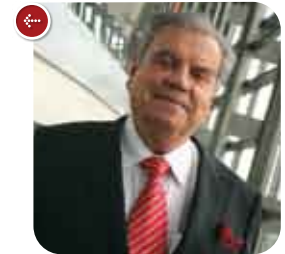


Ya como representante de Cuba ante la Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado (FIHP), organización en la que el IMCYC tuvo la primera representación de México como país, he tenido la oportunidad de visitar México en variadas ocasiones. En todos los casos he mantenido una estrecha comunicación con esta Institución que tanto aprecio. He visitado sus instalaciones y conocido a muchos de sus más destacados profesionales y directivos. Me siento orgulloso de mantener las mejores relaciones de colaboración con esta Institución que tanto ha aportado a los profesionales de la construcción de México y Latinoamérica.

**Jorge López Guitrón**

**Director general ODESA**

El IMCYC siempre ha tenido respuesta para los problemas técnicos que surgen a diario para los que trabajamos principalmente en estructuras de concreto. Asimismo, el acopio de publicaciones técnicas que ha editado y que utilizamos como medio de consulta y de conocimiento, ayudan importantemente a la formación de técnicos capaces de realizar obras, buscando economía y calidad a los trabajos que se nos han encomendado.



Nuestra empresa fue comisionada tiempo atrás con poco más del 50% de la obra de estructura de concreto del Centro Banamex del DF, por lo cual, recurrimos a sus servicios para que nos auxiliaran en esta obra con el diseño de los proporcionamientos para el concreto que utilizamos, el cual tenía resistencias mayores a los 500 kg/cm<sup>2</sup>. El apoyo que nos brindó el IMCYC fue fundamental, ya que participó con nosotros desde la selección de los materiales en su sitio natural (banco de material o mina) hasta la supervisión final y pruebas de los concretos instalados en obra con la finalidad de llevar a cabo una obra 100 % segura y durable.

**José Miguel Paz**

**ASOCRETO**

En una visita a Ixtapa para asistir a un evento de la industria de concreto, como había un stand de IMCYC, me acerqué a visitarlo y a ver sus publicaciones, cuando me encontré con el representante del Instituto, al que había conocido brevemente en otra oportunidad. Me mostró las actividades y libros disponibles. Posteriormente, cuando terminó el congreso, se acercó y me obsequió varias publicaciones para nuestra organización en Colombia. Agradecí su gesto, muy de nuestro temperamento Latinoamericano. Sirvió esto para que en el

futuro formalizáramos la relación para distribuir nosotros publicaciones del IMCYC y viceversa. Su cordialidad y calidez fueron lo más importante. Sin duda, el reconocimiento internacional y la vasta trayectoria que tiene el IMCYC, es muy valorado por ASOCRETO en una relación de colaboración mutua en la divulgación de los diversos temas relacionados con el concreto. Desde hace muchos años es admirado su profesionalismo y dinamismo. Cuando se piensa en México y el concreto, el IMCYC está muy presente.



## Mario A. Peniche López

### Mario Peniche Arquitectos

Recuerdo particularmente mi primer contacto con el IMCYC siendo estudiante. Nuestra formación como primera generación de la Escuela de Arquitectura en Yucatán en 1973 tenía muchas limitaciones, sobre todo en publicaciones. Recuerdo que en ese año tuvimos contacto con el IMCYC y recibimos nuestro primer libro de texto, *Forma Color y Textura en el Concreto*, de Raúl Díaz Gómez –investigador del Instituto– publicado en 1973-1974. El libro era modesto; de hecho, estaba escrito a máquina. Con pocas fotos y croquis a mano. Pero,



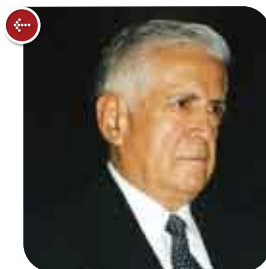
para nosotros que comenzábamos nuestra formación, fue valioso documento que nos permitió entrar en el mundo del concreto y de todas sus posibilidades. Lo guardamos como un tesoro. Lo conservo hasta hoy. También destaco el hecho de que el IMCYC se acercó a nosotros, lo cual fue muy valioso cuando uno está en etapa de formación.



## José A. Nieto Ramírez

### Ex director general del IMCYC

En mayo de 1985, estaba a punto de iniciar un año sabático como investigador de la UNAM y tenía interés en escribir un libro sobre temas relacionados con la enseñanza del concreto. Lo comenté con mi amigo Cutberto Díaz Gómez (qepd), entonces Director General del IMCYC. Me invitó a pasar el año sabático en el Instituto y me comentó que allí tendría tiempo para hacer mi libro, pues las actividades



fue capturado y ahorcado frente a la puerta de la Alhóndiga, lugar donde ahora se levanta un monumento a su memoria. Casimiro Chowell, refiere el ingeniero Moreno Pecero, fue tan destacado que un mineral descubierto en aquellos tiempos fue bautizado, en su honor, como Chowellita. “No puedo asegurarlo, pero es muy probable que este histórico personaje sea parte del árbol genealógico de Luis García Chowell”

### Una mirada distinta

El ingeniero José Gaya Prado recuerda con nostalgia los primeros suplementos informativos que editaba el IMCYC, los cuales estaban a cargo de los ingenieros Roger Díaz de Cossío, Mario Francisco Robles, el doctor Oscar González Cuevas y el doctor Casillas. Los suplementos, recuerda Gaya, “no tenían una periodicidad formal, pero eran muy útiles”. También recuerda al ing. Francisco Robles, también presente en el IMCYC en sus primeros años, quien además, trabajaba para PREMESA.



### La presencia de Adam Neville

El que fuera presidente de The British Concrete Society, dr. Adam Neville, estuvo presente en el curso Tecnología sobre el concreto, siendo de él las palabras de clausura, donde comentó: “Me complace haber estado involucrado personalmente en la planeación del curso. A lo largo de más de un año, he estado en continua correspondencia con el ing. Cutberto Díaz Gómez. ¡Sin duda debemos haber ayudado



de manera importante a los ingresos de las oficinas postales de México y la Gran Bretaña!

**Un salvadoreño bien mexicano**

Para 1985 uno de los subdirectores generales de la *Revista IMCYC* era el ing. Rafael Colindres Selva, un salvadoreño –fallecido hace unos años– que fuera profesor en la UAM Azcapotzalco, además de autor de libros técnicos, articulista y escritor de novelas. Como ingeniero civil, destaca el trabajo que realizó en la re cimentación y enderezado (96 cm de desplome) de la capilla de El Pocito, en la Villa de Guadalupe, joya barroca del siglo XVIII. Su hijo, desde El Salvador, nos cuenta que estando en el IMCYC, todos pensaban que el ing Colindres era veracruzano por el acento. “Mi papá vivió en México desde 1950 hasta 1963, y de 1980 hasta 1986 y de nuevo entre 1988 hasta 1994 en que regreso a El Salvador. Estudió en la UNAM y trabajó en PICOSA, entre otras empresas. Fue ayudante de Leonardo Zeevaert, y de Heberto Castillo. Creo que a través de todas sus amistades –como la que tuvo con el ing. Cuauhtémoc Cárdenas– es que llegó al Instituto. Su segunda y tercera estadía en México se debió a cuestiones políticas.



**El viaje a Oriente**

En la *Revista IMCYC* de marzo-abril de 1963, se anuncia el Tercer viaje de estudios organizado por el Instituto a Hawai y Tokio. Al respecto, se lee: “Constituye una excelente oportunidad para los industriales, ingenieros, arquitectos y técnicos mexicanos interesados en conocer el desarrollo y empleo del concreto en la arquitectura, ingeniería y construcción en general. Japón es actualmente el tercer productor de cemento



eran “bastante tranquilas”. ¡Qué equivocados estábamos! Recién ‘desempacado’, en septiembre de 1985 tuvieron lugar los terremotos del 19 y 20 de ese mes y se acabó la tranquilidad. La inspección de edificios dañados; la actualización de reglamentos de construcción; la creación de un nuevo Padrón de Directores Responsables de Obra, etcétera –actividades en las que el IMCYC fue parte fundamental junto con el Instituto de Ingeniería de la UNAM y los colegios de profesionistas afines– absorbieron nuestro tiempo. Poco después Cutberto falleció, por lo que me invitaron a tomar la dirección del Instituto. Ahí permanecí ocho años... Por supuesto, el libro nunca se escribió.



Por otro lado, recuerdo que junto con José Treviño Salinas, quien presidía el IMCYC en esa época, fuimos a Washington para dar información técnica a los abogados que defendían el caso de la industria cementera mexicana que acababa de ser acusada de *dumping* por parte de los cementeros estadounidenses. Se había establecido un impuesto compensatorio altísimo y era necesario echarlo abajo. Nos hospedamos en un elegante hotel en Georgetown con una tarifa altísima. Ante mi sugerencia a Pepe Treviño de movernos a un hotel más modesto me dio razones importantes por cuestión de imagen y de negociación ante funcionarios y cabilderos del Congreso de Estados Unidos. Al final me dijo: “¿sabes que lo que pagamos de hotel es menos que lo que perdería la industria cementera mexicana cada minuto, si fracasamos en nuestro intento de echar abajo la ley antidumping?”

**Horacio Ramírez de Alba**

**Profesor de la Facultad de Ingeniería UAEM**

En 1973 estudiaba la maestría en Estructuras en la UNAM. Se presentó la oportunidad de trabajar en el Departamento Técnico del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto pues su entonces director, Cutberto Díaz Gómez, era, como yo, egresado de la UAEM.

La primera época del IMCYC, que contó con la presencia de gente como Roger Díaz de Cossío, Juan Casillas García de León, Francisco Robles y Óscar M. González Cuevas, había quedado atrás. Don Cutberto le dio un giro que toca ahora co-



mentar mas no juzgar. Creyó conveniente perseguir sus metas con jóvenes profesionistas que iniciaran desde la elaboración de sus tesis, la mayoría de licenciatura, pero otros de maestría, así como alentarlos a proseguir hasta el doctorado. Dada la ascendencia de don Cutberto con los egresados de la UAEM, varios llegamos de Toluca al DF de esta manera, hasta formar un grupo numeroso, iniciando por Raúl Álamo Neidhart, que había terminado su maestría en Ciencias en la Universidad de California en Berkeley. Así, cuando llegábamos no faltaba que los demás colaboradores del IMCYC dijeran algo así como: "¡Aguas, ya llegaron los Toluco!" De los que recuerdo están: Emilio Zamudio Cíntora, René Muciño Castañeda y Emmanuel Ontiveros.

Don Cutberto tenía carácter fuerte y determinaciones claras. Sus miras siempre fueron hacia lo alto y exigía a sus colaboradores que también las tuvieran. Se propuso fortalecer la enseñanza y la práctica de la ingeniería relacionada con el concreto a través de cinco estrategias: Llevar los conocimientos más recientes a provincia por medio de cursos itinerantes; realizar seminarios y eventos internacionales de alto nivel con la participación de investigadores e ingenieros de prestigio mundial; impulsar la investigación y la vinculación; publicar en la revista y en otros medios la información técnica de vanguardia, así como lograr una mayor vinculación externa por medio de instituciones similares como el ACI y el CEB.

En esa época, el Departamento Técnico estaba compuesto de dos personas, el maestro Álamo y yo. El Departamento de Arquitectura contaba con los arquitectos Raúl Díaz Gómez, Jorge García Bernardini y Jenny Tardán. Se hacía de todo: preparar el material de soporte para los cursos itinerantes; impartirlos en programas anuales en más de 20 ciudades del país y varias de países hermanos de América Central y el Caribe; colaborar en la organización y realización de los seminarios internacionales; investigar, publicar e involucrarse en asesorías externas. También se daban programas de capacitación en idiomas, dirección y administración, redacción y otros temas. Recuerdo que se contrató a una persona para que ayudara a pulir el lenguaje escrito, la señorita Huacuja, que entre las muchas críticas positivas que hacía a sus pupilos decía: "¡Ay! Ustedes los ingenieros hacen sus escritos; luego toman un puñito de comas y otro de puntos y los echan al azar".

Por su parte, en los seminarios internacionales había que hacer marcación personal de los conferencistas. Tuve la oportunidad de conocer a personajes como Chester P. Siess, Phil M. Ferguson, T.Y.Lin, Alfred E. Yee, Ned Burns y John Breen, entre otros. Pero también se contaba con personajes nacionales como Emilio Rosenblueth, Luís Esteva, y Leonardo Zeevaert. Recuerdo que el dr. Rosenblueth, cuando se sentía relajado, era gran conversador y muy sencillo en su trato.

En cuestiones de investigación, se incursionó en la resistencia de elementos de mampostería reforzada. El

en el mundo lo que significa que esta expansión reciente de la industria del cemento, aunada a la industrialización general del país, tienen mucho que mostramos".

### El Laboratorio en la Escandón

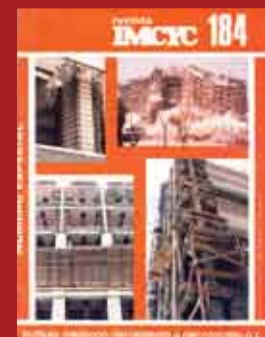
El 24 de julio de 1997 fueron inauguradas las nuevas instalaciones del Laboratorio del IMCYC en la calle de Constitución, en la colonia Escandón. En la inauguración, el entonces presidente del IMCYC, el lic. Luis Martínez Argüello, recordó la existencia ya en 1923 del comité para propagar el uso del cemento Portland, que dio origen al IMCYC, en 1959.



### El IMCYC ante los sismos

En 1985 la capital sufrió uno de los peores terremotos de su historia, y el IMCYC no fue ajeno a esta pena. Sobre la forma en que el Instituto se involucró en el triste tema, se lee en la revista IMCYC no. 184: "baste señalar la eminente tarea de revisión de danos sísmicos que el IMCYC realizó en las semanas posteriores al siniestro". Casos concretos fueron los apoyos en la delegación Cuauhtémoc, donde el IMCYC prestó servicios de asesoría y de formulación de proyectos ejecutivos de reparación de daños, "con certero enfoque técnico y oportuna manufactura". Esa edición 184 reunió documentos de un selecto grupo de especialistas que examinaron algu-

nos de los tópicos más urgentes de analizar en ese entonces. Cabe recordar los nombres de quienes participaron en la labor de evaluación de daños de edificios públicos de la Ciudad de México: José Alfredo Adame León, Fernando Aguirre Avedoy,





Alejandro Alcántara, Sergio Barragán M. de Oca, José Esteban Camacho Carmona, Gustavo Carbonell Garrido, Julio César Carreto López, Reynaldo Cisneros Frago, Donato Figueroa Gallo, Antonio González Martínez, Alejandro Ibarra, Lorena M. Limón González, Gerardo Maya, Guillermo Medero Rayón, Armando Meza Marroquín, José A. Nieto Ramírez, Ricardo E. Pfeiffer S., Fernando Rendón Velázquez, Ángela Lorena Sánchez Amaya, Manuel Santiago Bringas, Eduardo Trejo Valdés, Héctor Urquijo Parra y Luis Antonio Villaseñor Blanco. Se lee que: “El grupo se organizó en 6 brigadas de 4 miembros cada una, a las que se dotó de vehículos de transporte, cascos de seguridad, linternas eléctricas y equipo fotográfico. A cada brigada se le asignó un promedio de 4 inmuebles por revisar cada día, considerando una duración de 2 horas para la visita detallada y una hora para traslado de un lugar a otro”.



### IMCYC y PCA

Importante fecha fue cuando los fabricantes de cemento mexicano se asocian a la Portland Cement Association. Se lee en núm. 201 de Revista IMCYC: “Es la primera vez que desde la fundación de la PCA en 1916, en que la membresía se ha otorgado a productores de cemento fuera de los estados unidos y Canadá. Ese acontecimiento señala también la primera ocasión en que instituciones de los tres países coordinan esfuerzos para el desarrollo tecnológico armónico de Norteamérica.

maestro Álamo dirigió el proyecto y juntos realizamos los primeros ensayos en México de elementos de mampostería sometidos a flexión. Los resultados se dieron a conocer en diferentes foros, uno de ellos fue en Monterrey donde conocí a Raimundo Rivera Villareal así como a algunos de sus colaboradores; relación que sería muy productiva y honrosa pues siempre valoré la amistad con que me distinguió. Otro tema de investigación por iniciativa de Cutberto Díaz Gómez, fue la de estudiar estructuras de concreto antiguas. En particular, me comisionó para hacer estudios del concreto del Acueducto de Xochimilco y de los Depósitos de Agua de Dolores –obra del Porfiriato–. Las muestras de concreto al ensayarlas señalaron que fue un concreto muy bien hecho con alta resistencia y durabilidad, pues en la época de ese estudio el concreto tenía 70 años de haberse fabricado. Los resultados fueron presentados en una de las convenciones anuales del ACI. Toda esta actividad realizada en el IMCYC se interrumpió al realizar mis estudios de doctorado. Al término de éstos, debería reincorporarme al IMCYC, pero resultó que Raúl Álamo había sido electo para hacerse cargo de la Dirección de la Facultad de Ingeniería de la UAEM y me ofreció una plaza de tiempo completo. La disyuntiva entre el IMCYC y la UAEM fue causa de crisis personal y familiar. Finalmente, tomé la decisión de salir de la capital con la ilusión de vivir en un lugar más tranquilo. Terminé participando como asesor externo en trabajos de consultoría para el Instituto. Trabajé en coordinación con varios ingenieros del IMCYC, no recuerdo todos los nombres pero puedo mencionar a Armando Meza y a Héctor Urquijo. Con el tiempo y con la muerte de Díaz Gómez, cerré un ciclo en esta Institución a la que siempre recordaré con agradecimiento. No me resta más que reafirmar mi afecto y agradecimiento para todos los que han laborado y laboran en el IMCYC.

### Gerardo Recoder

#### Director de Rec Arquitectura

Agradecemos la oportunidad que nos dio el IMCYC al publicar en *Construcción y Tecnología* nuestro proyecto de “La estadia” y explicar los sistemas pasivos que utilizamos con el concreto. Gracias a ello podemos narrar como anécdota que posteriormente nos llegó la invitación de la Associazione Italiana Técnico Económica Cemento (AITEC), para conocer y publicar más a fondo el proyecto. Ello representó para la oficina una oportunidad de ampliar contactos y dar a conocer una arquitectura contemporánea consiente de las realidades mexicanas y de las posibilidades del concreto como captador de energía en climas fríos.



## David Felipe Rodríguez Díaz

Gerente de Proyectos, Calidad y Desarrollo Tecnológico SEPSA

Estimados miembros del IMCYC: Me da gusto saber que la labor que desarrollan en México dentro de la industria del concreto ha sido fructífera estos 50 años, les deseo más éxitos en el futuro. A título personal he contribuido como expositor en los eventos del IMCYC representando a SEPSA, con temas de puentes prefabricados, así como en la revista. Agradezco la oportunidad y el espacio para contribuir con aportaciones tecnológicas que puedan servir a México.



## Roberto J. Sánchez Dávalos

Consejero vitalicio del IMCYC

En 1979 y 1980, siendo presidente de la Cámara Nacional del Cemento (Canacem), me tocó encabezar la implementación del *Programa de Fomento de la Industria del Cemento*. Fue entonces cuando la empresa que yo representaba, Cementos de Acapulco SA, ingresó como asociada al IMCYC (1979), donde desempeñé por algunos años el puesto de Tesorero. Posteriormente, a partir de marzo de 1986, he venido ocupando hasta la fecha el cargo de secretario del Consejo Vitalicio, así como el de Consejero Vitalicio del Instituto. He sido testigo del desarrollo y evolución del IMCYC, a través del esfuerzo y dedicación de las siempre muy acreditadas administraciones a los largo de sus 50 años de existencia, contando en las distintas áreas estratégicas de operación del Instituto, como son las de Enseñanza, Publicaciones, Acervo documental, y particularmente la de Tecnología, que le han hecho lograr no sólo el reconocimiento de la industria del cemento, sino de la sociedad en general, por su valiosa aportación en los campos en lo que opera tanto en el país, como a nivel internacional.



## Javier Senosiain

Arquitecto

En mis años de estudiante, casi al término de mi carrera, comenzaba a realizar formas libres y recurrí innumerables horas a la biblioteca del IMCYC dada la valiosa colección de volúmenes sobre el tema que posee. Para mí fue un lugar que me brindó un conocimiento invaluable. Ahí descubrí entre muchos libros, artículos y otras investigaciones al ferrocemento, el cual es la materia prima de muchas de mis obras. c



### Los 30 años del IMCYC

En 1989 el Instituto, al cumplir 30 años de haber sido fundado, se lee en *Construcción y Tecnología* de no-

viembre: "En la labor reciente del Instituto se encuentra su participación en la elaboración y actualización de normas técnicas para la construcción, la difusión y adaptación a nuestro medio de tecnologías recientes como son las presas y pavimentos de concreto compactado con rodillos; la tecnología de los concretos de muy alta resistencia, etc. Una labor preponderante se desarrolla en conjunción con la PCA que agrupa a la industria cementera en Canadá, los Estados Unidos y México, y en el control de calidad de los cementos producidos en nuestro país. [...] Hace 30 años, el desarrollo de los pueblos se medía por el número de toneladas de acero que consumían en un año. En la actualidad, ante los vertiginosos avances en el desarrollo y uso de nuevos materiales de construcción, infinidad de aplicaciones que hace tres décadas correspondían exclusivamente al hierro y al acero, actualmente se edifican en concreto".

### Reconocimientos IMCYC

Desde 1991 el IMCYC cuenta con la acreditación del American Concrete Institute para otorgar la certificación de supervisores de obras de concreto. Desde 1999 sus métodos de pruebas están acreditados por la International Conference of Building Officials (ICBO), para evaluar materiales y métodos de construcción que se exportan a Estados Unidos y otros países que utilizan el Uniform Building Code. En el 2000 recibió la certificación ISO 9002.

Recopilación de testimonios directos:  
Gregortio B. Mendoza



# El valor F-min

Sistemas, problemas y requisitos son algunos de los temas que se abordan en este artículo vinculado a los pisos industriales.

David Fudala

Fotos: Concrete International

Los almacenes diseñados con pasillos muy angostos entre altos anaqueles (Fig. 1) para el movimiento eficiente de los carros montacargas requieren de senderos de los llamados "superplanos", de tráfico definido. Desafortunadamente, cuando se especifican las tolerancias de pisos, los diseñadores a veces especifican valores de planicidad y nivelación  $F_F$  y  $F_L$  que son más apropiados para pisos de tráfico aleatorio que para aplicaciones de tráfico definido. Este error ha causado problemas en muchos proyectos en el mundo.



**Fig. 1.** Se requiere de un piso superplano para el paso seguro y eficiente de carros montacargas para pasillos muy angostos entre anaqueles muy altos.

## Sistemas disímiles

### Métodos de planimetría

Se usan dos sistemas diferentes para verificar las tolerancias de pisos (Fig. 2 y 3) para tráfico aleatorio, la planicidad y la nivelación. Típicamente, son evaluados los cambios de elevación a partir de los datos recogidos con un espaciado de 30 cm sobre una cuadrícula de líneas de planimetría distribuidas (Fig. 2a y 3a). Para tráfico definido, las tolerancias de nivelación y planicidad se verifican midiendo los cambios de elevación entre las ruedas de un vehículo a lo largo de una línea de planimetría que coincide con las rutas fijas de las ruedas de los carros montacargas (Fig. 2b y 3b).

Los especificadores pueden encontrar información evaluando los pisos de tráfico definido en ACI 117-06<sup>(1)</sup> y ACI 302.1R-04<sup>(2)</sup>. El primero describe los cuatro aspectos de las elevaciones de los carriles de las ruedas que deben ser evaluadas para tráfico definido, y el segundo los pasos a seguir para construir pisos de Clase 9 para pasillos angostos. Por su parte, el F-min es un producto registrado y actualmente no se describe en ninguna norma de la ASTM.

### Sobre el autor

David Fudala es miembro del ACI; fundador y CEO de ALLFLAT Consulting Inc. Carlsbad, CA (Miembro Patrocinador del ACI). Ofrece servicios de consultoría para el diseño de losas de concreto, redacción y revisión de especificaciones, capacitación de colocación y acabado para contratistas, mediciones de perfil de planicidad y nivelación de pisos para aplicaciones de tráfico aleatorio y definido, esmerilado correctivo para losas existentes. Es miembro de los Comités 117, Tolerancias; 302, Construcción de Pisos de Concreto, y 360, Diseño de Losas Sobre Terreno.



## Problemas en pasillos muy angostos

En las disposiciones para pasillos muy angostos con anaqueles de gran altura, los carros montacargas requieren de postes muy altos para alcanzar los materiales en los estantes superiores. Una pequeña desviación del nivel entre las dos ruedas de carga puede producir un movimiento significativo en la parte superior del poste. Esto se amplifica por los efectos dinámicos, ya que un carro montacargas puede operar a velocidades de hasta 3 m/s, aun con su carga a la máxima elevación. Continuamente se toman mediciones F-min con el perfilógrafo, pero las mediciones únicamente determinan la inclinación estática del carro montacargas y no incluyen los efectos dinámicos.

A velocidades de 3 m/s, la inclinación dinámica en el poste puede alcanzar de 3 a 4 veces la inclinación estática. Para ilustrar el efecto que pueden tener las pequeñas diferencias en las elevaciones transversales de las ruedas, considere una diferencia de 1.16 m a través de un espaciado de ruedas de 0.9 m. Esto crearía una deflexión lateral en la parte de arriba de un poste de 10.7 m de alto de cerca de 19 mm. Si se incluyen los efectos dinámicos, el desplazamiento lateral en la parte superior del poste puede ser de hasta 55 a 75 mm. Si el claro de la tarima al anaquel es de únicamente 50 a 75 mm, se puede tener un gran problema con los golpes de los anaqueles, cargas perdidas, y lesiones al operador. Para aliviar esto, debe bajarse la velocidad de los carros montacargas. Esta solución daña el flujo de productos, y puede acortar la vida de las baterías además de dañar el motor eléctrico en un carro mon-

Tabla 1 Valores F-min recomendados

Altura máxima del anaquel en m	F-min (longitudinal)	F-min (transversal)
8	50	60
9	55	65
11	60	70
40	65	75
45	70	80
50	75	85
65	90	100
90	100	125

tacargas. La solución consiste en asegurar un acabado de piso de un F-min de alta calidad.

## Requisitos de la especificación

La calidad del acabado del piso se especifica con el valor F-min, y se asigna con base en el carro montacargas y la altura de los anaqueles esperados. La Tabla 1 señala valores F-min recomendados para diferentes alturas de anaqueles. Estas especificaciones pueden asegurar que una losa de tráfico definido se desempeñe adecuadamente para pasillos muy angostos.

Las mediciones con un perfilógrafo—como el que se muestra en la Fig. 2b— con tres o cuatro ruedas espaciadas, sirven para coincidir con la disposición de las ruedas para el carro montacargas que se usará en esa instalación. El perfilógrafo evalúa los atributos del piso y el montacargas, incluyendo la nivelación desde el frente a la parte trasera (Fig. 4a), la inclinación de lado a lado (Fig. 4b), y los valores locales de planicidad (Fig. 4c).

La nivelación del frente a la parte de atrás del vehículo, longitudinal o cabeceo (Fig. 4a), se evalúa midiendo y graficando la elevación de las ruedas delanteras relativas a las traseras a medida que el perfilógrafo rueda por el pasillo. Las diferencias en elevación se grafican junto con los límites de diferencias de elevación determinados usando la ecuación:

Límite de diferencia de elevación

$$= \pm \frac{6.55 \sqrt{L+68.6} - 48.3}{F-min} \quad (1)$$

(unidades (SI))

En donde  $L$  es la distancia en mm entre los centros de las ruedas delanteras y traseras. La Fig. 5 es un perfil de ejemplo para un almacén. Para esta instalación, la  $L$  anticipada de la base de las ruedas del montacargas de horquilla (longitudinal) es de 27.20 m, y el valor F-min especificado (longitudinal) es 75 para altura máxima del anaquel de 15 m (Tabla 1). La diferencia en elevación entre las ruedas delanteras y traseras se grafica como una línea de perfil roja que varía con la posición a lo largo del piso. Los límites de diferencia de elevación son las líneas rojas horizontales a  $\pm 4$  mm. En este caso, la línea del perfil cae dentro de estos límites en cualquier ubicación a lo largo de la línea de medición. El piso está, por lo tanto, dentro de la tolerancia.

La inclinación transversal (balanceo) (Fig. 4b) es medida usando las elevaciones relativas de las ruedas izquierda y derecha en el perfilógrafo. La diferencia en elevación transversal es graficada como una línea azul que varía con la posición a lo largo del piso (Fig. 5). Las líneas azules horizontales representan los límites superior e inferior. Estos límites se calculan usando  $L$  (transversal)=14,60 m y  $F-min$  (transversal)=85 para una altura máxima de los anaqueles de 15 m. En este ejemplo, los límites



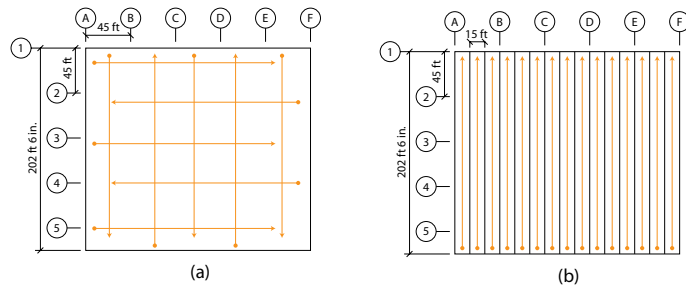
(a)



(b)

**Fig. 2. Equipos para desarrollar perfiles de pisos:** A. Perfiladora de espaciamientos para mediciones de 300 mm para evaluar la planicidad y nivelación de pisos ( $F_F$  y  $F_L$ ) para tráfico aleatorio. B. Perfilógrafo diferencial de eje dual para evaluar la nivelación y la planicidad de un piso (F-min) para tráfico definido. Nótese que las losas para pisos de tráfico definido son colocadas en franjas angostas (no más anchas que 6 m) para controlar las tolerancias. También están densamente reforzadas y no deben tener ninguna junta perpendicular a la ruta definida del vehículo. Los mecanismos de transferencia de carga deben usarse para estabilizar las losas entre las juntas de construcción longitudinales.

**Figura 3**



**Rutas típicas para la evaluación de:**  
**A. Piso con tráfico aleatorio.**  
**B. Piso de tráfico definido.**

en la diferencia en elevación son  $\pm 2.5$  mm. La línea del perfil cae fuera de estos límites entre 29 y 31 m, por lo tanto, el piso estaba fuera de la tolerancia únicamente en la distancia señalada a lo largo de la línea de medición. Esto se remedia esmerilando la anomalía para traer el F-min adentro de la tolerancia, indicada con la línea continua azul. Cabe decir que mientras se medía el pasillo, el perfilógrafo automáticamente delineaba la anomalía con marcas de pintura exactamente en donde la ruta de las ruedas necesitaba ser corregida.

Los valores de planicidad longitudinal y transversal (Fig. 4c), se conocen como defectos de inclinación y reflejan la velocidad de cambio per-

misible sobre una distancia de 30 cm. Los límites de planicidad longitudinal y transversal en es mm/m se calculan usando las siguientes fórmulas:

Límite de planicidad longitudinal o transversal

$$= \frac{-0.5116L^2 + 143.9L + 230.957}{1000 F-\min} \quad (2)$$

(unidades SI)

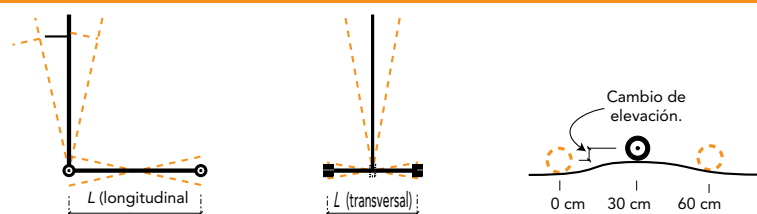
Para  $L$  entre 30 y 140 cm y límite de planicidad longitudinal o transversal:

$$= \frac{331}{F.\min} \quad (3)$$

(unidades SI)

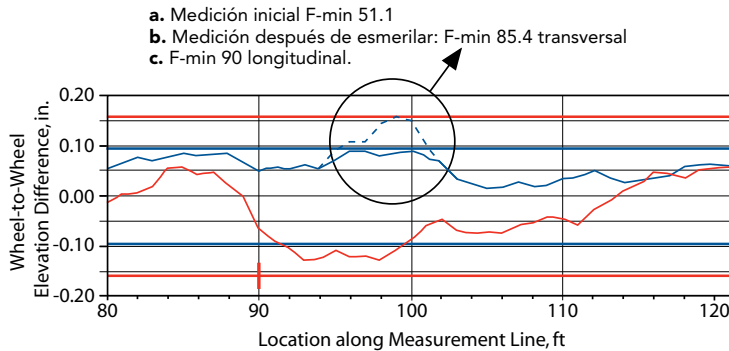
Para  $L$  entre 140 y 610 cm. Las ubicaciones en donde la planicidad

**Figura 4**



**Un perfilógrafo evalúa:**  
**A. La inclinación longitudinal del frente hacia atrás (balanceo)**  
**B. La inclinación de lado a lado, transversal (cabeceo)**  
**C. Defectos de pendiente dentro de una distancia de 300 m, planicidad longitudinal y transversal.**

Figura 5



**Resultados del perfilógrafo para un piso. Las distancias longitudinal y transversal de una rueda a otra fueron de 2720 y 1460 mm; respectivamente. Los valores F-min longitudinal y transversal especificado fueron de 75 y 85, respectivamente. Las áreas locales al principio y al final de una franja pueden estar fuera de tolerancias. Valores F-min en esas áreas deben ser ignorados cuando la franja coincida con una losa preexistente.**

excede estos límites son indicados en la carta de planimetría, ya sea como marcas rojas o azules punteadas. Para el piso del ejemplo (Fig. 5), un defecto de pendiente está indicado por una gruesa marca roja a 27.4 m.

Un piso de concreto con defectos de pendiente tiene muchos "chipotes" y hace que los vehículos vibren y se jaleneen mientras están en movimiento. Estos movimientos pueden causar daños mayores a las partes del ajuste, a los baleros, y a los mecanismos de extensión de prensas de horquillas en las ruedas y en los baleros de los ejes.

### Las tolerancias se han descompuesto

Hace aproximadamente 35 años antes de que se inventara  $F_F/F_L$ , solamente se especificaba un valor F-min de 100, definición verdadera de un piso superplano. Con el paso del tiempo se redujo hasta un F-min tan bajo como 40. Estas reducciones son resultado de presiones por la competencia, cada vez que un fabricante aseguraba que su carro montacargas podía funcionar

en un piso de menor calidad que los de su competidor. La norma fue bajada para todos.

La única manera de corregir un piso severamente fuera de tolerancia consiste en estabilizar las juntas perpendiculares a la ruta de viaje y esmerilar el ancho del pasillo con equipo especializado para corregir las tolerancias para pisos en pasillos muy angostos. No es barato, pero es mucho menos costoso que remover y reemplazar el piso malo.

### Construcción

La construcción de un piso de tráfico definido requiere personal calificado y ambiente controlado, así como de especialistas para el aseguramiento de la calidad. Para asegurar el cumplimiento de F-min, se debe usar un perfilógrafo digital diferencial para la medición en las rutas exactas de las ruedas del carro montacargas, así como delinear automáticamente las ubicaciones que estén fuera de tolerancia. Los puntos que estén fuera de tolerancia en la losa deben

arreglarse hasta que estén dentro de la tolerancia usando esmerilado correctivo, pero únicamente en las rutas de las ruedas del vehículo, tal como lo señalen los perfiles de la planimetría del perfilógrafo. ©

**Nota:** Este artículo es una traducción de "Understanding and Specifying F-min", de *Concrete International*, julio 2008. Reimpreso con el permiso del American Concrete Institute.

### Referencias

1. ACI Committee 117, "Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials and Commentary (ACI 117-06)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2006, p. 41.
2. ACI Committee 302 "Guide for Concrete Floor and Slab Construction (ACI302.IR-04)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2006, pp. 59-60.



- ANDAMIOS
- CIMBRA METALICA
- MOLDES PARA COLUMNAS
- MOÑOS
- HAMACAS



Tel. 01 800 654 2653,  
5859-4675, 5859-4676

# Concreto reforzado con **fibras**

Fotos: Portland Cement Association

Los avances tecnológicos han permitido el diseño y producción de nuevos materiales sintéticos con características específicas. Estos desarrollos logran que en la actualidad, existan materiales diseñados para cumplir funciones que antaño eran reservadas exclusivamente para los materiales tradicionales, o que materiales como el concreto mejoren sus cualidades.

**L**a facilidad de controlar características como la resistencia a la tensión, el módulo de elasticidad y la adherencia permite que se puedan modelar materiales específicos para determinadas funciones.

En este sentido, la industria del concreto premezclado está cada vez más acostumbrada a adoptar nuevas tecnologías en materia de aditivos y adiciones en pos de mejorar la calidad del concreto y brindarle características acordes con los diseños estructurales cada vez más exigentes. A nivel



mundial, la tendencia es proveer concretos con un valor agregado para el contratista. Que este reciba una solución que le permita ahorrar tiempo y dinero o realizar sus obras con mayor seguridad, siendo las empresas concreteras las que capitalicen este ahorro.

## Fibras de acero

Desde comienzos del nuevo siglo las fibras de alambre en Europa han conseguido imponerse dentro del grupo de diferentes fibras de acero. Mientras que en los años noventa aún las fibras de acero que eran fresadas o cortadas o estampadas de chapas poseían una elevada proporción de mercado; hoy en día se emplean casi sólo fibras de acero, cuya base es alambre trefilado en frío. Asimismo, dentro del grupo de las fibras de alambre de acero, se encuentran principalmente aquellas con gancho terminal o tipos ondulados. Sorprendentemente, la preferencia de uno u otro tipo de fibras parece tener menos razones técnicas, pues dependen del país del usuario. En Alemania, por ejemplo, se emplean principalmente fibras de alambre de acero con gancho terminal. En Gran Bretaña, por el contrario son empleados los tipos de fibras ondulados.

## Fibras de material sintético

En el área de las fibras de material sintético se debe diferenciar entre dos tipos: macrofibras y microfibras. Las primeras, como las fibras de acero, presentan un buen comportamiento a la rotura; sin embargo, fallan ante una carga por tiempo prolongado. Dentro del grupo de las microfibras, a su vez, se puede diferenciar entre fibras sintéticas fibriladas y de



monofilamentos. Las microfibras de polipropileno, cuando son adicionadas, presentan propiedades sobresalientes del concreto en caso de incendio. Son ampliamente conocidas por la reducción de la fisuración temprana por contracción.

## Compuesto de fibras

Para poder aprovechar las ventajas de los diferentes tipos de fibras, se emplean de manera creciente combinaciones ("compuestos de fibras") de fibras de acero y material sintético. Tanto en la fase temprana del fraguado del concreto, como en el uso posterior existen tensiones generadoras de fisuras por lo que es conveniente emplear las fibras adecuadas para ambos periodos. En los pisos industriales sin juntas se procesan hasta 2000 m<sup>2</sup> y en promedio 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de alambre en combinación con 1000 g/m<sup>3</sup> de fibras de material sintético de polipropileno.

Amplios conocimientos sobre el efecto de fibras de acero dependen de su forma, resistencia

o geometría, posibilitan siempre nuevos campos de aplicación. Mientras que el concreto de fibras de acero en pisos industriales sobre capa portante es usual, las combinaciones de fibras de acero y armadura convencional generan nuevas posibilidades de aplicación.

## Efecto del aspecto de la fibra sobre la ductilidad del concreto

Las fibras influyen en todos los modos de falla de las propiedades mecánicas del concreto, y en forma especial en las inducidas por fatiga, tensión directa, impacto y esfuerzo de cortante. El mecanismo del aumento de la resistencia de las fibras involucra la transferencia de esfuerzos de la matriz cementante a las fibras mediante cortante en la interfase. El esfuerzo se comparte por las fibras y la matriz cementante hasta que la matriz se agrieta; entonces, el total del esfuerzo se transfiere progresivamente hacia las fibras.

Las variables más importantes que regulan las propiedades de



los concretos reforzados con fibras son la eficiencia y el contenido de fibras. La eficiencia de las fibras es controlada por la resistencia de las fibras a no ser arrancadas de la mezcla, la cual depende de la resistencia de la interface fibra-matriz cementante. Para fibras con sección uniforme, esta resistencia aumenta con el largo de la fibra: mientras más larga es la fibra, mayor será el efecto en dichas propiedades. Las fibras con secciones pequeñas y no circulares, son más efectivas debido a que poseen mayor superficie por unidad de volumen.

Observando los resultados, se puede ver que la incorporación de

fibras incrementa significativamente la resistencia máxima alcanzada por cada uno de los concretos reforzados con fibras, con respecto al concreto sin fibras. Sin embargo, no se observan diferencias en los resultados obtenidos con los distintos contenidos de fibras, ni en las relaciones de los aspectos utilizados. De este modo se puede concluir que las fibras aumentan la resistencia al cortante del concreto.

Durante los ensayos se produce una transición estable entre los regímenes pre y posfisuración, sin roturas violentas, lo que permite obtener la respuesta posfisuración de cada uno de los materiales estudiados. Este rango presenta un

ablandamiento y luego un residuo que está fuertemente influido por el tipo y cantidad de fibras contenidas en el concreto.

### Características de las fibras y comportamiento del concreto con fibras estructurales

Las fibras estructurales son fibras de polipropileno de alta resistencia y alto módulo elástico. Hay de diferentes medidas y características, las cuales durante el mezclado sufren un proceso de "fibrilación" que les permite mejorar la adhe-

rencia con el concreto. Es necesario notar que son fibras muy diferentes a las microfibras por lo que su uso no es el mismo. La microfibra se utiliza para el control de la fisuración en estado plástico, perdiendo toda utilidad en el estado endurecido del concreto. El diámetro de las microfibras es similar al de un cabello y tienen una longitud de aproximadamente dos centímetros. Para el caso de las fibras estructurales el tamaño es de aproximadamente 5 centímetros de largo, 2 mm de ancho y 0,19 mm de espesor. La fibra estructural ayuda en la fisuración plástica, pero no es su función principal.

Siempre se busca que una pieza muestre señales de que está alcanzando su capacidad portante. La adición de fibras le permite al concreto fisurarse e ir perdiendo su capacidad de tomar cargas "avisando" mediante la aparición de estas fisuras. El agregar fibras hará que se mejore la tenacidad del concreto de modo de extender la capacidad de deformación una vez alcanzada la tensión de cálculo.

Indudablemente, si el concreto pudiera hacerse tan resistente en tensión que pudiera desempeñarse bien sin el soporte del acero de refuerzo, el potencial para mayor productividad traería mayores beneficios elevando la construcción a la velocidad que se demanda en el Siglo XXI.

La resistencia a ruptura en los materiales frágiles puede ser mejorada agregando fibras resistentes. Así, la industria de polímeros ha creado compuestos tenaces y ligeros agregando fibras de vidrio a una matriz de epóxicos. Sin embargo, últimamente ha habido un mejoramiento significativo en la tecnología del concreto compuesto, conduciendo al uso extendido de concreto con refuerzo de fibras de acero tenaz en algunos países europeos. Estas mezclas inclusive, han

sido instaladas sin las tradicionales varillas de refuerzo en estructuras en tensión que soportan cargas.

## Experiencia, práctica y dificultades

Si el concreto reforzado con fibras de acero es un material tan atractivo, entonces ¿por qué no ha incrementado su aplicación? Quizás las respuestas están en las dificultades prácticas para lograr la distribución uniforme de fibras y la obtención de características uniformes del concreto. El uso de este concreto requiere de una mucho mayor disciplina que la construcción con concreto normal, así como de técnicas especiales para mezclar en ellas las fibras, y precauciones extras al colocar y cuidar el material. Las prácticas comunes pueden no ser adecuadas por lo que es necesaria la atención especial a los detalles.

Otro problema es la dificultad de agregar cantidades suficientes de fibras para hacer la diferencia. La trabajabilidad del concreto ciertamente se deteriora con la cantidad de fibras agregadas, a menos que se usen mezclas especiales de concreto y técnicas especiales. La mayoría de las mezclas típicas no son apropiadas. Sin embargo, con los métodos correctos, el concreto puede contener gran cantidad de fibras de acero y ser todavía bastante trabajable. Con técnicas y proporciones inapropiadas, las fibras pueden constituir un problema de acabado y pueden observarse fibras que sobresalen del concreto.

La corrosión de las fibras en la superficie, sin embargo, casi nunca es un problema, especialmente cuando las fibras están bien encapsuladas en la pasta de concreto, como normalmente lo están; cuando se usan en un ambiente marino de verano, apenas se notan las marcas cafés de las fibras en la

superficie después de tres años en el agua. No hay absolutamente daño por herrumbre y no muestran ningún signo de corrosión.

## El camino andado

Los resultados iniciales con las losas industriales típicas indicaron que podían ser construidas en redes de pilotes de 2.5 a 6 m. Con base en los buenos resultados de pruebas, se construyeron pisos industriales soportados únicamente por pilotes sobre terreno inestable en Bélgica y los Países Bajos. Para mediados de los años 1990, había más de 5,000,000 de m<sup>2</sup> de estos pisos en todo el mundo, típicamente usando de 45 a 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero de alta calidad. Se estima que actualmente hay más de 10,000,000 m<sup>2</sup> de esos pisos construidos en todo el mundo. El método está bien establecido en los Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Suecia, Dinamarca y Canadá, entre otros países. Además, hay confianza en ver un mayor uso del concreto reforzado con fibras de acero en la producción de concreto en los años por venir. Al agregar fibras, no sólo se eleva la productividad del concreto, sino que también se genera un concreto más tenaz y más durable. Creemos que el concreto compuesto tenaz, económico, y con una vida más larga quizás será un día tan común como los yates de epóxico reforzado con fibra de vidrio. ©

### Referencias

Persico, Juan D., "Hormigón elaborado con fibras estructurales", en *Hormigonar*, no. 13, diciembre de 2007, AAHE, Argentina.

Schepers, Roland, "Desarrollo actual en la aplicación de fibras de acero y de material sintético", en *PHI. Planta de Hormigón Internacional*, no. 6, 2008. Alemania.

"Comportamiento al corte de hormigones con fibras de acero", en *Ingeniería de Construcción*, vol. 24, no. 1, abril de 2009, Chile.

Oslejs, Janis, "New frontiers for steel fiber-reinforced concrete", en *Concrete International*, mayo de 2008, EUA.



## Sistema de Dosificación

Integra Batch está *construido con componentes* ampliamente disponibles, eliminando costos ocultos asociados a un sólo proveedor propietario de las partes y asegurando que el sistema pueda mejorarse continuamente conforme evolucione la tecnología.

### Marcas de alta calidad, componentes no propietarios

- Marcas líderes como Allen-Bradley, Dell, Mettler-Toledo, Hydronix
- Todas las marcas disponibles localmente a precios competitivos
- Componentes certificados por UL, CTEP, NTEP



Flexibilidad en dosificación  
[www.systemech-inc.com/integraSP](http://www.systemech-inc.com/integraSP)



Grupo Caltia  
Av. Roble No. 300 - 1111  
Col. Valle del Campestre  
Garza García, NL 66265  
México

+52 81 5030 7288

[info@grupocaltia.com](mailto:info@grupocaltia.com)  
[www.grupocaltia.com](http://www.grupocaltia.com)



# SYSTECH

# Un coloso energético





Juan Fernando González G.

Fotos: Cortesía ICA Fluor

CO

Esta impresionante obra fue merecedora del Premio Obras CEMEX 2008 por su calidad constructiva, así como por su compromiso con el entorno.

**D**urante mucho tiempo se ha polemizado en torno a los recursos naturales que posee México, así como con la imposibilidad de aprovecharlos integralmente. La discusión alcanza tintes sociales y políticos dado que, por un lado, se encuentran quienes abogan porque sea el mismo país quien explore los posibles yacimientos petroleros y de gas del territorio, y por el otro, quienes rechazan esta posibilidad y ven con buenos ojos que se importen grandes cantidades de los combustibles que requiere la industria y la población en general. Tomando en cuenta lo anterior, hace unos años se decidió la construcción de una espectacular terminal de gas natural líquido, la cual se localiza en Altamira, Tamaulipas, construida por ICA Fluor para un consorcio formado por la empresa holandesa Shell, la japonesa Mitsui y la francesa Toral Gaz.

De acuerdo con la Subdirección de Ductos de Pemex, la planta se construyó para asegurar la distribución de 500 millones de pies cúbicos diarios (mpcd) de gas natural a los generadores privados de electricidad (productores externos) en un corto y mediano plazo, ante la imposibilidad por parte de la paraestatal mexicana de suministrar dicha cantidad de combustible.

### ICA Fluor: presente

El prestigio y capacidad de los ingenieros mexicanos quedó de manifiesto una vez más con la edificación de este imponente proyecto, a tal grado que, como ya se mencionó, obtuvo el Premio Obras CEMEX 2008 en el rubro de Desarrollo de Obra Industrial. Sobre el tema, *Construcción y Tecnología* tuvo la oportunidad de charlar con representantes de ICA Fluor, así como con la división de Ingenieros Civiles Asociados (ICA),



## Memoria descriptiva

- La terminal Gas Natural Líquido de Altamira es la primera en su tipo en América Latina.
- La planta incluye dos tanques de Gas Natural Líquido de 150 000 m<sup>3</sup> y descarga con una capacidad de 10,000 m<sup>3</sup>/hr, y una capacidad de 760 MMSCFD, muelle de recepción de Buques Tanque, 5 kilómetros de tuberías y obra de toma de agua de mar para servicio de enfriamiento.
- La base de cimentación de los tanques es de 80 metros de diámetro aproximadamente y una altura de 40 metros aproximadamente, 11 anillos de .90 metros de espesor y colados en alturas de 3.90 metros.
- La construcción del muelle de concreto fue sobre pilotes de acero para recibir buques tanque de LNG con relación agua/cemento de 0.40, resistente a brisa/agua marina.
- Construcción de obra de toma con concreto resistente a agua de mar y relación agua cemento de 0.40.
- Propuestas innovadoras con concreto CEMEX: Uso de arena lavada y agregado de 19 mm. con cemento tipo II de bajo calor de hidratación y baja relación agua/cemento.



responsable del desarrollo de los proyectos industriales.

El gerente de Construcción de ICA Fluor, el ingeniero Ramón Ramírez Casas, establece en su primer comentario que la escasez de gas natural licuado obligó a las autoridades a promover la construcción de una planta como la de Altamira, la cual está preparada para recibir buques que transportan el gas a una temperatura de -168 grados centígrados, "hecho que nos forzó a tener la máxima atención en cada uno de los procedimientos", advierte.

Los tanques contenedores de la sustancia gaseosa tienen un diseño único. Se construyeron con un concreto que tiene 90 centímetros de espesor en promedio, 80 metros de diámetro y 50 metros de altura. "Son en verdad moles de 30 mil metros cúbicos de concreto cada uno, en cuyo interior cuentan con una placa metálica de níquel con un espesor de 1 ½ pulgada hasta media pulgada", afirma el especialista.

Existen dos contenedores de este tipo. Cada uno puede albergar 150 mil metros cúbicos de gas natural, abunda Ramírez Casas, quien dice que el combustible, proveniente de Nigeria, Sudamérica y Trinidad y Tobago, tiene en su temperatura una característica difícil de manejar ya que si una persona tuviera contacto con el gas se desintegraría de inmediato. De hecho, ejemplifica, "cuando viajamos a Japón nos hicieron una demostración: arrojaron una flor a un contenedor de este material y vimos cómo quedó convertida en algo parecido al cristal, asevera".

### Calidad de primera

ICA Fluor se asoció con una empresa japonesa, que se hizo cargo de la ingeniería de los tanques. "Nosotros —señala el ingeniero Ramírez

Casas— fuimos los responsables de la parte de la terminal en donde se realiza el proceso de conversión del combustible líquido en combustible gaseoso. El resto de la planta se compone de las unidades que intercambian el calor con agua de mar, un procedimiento que se hace mediante una línea de entrega hacia Comisión Federal de Electricidad y Pemex en un gasoducto de 48 pulgadas".

Una parte protagónica de la planta fue la construcción del mismo muelle, el cual fue diseñado para recibir buques de gran envergadura. Para ello, "buscamos aplicar un concreto especial que tuviera resistencia a los sulfatos, llamado criogénico, que además es altamente impermeable", dice el ingeniero Jaime Nava Carrillo, subgerente de Seguridad y Control de Calidad de ICA Fluor, quien deja en claro que "las características del proyecto nos obligaron a cumplir con una serie de pruebas específicas que ordenaron los japoneses, muchas más de las que se hacen normalmente. En lugar de hacer 12 pruebas a los componentes del concreto, hicimos 32, con un control de calidad muy estricto".

### Resistencia y algo más

La resistencia del concreto utilizado en esta obra fue de entre 370 y 400 kg x cm<sup>2</sup>. Nada extraordinario, dice el ingeniero Ramírez Casas, quien hace énfasis en el control de calidad que debe existir en la relación agua/cemento ya que la impermeabilización es sumamente importante. "Los japoneses marcaron las especificaciones, tras lo cual trabajamos con CEMEX para aprender a construir con este tipo de concretos, que no son comunes en México. Los agregados son los normales, aunque la diferencia estriba en que el control de calidad es

plo claro de esto es que el American Concrete Institute (ACI) señala que el máximo contenido de finos debe ser de un 7%, pero la verdad es que casi nunca se cumple. Pues en este caso sí fue una obligación y por ello tuvimos que lavar la arena, lo que fue un cuello de botella terrible ya que teníamos varias lavadoras de arena y no nos dábamos abasto”, señala el especialista.

Como es de esperarse, la materia prima para la construcción de una planta como la que se ha descrito debe tener una gran calidad. Los miembros de ICA Fluor buscaron, por supuesto, que el precio que les ofrecieran las cementeras fuera atractivo; “pero también tomamos en cuenta la propuesta técnica. En este proyecto en particular decidimos a favor de CEMEX porque tienen una planta de cemento en San Luis Potosí, como a 200 kilómetros de donde se ubica la obra. Además, muy cerca de allí se localiza su planta de agregados. Debo decir que Holcim Apasco también compitió, pero como su planta estaba lejos, en Colima, preferimos elegir a CEMEX”, confiesa.

No es nada sencillo hacer este tipo de obras, interviene el ingeniero Nava Carrillo: “la mejor prueba de lo que digo es que durante casi ocho meses hicimos pruebas con el IMCYC y con el Centro Tecnológico de CEMEX para validar el diseño de mezcla. Tuvimos que hacer pruebas relacionadas con el intemperismo acelerado; pruebas de desgaste; pruebas sencillas; pruebas con el agua para ver su PH especial; es decir, algo que no es normal en nuestro medio y que ameritó un análisis especial”.

## Seguridad y sustentabilidad

El ingeniero Ramírez Casas está satisfecho de haber entregado

una obra de calidad superior, la cual requirió de 36 meses de arduo trabajo desde que se firmó el contrato hasta que se entregó la llave. Cumplir con este desafío significó, entre otras cosas, visitar algunas de las plantas instaladas en Japón, país en el que existen aproximadamente 90 tanques contenedores de gas licuado, lo cual es completamente normal ya que los orientales carecen de este recurso natural. Del tema, comentó: “Tal vez algún día tengamos la infraestructura para obtener el gas de nuestro territorio, pero mientras eso sucede debemos pensar que es positivo que podamos ser capaces de construir este tipo de obras. Cabe decir que ICA Fluor vigiló cada uno de los requisitos de seguridad que exigieron los propietarios, y es por ello que la planta es un verdadero bunker que nulifica cualquier tipo de contingencia”, asegura.

La seguridad se complementa, explica el ingeniero José Antonio Legorreta –gerente de Aseguramiento de Calidad de ICA Fluor– con los elementos de sustentabilidad que exige la normatividad internacional. “Esta planta es muy limpia y cumple con los estándares internacionales relativos al manejo de combustibles. Tenemos la certificación ISO 14000 en la ejecución del proyecto, lo cual significa que hemos cumplido las normas nacionales e internacionales de sustentabilidad”, sentencia.

La obra está diseñada para mantenerse en pie por más de 40 años, y prácticamente sin mantenimiento mayor, aunque evidentemente se tomaron las precauciones necesarias para evitar los riesgos de los huracanes y maremotos. “Sabemos que estamos expuestos a un ambiente marino, y por ello el tipo de cemento fue de baja hidratación de calor, sometido a pruebas de sangrado para evitar que haya con-

tracciones exageradas en cuanto a fisuras”. En este rubro “la gente de Shell y los especialistas japoneses reconocieron que las fisuras que tienen en Japón son de .2 y aquí no tuvimos siquiera .2, lo que fue posible porque tuvimos mucho control sobre cada una de las variables. Esto se observa, por ejemplo, en el caso de la especificación natural de un recubrimiento, que es de 50 milímetros de acuerdo al ACI. Aquí el recubrimiento fue de 75 milímetros; es decir, tuvimos más control para evitar la exposición del acero expuesto”, señala el ingeniero Ramírez Casas.

## México puede

“ICA Fluor no es la compañía más barata del mundo; pero tenemos una gran capacidad y un gran prestigio. Hacemos proyectos llave en mano donde el cliente nos explica lo que quiere hacer, sus parámetros, lo que quiere producir, y nosotros desarrollamos la ingeniería, compramos los equipos y los instalamos. No somos los únicos pero nos gusta decir que somos los líderes y la empresa más fuerte en este tipo de trabajos”, afirma orgulloso el funcionario.

“Algo que nos da mucho gusto –acepta el entrevistado–, es que la obra que desarrollamos sirvió como base para establecer una norma específica para este tipo de trabajos. Nunca se había hablado de procedimientos de menos de 168 grados centígrados. Los más cercanos eran de 80 grados, que se aplican en algunas plantas criogénicas de Pemex. Lo que hicimos fue nuevo para la Comisión Reguladora de Energía, la cual se basó en nuestro proyecto para mejorar su normativa que ya se aplicó en la planta de Ensenada y en la que se construye en Manzanillo”, concluyó. **C**

# Una lucha constante

**D**e acuerdo con la Federación Interamericana del Cemento (FICECAM), la industria del cemento produce entre el 3 y el 5% del total de CO<sub>2</sub> que genera el ser humano. Es por ello que los productores más importantes apoyaron la Iniciativa de Sostenibilidad del Cemento (CSI), establecida en 1999, que surgió

bajo los auspicios del Consejo Mundial de Desarrollo Sostenible (WBCSD). De acuerdo a este proyecto, los productores de cemento deben reducir el 20% de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento para el año 2015 y sustituirán en 10% sus combustibles por fuentes alternativas de energía para ese mismo año, cifra que crecerá a 15% para el 2020.

## América Latina pone la muestra

14 empresas cementeras de América Latina forman parte de la WBCSD. Diez de ellas emiten reportes de sustentabilidad y siete han firmado el Global Compact de las Naciones Unidas, lo cual las compromete a respetar diez

Ya son muchos los años en que la industria cementera muestra un compromiso real por cuidar el medio ambiente.

**Juan Fernando González G.**

principios fundamentales en las áreas de derechos humanos, normas laborales, medio ambiente y anticorrupción. De acuerdo con la WBCSD, las plantas más limpias y eficientes del mundo se encuentran en América Latina y en los países de economías emergentes.

Por ejemplo, la industria cementera en Perú ha disminuido en forma importante sus emisiones contaminantes mediante el remplazo de combustibles sólidos por gas natural. Por su parte, la compañía Cementos de Lima ha recibido los Certificados de Reducción de Emisiones, instrumento financiero surgido del Protocolo de Kyoto. Otra empresa, Cementos Yurá, ha empezado a utilizar aceites de reciclaje como

combustible alternativo, mientras que en Guatemala, por citar otro caso, Cementos Progreso ha reforestado en los últimos 20 años un total de 3,755 hectáreas y donado casi siete millones de árboles, que anualmente absorben más de 62 mil toneladas de carbono.

Un caso más es el de Holcim Costa Rica, que ha tenido un proceso de transformación tecnológica que le permite aprovechar al máximo el uso de materiales y combustibles alternativos. La cementera cuenta, además, con programas de reforestación y tecnologías de punta para limitar las emisiones contaminantes a la atmósfera. Algo digno de destacar es el papel biodegradable que utiliza para empaacar su producto y el uso racional del agua y energía en todas sus instalaciones. Por su parte, CEMEX Costa Rica ha instituido el programa Acción CEMEX. Se trata de una iniciativa para potenciar el uso de residuos biomásicos, generados principalmente en la provincia de Guanacaste, dentro del marco de sustitución de fuentes energéticas tradicionales por alternativas renovables.

## México, líder de la región

La Cámara Nacional del Cemento (CANACEM), ha dicho en múltiples ocasiones que sus miembros son eficientes, que utilizan tecnología de punta y que están comprometidos con la seguridad, la salud y el medio ambiente. También afirma que sus agremiados "han disminuido su consumo de energía en más de 20% entre 1990 y 2005". Además, "se han invertido 1,500 millones de dólares en equipo ambiental, lo que nos ha convertido en el único sector certificado como Industria Limpia". De acuerdo con el organismo, entre 1994 y 2007



Foto: Cortesía GCC.

## Un tema importante para el IMCYC

El tema de la sustentabilidad pareciera estar de moda en la actualidad; sin embargo, en la revista *Construcción y Tecnología* –y en su antecedente, la *Revista IMCYC*– desde la década de los ochentas se tocó el tópico bajo diversos aspectos. Así, encontramos artículos como "Las viviendas de concreto y la energía solar", donde se dan ejemplo de trabajos en otros países sobre el uso de sistemas pasivos, o el de "El cemento en la década verde" (*Construcción y Tecnología*, septiembre de 1990), de Robert Engbert, donde el autor señala hechos que hoy han sido tomados en cuenta por las cementeras.

En su momento, Engbert se preguntaba: "¿De qué manera la industria del cemento enfocará sus habilidades y recursos sobre la cuestión del medio ambiente? ¿Son las reglamentaciones ambientales una amenaza a nuestra capacidad para hacer negocios?" Para el especialista, "la limpieza del medio ambiente es, a la vez, una oportunidad y una obligación para la industria del cemento: obligación en el sentido de que, como en otras industrias, nuestro proceso de fabricación debe ser ecológicamente benigno. Oportunidad en el sentido del enorme potencial, en gran parte no desarrollado completamente, de la industria del cemento para el manejo de desechos. Primero. Es una oportunidad para nuestro producto –el cemento– muy similar, en mucho, como para la infraestructura y la construcción de obras públicas. Las reglamentaciones ecológicas están generando una nueva industria –la del manejo de desechos–, y cualquier industria nueva y rápidamente creciente significa la construcción de nuevas instalaciones, de carreteras de acceso, así como de la infraestructura asociada".

Finalmente, de manera visionaria, afirmaba: "La industria del cemento va a ayudar en la limpieza de nuestro medio ambiente. Nosotros podemos convertirnos en actores muy importantes en esta área al reconstruir nuestra infraestructura, restituir nuestra productividad así como nuestra competitividad".

Por: Yolanda Bravo Saldaña.



CyT, Se  
tiembre  
1990.



Foto: Cortesía Lafarge.

fueron utilizadas 7.5 millones de llantas como combustible sustituto en las 32 plantas cementeras que tienen los agremiados de la CANACEM.

CEMEX es una de las diez empresas cementeras que participó en una iniciativa para la sustentabilidad del cemento, con la coordinación del Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (WBCSD, por sus siglas en inglés), que implica su propio Programa de Ecoeficiencia y la búsqueda de un desarrollo sostenible. De acuerdo con este postulado, se han identificado seis áreas clave en las que se puede incidir para mejorar el bienestar social: Combustible y materias primas; Salud y seguridad de los empleados; Cambio climático; Reducción de emisiones; Impactos locales, así como Procesos empresariales internos.

Por su parte, Holcim Apasco, miembro del Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, organismo que representa al World Business

Council for Sustainable Development en México, fundamenta su política ambiental en cuatro pilares, cada uno de los cuales contiene principios para prevenir la contaminación ambiental. A saber: Sistemas de Gestión: Directrices para el cumplimiento de la legislación ambiental y control de resultados; aprovechamiento de recursos: promoción de la ecoeficiencia, la conservación de recursos naturales no renovables y el reciclaje de materiales secundarios; impactos ambientales: medición de resultados, así como la relación con las partes interesadas: Diálogo activo con todas las partes interesadas y comunicación pública de los logros obtenidos. La importancia que Holcim Apasco le da al cuidado ambiental está presente también en la creación en 1993, de Ecoltec, una compañía que trabaja específicamente en el área del coprocesamiento.

### Inversión verde

Corporación Moctezuma, conformada por Cementos Moctezuma y

Concretos Moctezuma, ha recibido reconocimientos como empresa socialmente responsable. Entre sus compromisos se encuentra el mejoramiento de la cultura organizacional, el cambio climático, la aplicación de buenas prácticas de reforestación y el manejo de residuos que pueden ser utilizados como combustibles alternos. La empresa tiene una clara conciencia del impacto ambiental que puede generar la construcción y la producción de cemento en una región o localidad, por lo que este aspecto está considerado dentro de los costos que tiene la construcción de una planta.

### Rehabilitación de suelos

En Grupo cementos Chihuahua (GCC) el tema de la rehabilitación de canteras ocupa un lugar preponderante, de tal suerte que se ha avanzado hasta tener listo los planes de cada una de las canteras en un 100%. Uno de los casos de éxito es el que corresponde a la planta de Tijeras, en Nuevo

Foto: Cortesía GCC.



México, en el que se rehabilitó recientemente una superficie de 129,500 m<sup>2</sup>. Durante este proceso se combinaron el uso de diseño por computadora, el sistema de posicionamiento global (GPS), los medidores de superficie electrónicos y la maquinaria especializada. La nivelación final de la cantera estuvo a cargo de maquinaria pesada especializada equipada con GPS, lo que ayudó al operador a

seguir el diseño por computadora de manera muy precisa.

### La cementera francesa

Desde el año 2000 Lafarge ha trabajado en estrecha colaboración con la Organización no Gubernamental World Wide Foundation (WWF) en el mejoramiento de su desempeño ambiental, lo que

ha alentado a otras empresas a actuar en forma semejante. Fue el primer grupo industrial en aplicar este enfoque y se ha comprometido a reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> en un 20% por tonelada de cemento producida, y en un 10% en volumen en los países desarrollados. Sus objetivos se basan en el eficiente uso de la energía en cada una de las plantas y en el desarrollo de tecnología que permita el uso de combustibles alternos, lo cual es una realidad palpable. Ha invertido cada año 100 millones de euros en el rubro de la investigación y el desarrollo tecnológico para mejorar la eficiencia de sus instalaciones. En la actualidad, más de la mitad de sus plantas de producción usan combustibles alternos. **C**

# Feria de SOFTWARE de Análisis Estructural

## Viernes 18 de septiembre 2009

### CENTRO ASTURIANO DE POLANCO

REGISTRO: 8 AM  
HORARIO: 9 AM A 18:30 PM

Arquímedes No. 4 esq. Campos Eliseos  
Colonia Polanco Chapultepec. México, D. F.

Habrá un programa de ponencias sobre uso y ventajas de la utilización de cada uno de los softwares participantes y de los programas de análisis estructural para la investigación.

LAS EMPRESAS PARTICIPANTES OFRECERÁN DESCUENTOS Y PROMOCIONES EN EL SOFTWARE

### INFORME E INSCRIPCIONES

Atención: Ana María Nasser Farías  
Camino a Santa Teresa No. 187  
Col. Parques del Pedregal  
Delegación Tlalpan 14010, México D.F.  
Tel/fax (55) 5528 5975, (55) 5665 9784  
E mail: smie1@prodigy.net.mx



<b>COSTOS:</b>	ESTUDIANTES	\$ 400
	SOCIOS	\$ 700
	NO SOCIOS	\$ 900
	INCLUYE IVA.	

Estudiantes presentar credencial vigente o carta de la institución. Incluye comida y café.

Tricalc

T-CONNECT

STAAD.Pro

RAM

ECOgcW

SAP2000

ETABS

Acero Fácil

# Gradas prefabricadas pretensadas para el Estadio Azteca

René Carranza y Aubry

Fotos: Archivo CyT.

Con este artículo publicado en la *Revista IMCYC* (no. 24, de 1967), queda patente la relación que desde hace décadas tiene don René con nuestro Instituto.

**E**l Estadio Azteca—con capacidad para 105,000 espectadores sentados— es el más grande construido a la fecha en la Ciudad de México. La obra se inició en 1963, habiendo quedado concluida la estructura a fines de 1964. Posteriormente se hicieron las obras conexas de estacionamiento, accesos, pasos a desnivel, iluminación y techumbre. El día 29 de mayo de 1966 fue inaugurado oficialmente.

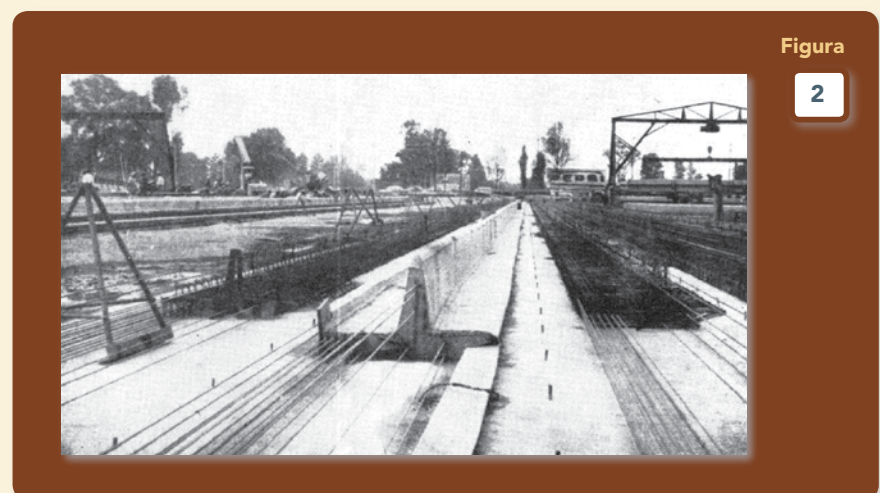
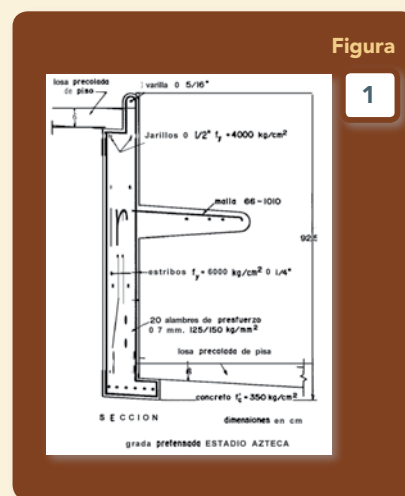
Toda la estructura está hecha de concreto reforzado y presforzado. Los marcos principales de la misma, rampas, traveses de liga y cabezales para soporte del techo son de concreto reforzado colado *in situ*. También lo es la gradería de la parte inferior.

Viendo los problemas que presentaba el colar *in situ* la gradería superior, tanto por el tiempo y el costo que arrojaba, como por los problemas técnicos de cimbrar, armar, colar y descimbrar a una altura de 40 metros, se optó por precolar

las gradas con concreto pretensado para montarlas después apoyándolas sobre los marcos. Según el proyecto arquitectónico, se tenía una sección transversal de la grada bastante elaborada. Cada grada lleva el asiento y respaldo para cada espectador, así como la losa de piso para el pasillo de tránsito (Fig.1).

Analizada la dificultad que presentaba para el colado, transporte y montaje el hacer la grada y el pasillo por separado a base de losas precoladas de concreto reforzado apoyadas sobre cada dos gradas consecutivas, en los chaflanes diseñados *ad hoc* para ello.

Las gradas tienen una longitud variable entre 9 y 13 metros y un peso entre 2 y 4 ton cada una. La longitud total de las mismas es de 12, 606 m con un peso total de aproximadamente 4,000 ton, sin





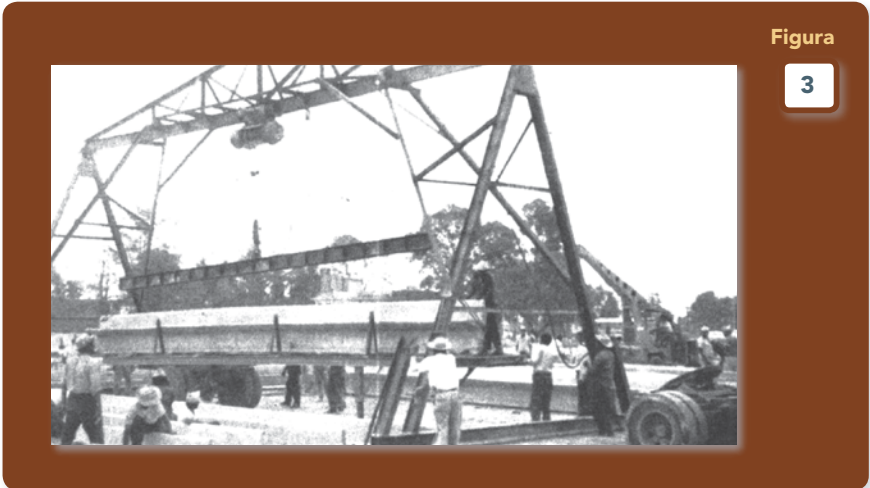
contar las losas de concreto reforzado que forman los pasillos.

En vista del gran volumen que había que fabricar, transportar y montar se prefirió precolar estos elementos en un terreno adyacente al estadio para lo cual se construyeron tres mesas de colado de 100 m de largo y 6.50 de ancho con sus contrafuertes de anclaje en ambos extremos para pretensar los elementos.

Ya que las gradas son de sección transversal muy esbelta, es decir, de poco espesor y de gran peralte (Fig. 1), se colaron en posición distinta de la de trabajo, para garantizar una cimbra simple a pesar de la complejidad de la sección transversal. La parte vertical de la grada, respaldo y alma de la misma, se coló en posición horizontal, directamente sobre la mesa de colado que presentaba una superficie perfectamente pulida. De esta manera el asiento, perpendicular al respaldo, se coló en posición vertical simultáneamente al respaldo para dar un monolitismo a toda la sección de la trabe grada. Para el asiento se usaron cimbras metálicas que se apoyaban y fijaban a la mesa de colado por medio de pernos previamente ahogados en ella. De esta manera se garantizaban las dimensiones de la sección.

## Materiales

Los materiales empleados en la fabricación de las gradas fueron los siguientes: concreto con una resistencia a la compresión de 356 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días hecho con agregado máximo de 3/8", cemento de resistencia rápida, y un aditivo retardante. El revenimiento era de 5 a 8 cm. Se obtenía una resistencia de 240 kg/cm<sup>2</sup> a las 72 horas para poder transferir el presfuerzo a las trabes. Este concreto era elabora-



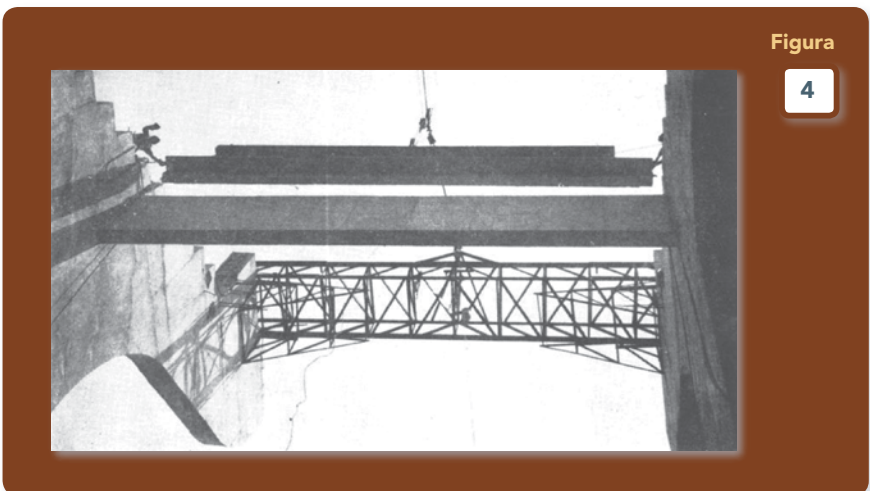
do en una planta premezcladora, transportado en camiones revolvedora, depositado en arquetas o directamente sobre las cimbras de colado y vibrado con vibradores de inmersión de 17 000 rpm. Al respaldo se le daba un acabado con pulido a mano. En las losas se usó un concreto con resistencia de 216 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7 días, hecho con agregado máximo de 3/4", cemento de resistencia rápida, y revenimiento de 8 a 11 cm.

De cada camión revolvedora de 6 n-9 se sacaban 6 cilindros para control de calidad, probándose 2 cilindros a las 72 horas, 2 a los 5 días y los restantes a los 7 días. De este modo se llevó un control riguroso de la calidad del concreto. El acero de presfuerzo era de

calidad 12 500/15 000 kg/cm<sup>2</sup> de fabricación nacional, en forma de alambre indentado de 7 mm de diámetro suministrado en rollos de 1.80 m de diámetro aproximadamente. Para el acero de refuerzo se usó acero Thor 60 de f/4" de diámetro para los estribos, y acero Thor 40 para los refuerzos longitudinales. Se usó electromalla como refuerzo para el asiento y las losas de piso.

## Procedimiento constructivo

Una vez habilitados los estribos de fierro, se cortaban los 15 o 20 cables de presfuerzo, según la longitud de la pieza, y se colocaban en la línea de colado de 100 m de



Figura

5

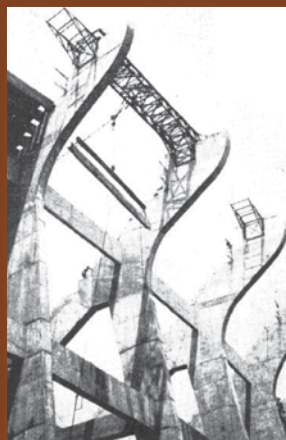


largo aproximadamente y en la que se producían de 8 a 12 traveses (Fig. 2). Después se tensaba alambre por alambre controlando su tensión por el alargamiento del cable y verificándola con la presión manométrica del gato usado para el tensado. La fuerza total de presfuerzo variaba de 60 a 80 toneladas. Se usó el sistema de anclaje y tensado Gifford Udall CCL, que permite tensar alambre por alambre, entre los contrafuertes de anclaje hechos con concreto ciclópeo en las cabeceras de las mesas de colado. De los contrafuertes sobresalían las viguetas de acero y dispositivos en que se apoyaban los anclajes que sujetaban a su vez a los cables tensados mientras el concreto adquiría su resistencia de transferencia,  $240 \text{ kg/cm}^3$ . Cuando se terminaba el tensado de los cables y el armado del fierro de refuerzo, operación que se hacía durante parte de la noche y primeras horas de la mañana, se colocaban en posición las cimbras laterales alineándolas y fijándolas a los pernos de la mesa para garantizar una forma apropiada de la grada. Se colocaban separadores de colado a una distancia igual a la longitud de la grada por colar.

La siguiente operación fue el colado de las trabe-gradas con el concreto suministrado por la planta premezcladora ubicada en la obra. La vibración se hacía con vibradores de inmersión. Atrás de la brigada de colado venía otra que después de pulir la superficie expuesta del concreto para dar una buena apariencia, ya que se había efectuado el fraguado inicial, colocaba costales de yute húmedo y sobre ellos, polietileno plástico en tiras para impedir la evaporación de la humedad y lograr el curado del concreto. Según la temperatura, se agregaba agua sobre los costales de yute para mantener la atmósfera húmeda para el curado. Esta operación se hacía durante 3 días mínimo, o hasta que el concreto adquiriera la resistencia adecuada para la transferencia del presfuerzo. Cuando esto sucedía se procedía a retirar los moldes laterales de las trabes, los separadores entre grada y grada y se transfería el presfuerzo al concreto cortando con soplete de oxiacetileno los alambres pretensados en un orden tal que no se produjeran excentricidades de la fuerza de presfuerzo. Así se terminaba el ciclo de producción.

Figura

6



Después se iniciaba el de transporte al levantar las gradas del carril de la mesa de colado que ocupaban, dejándola lista para el siguiente ciclo de colado. Para levantar las gradas de la mesa de colado se utilizaron 2 grúas que tomaban a las gradas de los extremos a través de unas varillas previamente ahogadas en el concreto. La grada, al irse levantando iba girando hasta quedar en posición vertical y de este modo podía ser transportada sin peligro de romperse por manejarse en posición inadecuada. Según el caso, las grúas transportaban la pieza al patio de almacenamiento para esperar el turno de ser montadas, o la subían directamente a la plataforma del camión transportador que la llevaría al pie de la zona de la estructura donde sería montada (Fig. 3). Las plataformas, construidas *ex profeso* para este trabajo, iban provistas de dispositivos que les permitían transportar 2 gradas en cada viaje, por los tortuosos caminos de la obra. Había 6 plataformas y tres camiones tractores; mientras una plataforma estaba siendo cargada por las grúas en el patio de almacenaje, el camión llevaba la otra plataforma cargada al pie de la estructura para que las gradas fuesen descargadas e izadas para su montaje en su posición en la estructura. De esta manera se formaba el ciclo de transporte y se abastecía a las cuatro maniobras de montaje. Fueron suficientes tres equipos de transporte para abastecer a las cuatro maniobras puesto que cada día una de ellas no montaba por estar cambiando su posición sobre la estructura para continuar montando traveses grada en la siguiente zona o sector de la estructura del estadio.

Para el montaje de la gradería sobre los marcos de la estructura se estudiaron varias posibilidades.



Lógicamente, se empezó por considerar el sistema de grúas, pero no se consiguió ninguna que pudiera montar 5 toneladas (4 de peso propio de la grada más 1 ton de la trabe de acero para levantar la grada por sus extremos) a 25 m de distancia horizontal de la misma y a 40 m de altura, y con los estorbos que causaban las traves de liga y las rampas de la estructura para dicho montaje.

Se escogió un sistema de cable-vía. El cable se apoyaba en uno de sus extremos en una armadura con sección en forma de cajón que descansaba sobre los cabezales de los marcos (Fig. 4), y en el otro en una pluma debidamente contraventeada apoyada sobre los marcos de la estructura a través de otra armadura al nivel 16.00 m (Fig. 5). El cable-vía era un cable de acero de 1 ½' de diámetro sobre el cual corría el carro que cargaba el mecanismo que soportaba las gradas, firmemente apoyado en uno de los extremos en la trabe cajón metálica sobre los cabezales de la estructura, y en el otro sobre la pluma de 14 m de alto colocada a un nivel de 16 m. Se colocó un cable para el desplazamiento horizontal y otro para el izado o movimiento vertical de la grada. Los cables eran accionados por un malacate de 10

ton de doble tambor –un tambor para cada cable– que tomaban la grada al pie de la estructura, la izaban hasta el punto más alto, pasando entre las traves de liga, y una vez librada la última trabe se iniciaba el movimiento horizontal y el descenso para colocar la trabe en el lugar que le correspondía. Cuando se completaba el montaje de las gradas de un entre-eje, se corría el dispositivo cable-vía al sector o entre-eje siguiente, hasta completar con las maniobras el montaje de toda la gradería precolada del estadio (Fig. 6). Una vez que se tuvieron montados dos sectores contiguos, se procedió a colar la junta que quedó entre cada 2 gradas consecutivas soldando las barbas o anclas de cada grada con las del marco de la estructura. Después se procedió a colocar las losas precoladas de los pasillos en su posición –o sea entre cada dos gradas– sobre los chaflanes de las mismas, y se construyeron las escaleras. Por último se afinaron los detalles e hicieron los resanes requeridos.

Los trabajos de prefabricación de gradas, losas, transporte, montaje y acabados se realizaron en un plazo aproximado de cuatro meses. Se efectuaron pruebas de carga de unidades aisladas habiéndose

suspendido la prueba para una carga viva de 2 200 kg/m al no disponer de facilidades para continuar la prueba, y sin llegar a la falla de la pieza (Fig. 7). A esta carga se le había perdido la contraflecha y se presentaba una flecha de 2.4 cm con las primeras fisuras en las fibras inferiores de la viga-grada en su parte central. Se consideró satisfactoria la prueba puesto que el diseño se había hecho para una carga viva de sólo 450 kg/m. Después de haber retirado la carga, las gradas se recuperaron casi totalmente, pues sólo perdieron 2 mm de su contraflecha inicial que era de 3 cm al centro del claro. Posteriormente las autoridades de obras públicas de la ciudad hicieron pruebas por zonas de la gradería con carga de 780 kg/m, que resultaron plenamente satisfactorias.

## Créditos

El diseño, fabricación y montaje estuvieron a cargo de los ingenieros René Carranza y Aubry y Alejandro Fernández Vargas, Gerente y Residente de obra, respectivamente, de "Servicios y Elementos Presforzados", SA (Sistemas CCL). Se contó con los servicios del dr. Gustavo Otto Fritz de la Orta, como ingeniero consultor. ©

# Aseñado por la **vocación**

“Mi suerte, mi gran suerte, ha sido el ser aseñado, desde niño, por una vocación vehemente. He amado este arte de la construcción que he concebido, tal y como hicieron mis ancestros artesanos, como modo de reducir al mínimo el trabajo humano necesario para lograr un objetivo útil”.

**L**a frase que nos sirve de entrada, así como ésta que dice: “Nací constructor. Era para mí no sólo una necesidad ineludible, sino también una fuente inagotable de felicidad imponer al material en bruto esas formas y

estructuras que surgían de mi imaginación”, fueron expresadas por Eugène Freyssinet –pionero del pretensado en las estructuras de concreto–. Ambas sirvieron como modelo a seguir para el ingeniero René Carranza y Aubry, quien desde 1958 ha marcado la pauta en este rubro de la industria de la

**Juan Fernando González G.**

Retrato: A&S Photo/Graphics

construcción en México. Así, en un soleado sábado, el ingeniero nos brindó unos minutos de su tiempo para charlar de su trabajo. Acompañado de su encantadora esposa y teniendo como lugar de la entrevista la terraza del IMCYC, nos enteramos cómo este personaje de la ingeniería mexicana llegó a ser lo que es: uno de los grandes especialistas de la prefabricación.

Contemporáneo de grandes ingenieros civiles, Carranza y Aubry denota en cada una de sus palabras la tranquilidad de haber cumplido con su deber; algo que agradece a Dios ya que, comenta, “me ha bendecido y me permitió hacer algo por este país en el terreno



de la prefabricación y presfuerzo de estructuras de concreto”.

Nuestro entrevistado, catedrático respetadísimo por muchas generaciones de ingenieros, fue uno de los primeros especialistas que se enrolaron en las filas del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, AC (IMCYC), trinchera desde la que empezó a organizar los trabajos de la Asociación de Industriales del Presfuerzo y Prefabricación AC, antecedente de la actual ANIPPAC, organismo que dirige en estos momentos su sobrino Octavio Rodríguez Carranza.

## Pasión por la ingeniería

Un “caballero de fina estampa”, como reza la canción, es la imagen que queda en la memoria luego de conocer al propietario de Servicios y Elementos Presforzados SA de CV. (SEPSA), quien rememora como si hubiera sido ayer, la época en la que asistía al IMCYC y charlaba con el ingeniero don Óscar González Cuevas acerca de sus proyectos e ilusiones.

La carrera de Carranza y Aubry estuvo influenciada en gran medida por el citado ingeniero francés Eugène Freyssinet, quien pasó a la historia como el inventor de la técnica para endurecer el concreto armado. En 1961, un año antes de la muerte de Freyssinet, se constituyó SEPSA, empresa que se instaló por los rumbos de Legaria, (en el DF), justo en el lugar en que se encuentra actualmente la Casa de Moneda.

Pionero de la prefabricación, junto con la empresa Viguetas y Bovedillas SA (VIBOSA), propiedad del ingeniero Caire, la empresa de Carranza y Aubry empezó a difundir lo que era la prefabricación y el presfuerzo así como a conseguir clientes que creían en su novedosa técnica constructiva. Fue así como,

en esos años, SEPSA se hizo cargo de techar las tres plantas del prestigiado Colegio Williams, obra que le abrió las puertas de un mercado sumamente desconfiado.

## Una gran obra

Un proyecto por demás representativo es el que se relaciona con la colocación de las gradas del Estadio Azteca (Ver en este mismo número la sección “50 años recuento”), las cuales fueron instaladas en un tiempo récord de cuatro meses. Sobre esta obra, Carranza y Aubry recuerda cómo, cuando se enteró del proyecto del denominado “Coloso de Santa Úrsula”, pensó de inmediato en tomar parte de él.

“Ya habíamos hecho la plaza de toros de Santa María de Querétaro –que sigue teniendo una vigencia impresionante–, y es por ello que no me asustaba cumplir con el reto del Estadio. A los 27 años, sin duda, se tiene la suficiente audacia para enfrentar cualquier reto, aunque debo reconocer que nos costó mucho trabajo”, relata.

“Un calculista se negaba a aceptar que las cosas se hicieran como nosotros las planteábamos y la verdad es que tuve que poner el pie para que no me cerraran la puerta. Los argumentos que manejaba nuestra empresa estaban basados en la calidad de la obra;

## Reconocimientos a SEPSA

- 1993 Premio Nacional del Presfuerzo y la Prefabricación, por el puente “Entronque Santa Bárbara”, en Querétaro, Qro.
- 1993 PCI Reconocimiento por el puente “San Pablo”, en Querétaro, Qro.
- 1994 PCI Design Award por el puente “Peñuelas”, en Querétaro, Qro.
- 1995 PCI Reconocimiento por el Distribuidor Vial “Cuesta China”, en Querétaro, Qro.
- 2000 Premio Nacional del Presfuerzo y la Prefabricación por el puente “Ayuntamiento 2000”, en Cuernavaca, Mor.
- 2000 Premio Nacional del Presfuerzo y la Prefabricación a la Trayectoria. Ing. René Carranza y Aubry, Dir. General SEPSA. (El Ing. Dejó la dirección de SEPSA en el año 2000)

pero también en el ahorro que se tendría en tiempo y dinero, cosa que al ingeniero con el que tratábamos no le importaba. Yo sabía que los dueños pensarían diferente y es por ello que busqué entrevistarme con don Emilio Azcárraga Vidaurreta y con su hijo, Emilio Azcárraga Milmo, quienes al ver las fotografías que llevaba conmigo empezaron a creer en el asunto. Todo se resolvió cuando el ingeniero Leopoldo Lieberman



Edificio Bancomer.

intervino (los Azcárraga lo buscaron para saber su opinión) y dio su aprobación. Así las cosas, empezamos la obra en agosto de 1964 y la terminamos cuatro meses después, algo que mereció que el ingeniero Lieberman dijera que era la obra más ingenieril que había visto. Y continúa: "Para hacer las gradas usamos un cable vía accionado por malacates de tractolina, que era un sobrante de la Segunda Guerra Mundial. Yo les adapté un malacatito eléctrico para tener dos tambores (eran de un solo tambor) y con esos dispositivos fue posible montar las gradas en ese lapso".

### Cinco lustros de avances

El avance tecnológico y científico no es ajeno al rubro de la industria de la construcción y testigo de ello es el ingeniero Carranza y Aubry. "En el año en que nació el IMCYC ocupábamos el cloruro de calcio –la sal común– como aditivo para acelerar la resistencia del concreto, un proceso que también requería que tapáramos la zona de trabajo con yute y que regáramos diariamente para que en cuatro días obtuviéramos el 80% de la f'c que buscábamos; sólo entonces podíamos transferir el presfuerzo. Pero existe el otro lado de la moneda, –dice el entrevistado– toda vez que las computadoras han dañado a la ingeniería en algún sentido. Ahora son pocos los que quieren estudiar ingeniería civil y es por ello que muchos de los trabajos que deberían hacer especialistas mexicanos los hacen norteamericanos o europeos".

### Campo desaprovechado

Si hablamos específicamente de la prefabricación, dice el experimentado especialista, es innega-



Puente Pañuelas.

ble que no ha sido aprovechada como debiera. "Asumo que esto se debe a que se considera que este tipo de obras son inseguras, pero nada más falso que ello. La mejor muestra de lo que digo son los puentes que existen alrededor del mundo y que se realizaron en los años treinta del siglo pasado; los cuales resistieron, incluso, el terrible embate de la Segunda Guerra Mundial".

Una larga secuela de éxitos y proyectos de toda índole es la herencia que el ingeniero Carranza y Aubry dona para el mundo de la ingeniería mexicana. Ahora, con la tranquilidad que da el deber cumplido, dedica la mayor parte de su tiempo a disfrutar de la vida en compañía de su esposa.

"Creo que ha sido más complicado ser empresario que ingeniero; ahora estoy gozando de esas aventuras que experimenté en el pasado. Hoy descanso y disfruto de la vida, aunque tengo un proyecto que pronto verá la luz". Al respecto, nos confiesa que se trata de una plaza cultural y comercial, "tal vez la última de mis obras", que se llamará Plaza Lumínica, la cual se construirá en unos terrenos que poseo en el estado de Morelos. La historia comenzó no hace

mucho, cuando el propietario de la compañía de autobuses Pullman de Morelos me pidió que le vendiera una parte de esa propiedad, charla que derivó en una sociedad y en el acuerdo de construir entre ambos el centro comercial. En la actualidad, los trámites ante el cabildo del municipio de Jiutepec ya están muy avanzados, por lo que pronto empezaremos la construcción. Será un espacio cultural ante todo –dice el entrevistado– que contará con una concha acústica y un ágora donde se presentarán todo tipo de artistas. También habrá salas de cine, tiendas departamentales y, por supuesto, las instalaciones de Pullman de Morelos. Tras la construcción de la plaza entraré a un medio merecido descanso", dice Carranza y Aubry, quien enfatiza que Dios lo ha bendecido y le ha permitido hacer algo por este país en el terreno en la prefabricación y presfuerzo de estructuras de concreto.

Para concluir, deja una reflexión para las nuevas generaciones: "Espero que los jóvenes que estudian ingeniería tomen en cuenta esta área porque no creo que haya algo más interesante y valioso que el concreto prefabricado pretensado y postensado".



Estadio Azteca.



Juan Fernando González/  
Yolanda Bravo Saldaña.

Retratos: A&S Photo/Graphics.  
Fotos: Archivo CyT.

# Un festejo lleno

Conferencias, firmas de convenios, reuniones y entregas de reconocimientos, son algunas de las actividades –llenas de dinamismo y pasión– que conforman el Calendario 2009 que festeja los 50 años del IMCYC.

**E**n unos cuantos años más, cuando se recuerden los hechos que acompañaron la celebración del 50 aniversario del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, AC (IMCYC), la historia también registrará el empuje y coraje de todos los integrantes del Instituto para llevar a cabo exitosamente los preceptos que marcaron su nacimiento, toda vez que la difusión del buen uso del cemento y el concreto, así como el apoyo a la investigación y el desarrollo tecnológico, son objetivos aún vigentes.

## Los festejos

Desde la perspectiva editorial, desde enero de 2009 la revista *Construcción y Tecnología* ha dedicado parte de sus páginas a reconocer la labor de algunos protagonistas del cemento y del concreto, al tiempo que ha presentado una serie de artículos históricos que han dado cuenta, tanto de los avances tecnológicos, como de la durabili-

dad y flexibilidad del concreto en obras como puentes, carreteras o edificios o casas. Así, en nuestras páginas hemos presentado el ideario de personalidades como Teodoro González de León, Pedro Ramírez Vázquez, Óscar González Cuevas, Roger Díaz de Cossío, Mario Fastag, Arturo Aispuro, Mario Duarte, entre otros de los muchos hombres y mujeres que han hecho del concreto una de sus principales herramientas de expresión.

Por otra parte, en el ámbito de las actividades, desde 2008 se comenzó a organizar el Ciclo Internacional de Conferencias FIC 09, que debió realizarse los días 25, 26 y 27 de mayo pasado. Sin embargo, como todos sabemos, la terrible contingencia sanitaria que generó la presencia del virus H1N1 obligó a nuestro Instituto, y a muchas instancias

más del país, a posponer actividades para evitar un brote mayor de la enfermedad. Al respecto, el ingeniero Daniel Dámazo Juárez, director general del IMCYC, estableció oportunamente que la suspensión respondía “no sólo a la recomendación y directrices de los decretos gubernamentales que indicaban la suspensión de cualquier evento multitudinario, sino a nuestra preocupación por la seguridad y bienestar de todos los participantes y sus familias”. Fue entonces que el IMCYC puso en marcha un “Plan B”, que devino en la generación de una



# de trabajo



serie de Conferencias magistrales dictadas por personalidades vinculadas a la industria de la construcción en México.

Se pensó en que cada una de estas Conferencias magistrales se realizaran en diferentes estados de la República Mexicana, atendiendo una añeja demanda de que el organismo cementero se acercara –como lo hiciera mucho tiempo atrás– a los profesionales de la industria de la construcción que se encontraban fuera de la capital mexicana. Hoy más que nunca, el IMCYC busca promover las bondades del cemento y del concreto en todos los ámbitos y lugares posibles pues el concreto es, sin duda alguna, “el rey de los materiales”.

La primera de estas Conferencias magistrales –como dimos cuenta en su momento en *CyT*– se efectuó en abril, en Villahermosa, Tabasco, con el tema “Infraestructura Hidroeléctrica”. Ante un auditorio lleno con más de 200 personas, entre empresarios, profesionales y técnicos de la

construcción, funcionarios estatales y municipales, académicos y estudiantes, tuvo lugar este evento en el cual el dr. Humberto Marengo Mogollón, Coordinador de Proyectos Hidroeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad, charló acerca de las grandes obras de infraestructura del sector del cual es especialista. Parte importante de esa reunión fue cuando el ing. José Luis Yáñez Burelo, presidente de la CMIC Tabasco, en su calidad de anfitrión, señaló que con ese evento, se retomaba el trabajo conjunto IMCYC-CMIC con el fin de mejorar la cultura del uso del concreto en ese estado.

Dos meses después la sede de la siguiente Conferencia magistral, –dictada por el ing. Gabriel Santana– fue la ciudad de Chihuahua, donde nuevamente, ante un auditorio apasionado y ávido de información, se habló con lujo de detalle del mundo de la prefabricación, así como de las ventajas que tiene este sistema constructivo. En esa ocasión, asistentes al evento confesaron estar muy contentos

de que se retomara por parte del IMCYC, el planteamiento de acercarse con este tipo de actividades a diversas ciudades, hecho que se daba de manera regular en otras épocas. Las siguientes conferencias, desarrolladas exitosamente en Pachuca, Hidalgo, Monterrey, Nuevo León, también demostraron que la pauta a seguir, como señala el ing. Dámazo Juárez, es “continuar buscando generar este tipo de encuentros de manera regular”. Cabe decir que las siguientes Conferencias magistrales de este 2009 tendrán lugar en el Distrito Federal y Guadalajara. Finalmente, será la ciudad de Cuernavaca la que cierre con broche de oro este Ciclo de Conferencias magistrales, en noviembre.

## Nuestras voces

“Pensábamos tirar la casa por la ventana para celebrar el 50 aniversario del Instituto, pero la crisis económica por la que atraviesa México nos impide hacer un festejo de tal magnitud”, dijo a *Cons-*



*trucción y Tecnología* el licenciado Jorge L. Sánchez Laparade, presidente del IMCYC, quien destaca que se decidió asistir a diferentes lugares de la República para llevar hasta allí a prestigiados expositores nacionales e internacionales. "Hoy –comenta– el Instituto se encuentra en un proceso de independencia de los asociados y de sus cuotas, lo que, sin duda será benéfico para todos los implicados. Ser independientes de ningún modo significa renunciar al apoyo de la industria cementera –dice el directivo– sino entender que debemos buscar nuestros propios recursos".

Por su parte, el director general del IMCYC, el ingeniero Daniel Dámazo Juárez, reconoce que la presencia del Instituto se ha extrañado en algunos foros; pero, a cambio de ello, hemos podido organizar diversos encuentros –como los ya señalados– que se han distinguido por la presencia de grandes especialistas. El año pasado, señala el entrevistado, también tuvimos un gran Ciclo internacional de conferencias con ponentes de talla internacional, lo que fue posible gracias a las relaciones mundiales que mantenemos con instituciones de gran prestigio. Este año, como ya se mencionó, la crisis económica y sanitaria hicieron que cambiaran los planes". Y sí, cambiaron los planes, más nunca el esfuerzo y gusto por difundir por todos los medios posibles el buen uso del cemento y del concreto.

### El Simposio

Mención aparte merece el Simposio Nacional de la Enseñanza del Concreto, el cual fue diseñado para discernir en torno a la educación sobre el concreto en México. Es un encuentro ideal para propiciar el intercambio de ideas entre

Este 2009 fue creado un trofeo especial para reconocer la labor de muchos de los personajes que han estado ligados a la historia del cemento y el concreto, y por supuesto, a quienes se han relacionado con el IMCYC. Esta estatuilla conmemorativa de sombolismo maya –que simbolismo maya– se ha entregado ya a varios de los invitados especiales que han participado en las Conferencias magistrales organizadas por el Instituto. Sin embargo, también habrá una entrega especial de esta distinción durante una evento de gala a la cual asistirán personalidades de todas las áreas del quehacer humano que de una u otra forma han contribuido a difundir el buen uso del cemento y el concreto.

los representantes de las mejores facultades y escuelas de ingeniería y arquitectura de México, y los organismos públicos y privados que demandan profesionistas de calidad para ser incorporados a sus cuadros de trabajo.

"Esto es particularmente importante si se considera que la matrícula de la carrera de Ingeniería se ha reducido en los últimos años", señala el licenciado Sánchez Laparade, quien a pesar de dicha circunstancia se niega a creer que haya la necesidad de recurrir a ingenieros del extranjero "porque la capacidad de los mexicanos es muy buena, y comparable con la de los países llamados del primer mundo. Una muestra palpable son las obras y construcciones que existen en todo el país, así como el hecho de que muchas compañías contratan a especialistas mexicanos para hacer obras fuera de nuestro territorio".

Yo creo –analiza el presidente del IMCYC– que si hablamos de la parte educativa existe un fenómeno que tiene que ver con la velocidad en la que se han ido desarrollando las cosas; es decir, que por la apertura y la especialización no hay tanta gente que quiera realizar la carrera de Ingeniería. El antídoto es generar una carrera atractiva al tiempo que se deben capacitar a los docentes para que los estudiantes se transformen en ingenieros con nivel y reconocimiento mundial".

### Aún hay más

Una noticia relevante es la que se refiere al convenio que el IMCYC

firmó con Expo CIHAC, la más importante exposición de la industria de la construcción en México. El evento, a celebrarse entre el 14 y el 17 de octubre de 2009, será el lugar perfecto para presentar el Ciclo Internacional de Conferencias FIC 09, al que asistirán especialistas de todas partes del mundo y personajes de alta envergadura de nuestro país, todos ellos ligados al rubro del cemento y el concreto.

### Colofón

Durante 50 años, el IMCYC se ha entregado a la tarea de promover el buen uso del cemento y el concreto. "Hemos atravesado etapas críticas, pero al paso del tiempo, hemos logrado ganar prestigio a nivel nacional e internacional", señala Dámazo Juárez, quien recuerda además que el organismo que preside tiene convenios con instituciones sumamente influyentes como el American Concrete Institute (ACI), la Portland Cement Association (PCA) y el Japan Concrete Institute (JCI), por mencionar unas cuantas.

"La gente nos identifica como el IMCYC, un organismo de enorme prestigio; mismo que no queremos perder pues muchas décadas nos ha costado obtener. El año que viene pensamos organizar el Pabellón del concreto, lugar donde estará lo más novedoso en relación con bombas de concreto, plantas de concreto, equipo para transportación y manejo de concreto. Se trata de un gran proyecto para el 2010 que seguramente será muy importante y un paso natural del crecimiento del Instituto", concluye. c

# CURADO DEL CONCRETO

CONFIE EN NOSOTROS  
Y EXIJA LO MEJOR!

[www.reefindustries.com](http://www.reefindustries.com)



PARA UNA PROTECCIÓN A LARGO PLAZO, UNA PEQUEÑA INVERSIÓN HARÁ UNA GRAN DIFERENCIA. LA TECNOLOGÍA DE PUNTA DE NUESTRO PRODUCTO LE OFRECE UNA PROTECCIÓN AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE GARANTIZÁNDOLE RESISTENCIA A SU CONCRETO POR MUCHOS AÑOS. EL CURADO DEL CONCRETO ES UN PASO MUY IMPORTANTE, ASÍ QUE, NO DEJE QUE SU DINERO SE CUELE ENTRE LAS GRIETAS!

## CURADO DEL CONCRETO Armorlon®

- Baja permeabilidad: Supera la retención de la humedad y reduce el remojado.
- Rechazan el calor y conservan la pérdida de humedad.
- Son 100% reusables: material sintético que no se pudre o se deteriora.
- Cumplen con las normas AASHTO especificación M-17 para la reflexión y retención de humedad.
- Son livianas, flexibles y muy fáciles de instalar.
- Disponibles para entrega inmediata en tamaños de 3.00m x 45.7m.



## BARRERAS DE VAPOR Griffolyn®

- Las barreras de vapor reforzadas y de baja permeabilidad de Griffolyn® le ofrecen una protección contra la humedad en sus pisos.
- Igualan y en muchos casos exceden las normas de ASTM E-1745, Clase A, B, o C.
- Son de alta resistencia al desgarre y pinchazos.



**LADASIN COSTO** Desde Mexico **001.800.426.1447**

9209 Alameda Genoa Rd. • Houston, TX 77075 • USA Tel: 713.507.4251 • USA Fax: 713.507.4295  
Email: [jnadal@reefindustries.com](mailto:jnadal@reefindustries.com)



**REEF INDUSTRIES, INC.**

El Fabricante Original de Plásticos Especializados Desde 1957.



# Presente y futuro

**Juan Fernando González G.**

Retratos: A&S Photo/Graphics.

El 2009 ha sido una celebración continua por parte del IMCYC al cumplirse 50 años de haber sido fundado este Instituto; y quien mejor que las cabezas del equipo para contarnos del presente y futuro de este organismo.

**T**res figuras emblemáticas de nuestro organismo quienes comparten sus experiencias y explican la manera en que perciben su trabajo al interior del IMCYC: el lic. Jorge L. Sánchez Laparade, presidente del IMCYC; el M. en C. Daniel Dámazo, director general, y el ing. Luis García Chowell, Gerente técnico y por tanto, responsable del laboratorio.

### La voz de nuestro presidente

El licenciado Jorge L. Sánchez Laparade, manifiesta que los últimos diez años de su vida ha estado ligado a la industria del cemento y el concreto, tiempo durante el cual se ha desempeñado en diferentes áreas de la empresa multinacional CEMEX. Fue en el años de 2003 que el licenciado Sánchez Laparade tomó las riendas del IMCYC, luego de que las cinco empresas que lo conforman consideraron que sería benéfico que en el cargo estuviera un administrador y no un ingeniero. "Siempre he dicho –comenta el directivo– que el Instituto me apasiona y que tiene mucho potencial y posibilidades de crecimiento. Hoy cumplimos 50 años y hay que rendir homenaje a cada una de las personas que han pasado por nuestras instalaciones, ya que todas ellas han colaborado para que el IMCYC sea lo que es hoy y tenga el reconocimiento que tiene a nivel nacional e internacional. Por otro lado, recuerdo que en el tiempo que asumí la presidencia del IMCYC



Jorge L. Sánchez  
**Laparade**

atravesábamos un momento crítico, quizá no tan difícil como el de hoy; pero en el que se imponía hacer muchas cosas para romper con un círculo vicioso que nos impedía abrir la puerta a la innovación.

El instituto con el que me encontré a mi llegada tenía un presupuesto limitado y reducido, y tal parecía que el ánimo era el de querer que las cosas se quedaran como estaban; cuando lo que se requería era ir a la conquista de nuevos mercados. Por ello, algo fundamental fue hacerle entender a la gente que para salir de ese letargo era necesario actuar con dinamismo, creatividad y entusiasmo. Sólo así podíamos cambiar lo que éramos en esos momentos”, enfatiza.

La labor esencial del IMCYC es la de apoyar la educación, y en este sentido, el presidente del Instituto expresa: “Pienso que hace unos años no nos dábamos cuenta de la trascendencia que tiene el Instituto más allá de nuestras fronteras. Nada mejor para comprobar lo que digo que la gran aceptación que tienen los libros editados por nuestra or-

ganización, los cuales son elementos de consulta fundamentales en muchas Universidades de Centro y Sudamérica. Sin duda, el IMCYC ha sido un pilar para la educación de muchos ingenieros, y eso se pone de manifiesto en cada uno de los foros nacionales e internacionales a los que acudimos”, expresa con orgullo el licenciado Sánchez Lapa-

rade, quien señala que la relación del Instituto con las instancias académicas y gremiales más importantes de México y el mundo –como la UNAM y el ACI– contribuye en forma determinante a la capacitación de los ingenieros.

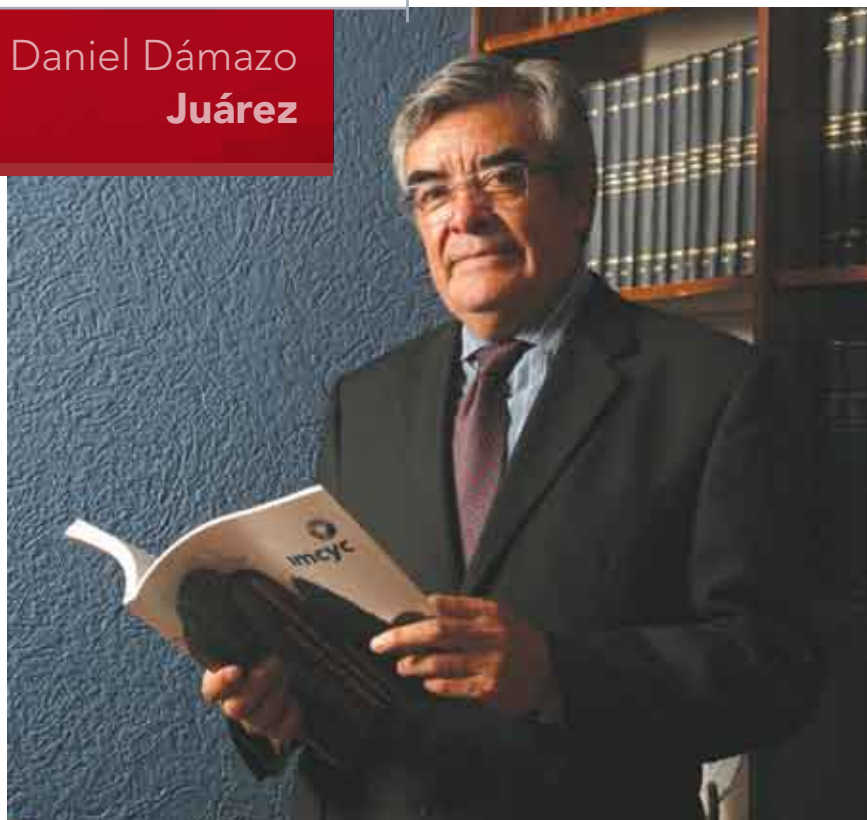
### La Dirección general

Egresado de la Universidad Autónoma de Puebla, el maestro en ciencias Daniel Dámazo Juárez inició su relación con el IMCYC en 1978, cuando formó parte de un programa de becarios mediante el cual obtuvo su tesis de licenciatura. Dos años más tarde, el actual director del organismo cementero regresó de la Universidad de Purdue –en West Lafayette, Indiana–, donde realizó la maestría en materiales al tiempo que se integraba a CEMEX, donde trabajó durante 21 años.

“Ingresé al IMCYC en 2003, como gerente técnico, justo en la época en la que el director era el ingeniero José Lozano Ruy Sánchez; acababa de tomar posesión como presidente el licenciado Sánchez Lapa-

FECHA	TITULO	PRESIDENTE	TITULO	DIRECTOR
1962		Ignacio Soto		Juan Manuel Hallivis
1966		Ignacio Soto		Juan Manuel Hallivis
1968		Ignacio Soto		Juan Manuel Hallivis
1972		Ignacio Soto	Ing.	Cutberto Díaz Gómez
1975	Ing.	Rodolfo F. Barrera	Ing.	Cutberto Díaz Gómez
1978	Ing.	Manuel Mariscal	Ing.	Cutberto Díaz Gómez
1982	Ing.	Manuel Mariscal	Ing.	Cutberto Díaz Gómez
1986	Arq.	Antonio Larrea Peón	Dr.	José Antonio Nieto Ramírez
1987	Ing.	José Treviño Salinas	Dr.	José Antonio Nieto Ramírez
1988	Ing.	José Treviño Salinas	Dr.	José Antonio Nieto Ramírez
1990	Ing.	José Treviño Salinas	Dr.	José Antonio Nieto Ramírez
1992	Lic.	Luis Martínez Arguello	Dr.	José Antonio Nieto Ramírez
1993	Lic.	Luis Martínez Arguello	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
1994	Lic.	Luis Martínez Arguello	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
1995	Lic.	Luis Martínez Arguello	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
1996	Lic.	Luis Martínez Arguello	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
1997	Lic.	Luis Martínez Arguello	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
1998	Lic.	Luis Martínez Arguello	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
2001	Lic.	Luis Martínez Arguello	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
2003	Lic.	Jorge Luis Sánchez Lapa-	Arq.	Heraclio Esqueda Huidobro
2004	Lic.	Jorge Luis Sánchez Lapa-	Ing.	José Lozano Ruy Sánchez
2006	Lic.	Jorge Luis Sánchez Lapa-	Ing.	José Daniel Dámazo Juárez
2008	Lic.	Jorge Luis Sánchez Lapa-	Ing.	José Daniel Dámazo Juárez
2009	Lic.	Jorge Luis Sánchez Lapa-	Ing.	José Daniel Dámazo Juárez

Daniel Dámazo Juárez



importantes y en los cuales se ampliaron los servicios técnicos que se desarrollaban, toda vez que aprovechamos la estructura técnica y el equipo con el que contábamos”, comenta.

El ingeniero revela que hace seis años realizaron un estudio de mercado para saber cómo estaba posicionado el IMCYC. “Los resultados fueron sumamente interesantes ya que nos dimos cuenta que nos conocían poco fuera de la Ciudad de México, lo que sirvió para replantearnos algunas cosas. Primero, decidimos que era tiempo de salir y promover los servicios que prestábamos, así como ampliar las asesorías técnicas tanto en México como en Centro y Sudamérica. Vimos que era necesario ir al interior del país para ofrecer nuestros cursos porque había un sinnúmero de especialistas que necesitaban esa información y no podían venir a la capital”, recuerda el directivo, quien expone que también se incrementó el fondo editorial de la Institución y la presencia del IMCYC en muchas de las exposiciones relacionadas con la industria de la construcción”.

Tras la salida del ingeniero Lozano Ruy Sánchez de la dirección, Dámazo Juárez tomó dicha responsabilidad y le dio continuidad a lo que ya estaba planificado. Paulatinamente, rememora, “empezamos a observar que la gente recibía con mucho agrado los cursos y seminarios que organizábamos, así como los libros que poníamos a la venta”. Hoy, tras seis años de labor ininterrumpida, el ingeniero Dámazo Juárez se siente satisfecho de los logros obtenidos, sobre todo porque un nuevo estudio de mercado señala que las cosas son completamente diferentes. En la actualidad, la gente ligada a la industria nos conoce muy bien; sabe quiénes somos y lo que hacemos. Hay una gran cantidad de profesionales que ha tomado

un curso de certificación o asistido a alguno de nuestros seminarios, y eso es sumamente satisfactorio”.

## Futuro prometedor

El IMCYC tiene como miembros asociados a CEMEX, Corporación Moctezuma, Grupo Cementos Chihuahua, Lafarge y Holcim Apasco. Desde hace tiempo se espera la integración de la cementera Cruz Azul para que la industria del ramo se encuentre representada en su totalidad. El licenciado Sánchez Laparade acepta que siempre ha habido lugar para un nuevo socio, y que es muy probable que sea a finales de este año que con los originarios de Jasso, Hidalgo, se oficialice la incorporación.

“Hay mucho por hacer como presidente del IMCYC; pero es algo que me apasiona. El Instituto es ahora mismo una de las organizaciones más importantes de Iberoamérica; pero quisiera que pronto seamos el mejor de toda la región. Si me preguntas cómo quiero que sea percibido nuestro Instituto la respuesta es: ‘Como una organización que ofrece soluciones de tipo educativo, técnico; una institución que otorga las mejores soluciones a los constructores mexicanos”.

En el mismo sentido se manifiesta el ingeniero Dámazo Juárez, quien apuesta por una pronta recuperación de la economía y enfatiza que “no debemos bajar los brazos, sino cumplir con la responsabilidad que nos corresponde a cada quien. Nosotros debemos seguir promoviendo el buen uso del cemento y el concreto; pero también debemos asesorar y capacitar a los especialistas; certificar a los expertos y con ello lograr que las empresas que los contraten tengan la plena seguridad de que sabrán hacer su trabajo”. c

El ingeniero Luis García Chowell, gerente técnico del IMCYC, conoce plenamente los entretelones del organismo y comenta que el Laboratorio existe por los mismos motivos por los que se fundó el Instituto: difundir el buen uso del cemento y el concreto, y procurar que haya mejores obras, más económicas y más prácticas.

El ingeniero, egresado de la Universidad de Guanajuato, recuerda que: “En sus inicios, era una especie de escuela a la que tenían acceso los profesionistas y estudiantes de las carreras relacionadas con la construcción; quienes iban a tomar cursos y a conocer el cemento y el concreto. La máquina de compresión que se usaba estaba colocada al centro del laboratorio, y había una especie de escalones en los que se colocaban las personas para ver cómo se comportaba el concreto, cómo se manipulaba y como respondía en un elemento estructural”. Al paso de los años, señala el entrevistado, el Instituto se ha enfocado en apoyar a la industria de la construcción con programas de investigación aplicada, muchas veces con el objetivo de adaptar y modificar los conocimientos que se tienen en otras partes del mundo para que sean aplicables en nuestro medio, porque hay que decir que el cemento y los agregados de México son diferentes a las de Estados Unidos o Venezuela. El ingeniero acota que históricamente hablando, los laboratorios pioneros en México fueron los de la Secretaría de Obras Públicas y Recursos Hidráulicos, los cuales se fundaron prácticamente al término de la Revolución.

En la actualidad, el laboratorio del IMCYC es reconocido en el medio como una instancia confiable. Su prestigio, se lo ha ganado a través de los años por la calidad de sus servicios. “Hemos aumentado nuestro campo de acción y en la actualidad tenemos, por ejemplo, un Laboratorio de Metrología, cuya función es calibrar y hacerle algunas composturas a las máquinas de ensaye para que los resultados que se obtengan con ellas sean verídicos. También está el área de Sistemas y Control de calidad, con la que apoyamos a otros laboratorios y a empresas para que se organicen y tengan sus propios programas de calidad”.

Luis García  
Chowell





# 55 años en la arquitectura

El 29 de junio de 1954 Agustín Hernández se tituló por la Escuela Nacional de Arquitectura de la UNAM, por lo que este 2009 cumple 55 años de desarrollar su vocación con esmero y, sobre todo, con una enorme calidad expresiva.

## Gregorio B. Mendoza

Retrato: A&S Photo/Graphics

Fotos: Cortesía Despacho Agustín Hernández.

**E**l arquitecto Agustín Hernández Navarro (Ciudad de México, 1924) pertenece al selecto grupo que ha podido realizar lo que muchos otros intentan: convertir cada una de sus obras en iconos urbanos y en emblemas singulares de la arquitectura de

sus ciudades. Es por el simbolismo al que recurre constantemente y por la técnica a la que nunca rehúsa que siempre habrá sorpresa y admiración al ver su producción creativa, colmada de detalles y propuestas innovadoras.

Uno de los maestros de la arquitectura mexicana de mayor relevancia nos narra de propia voz

que hubo que poner mucha pasión y perseverancia ya que había que superar al academicismo limitante de sus años de estudiante, y ya, siendo profesional, hacer valer sus propuestas y demostrar que eran más que fantasías personales.

Para este número especial en que celebramos los 50 años de fundación del IMCYC, *Construcción y Tecnología* tuvo el honor de conversar con Agustín Hernández en su Taller de arquitectura, obra de la cual el prestigiado Premio Pritzker de Arquitectura 1987 Kenzo Tange (1913-2005) afirmara en una misiva que lo consideraba un proyecto brillante.

Desde este emblemático edificio ubicado en Bosques de las Lomas, y donde las propuestas audaces siguen produciéndose día a día, testificamos la importancia de las creaciones de Hernández, así como su contundente relación con el concreto.

### Jugando a construir

Al preguntarle sobre sus inicios o del hecho que marcó una pauta para inclinarse por el ámbito profesional de la arquitectura nos sorprende confesándonos lo siguiente. "Acabo de encontrar una fotografía mía de cuando tenía seis años y jugaba haciendo casitas o ciudades con puras cajas de cartón que me regalaba mi tía. Ahí había trenes, coches, edificios. Sin duda, creo que esos son mis inicios en la arquitectura. Aunque debo confesar que quise ser ingeniero mecánico electricista. Pero a mi mamá le gustaba la arquitectura y como mi hermano ya estudiaba, pues le pareció buena idea que fuéramos compañeros de estudio. Así, finalmente me encontré estudiando arquitectura".

No fue sencillo aterrizar ese gran cúmulo de ideas que había

Taller de arquitectura.





recolectado a lo largo de su vida. Interesado por las artes, admirador de la riqueza plástica y del comportamiento de los volúmenes y el dominio de la gravedad siempre tuvo conflictos en la escuela, porque para él, la cuestión era analizar y nutrir con algo totalmente moderno, nunca nostálgico o tradicional. “Siempre tuve problemas, porque fui rebelde. Pero tuve que disciplinarme a la moda reticular y de cuadritos de esos días para pasar mis materias. Cuando me rebelé totalmente fue cuando hice mi examen profesional [sobre un proyecto para un Centro Cultural de Arte Moderno, con el cual recibió mención honorífica]. Se trataba de un proyecto de vanguardia que aún en esta época podría ser interesante. Ya contaba con elementos formales apegados a mi intención y gusto por hacer arquitectura nacionalista no arquitectura mexicana, que es muy diferente. Puedo decir además que fui un apasionado de la arqueología y de forma práctica porque yo me iba a escarbar y buscar piezas. Por eso creo que mi aplicación de ello fue siempre en un sentido moderno”.

## Obras representativas

- Escuela del Ballet Folklórico de México, Ciudad de México, 1968.
- Villa Olímpica, Ciudad de México, en colaboración con Manuel González Rul, Carlos Ortega y Ramón Torres, 1968.
- Pabellón Expo-70, Osaka, Japón, 1970.
- Casa A. Hernández, Ciudad de México, 1971.
- Taller de Arquitectura, Ciudad de México, 1975.
- Conjunto Hospitalario para el IMSS en Río Magdalena, Ciudad de México, 1976.
- Heroico Colegio Militar, Ciudad de México, en colaboración con Manuel González Rul, 1976.
- Centro de meditación, Cuernavaca, 1984.
- Casa en el aire, Ciudad de México, 1991.
- Centro Corporativo Calakmul, Santa Fe, Ciudad de México, 1994.
- Edificio Administrativo de la Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, 2005.

### ● ¿Cómo fue esta búsqueda para sintetizar todo este conocimiento?

“Creo que lo más importante –aún se lo digo a mis alumnos– es saber captar el sueño, la idea. Aunque uno no sepa bien si viene de “arriba” o “abajo”. Pero hay que estar atentos porque uno no sabe si llega de una escalera, de un elevador, de un avión o del Periférico. Uno ignora de dónde llegan, pero hay que tomar inmediatamente un lápiz o plumón y empezar con un pequeño trazo para que no se olvide, porque los sueños se borran. Y entonces hay que captar esas pequeñas partículas que yo llamo el DNA de la arquitectura y ya después, habrá que desarrollarlas”.

El haber sido rebelde y original no ha sido del todo un beneficio. Para él, el no pertenecer a un estilo o corriente le ha traído ciertos conflictos y algún tipo de desencanto profesional –aunque no niega las satisfacciones–; pero tal como él nos lo indica, su arquitectura propicia que sus clientes sean muy reducidos. “Creo que de haber escogido un estilo hubiera hecho mucho dinero y construido muchas casitas. Pero mi arquitectura les da miedo a los conservadores, y no solamente hablo de los mexicanos, sino incluso extranjeros que no se atreven a habitar una obra como la que desarrollo. Eso sí, cuando la habitan no se quieren ir; nunca han cambiado de casa. En mi caso, puedo decir que mi taller está ‘suspendido’. Creo que tomé la frase de Le Corbusier de una maquina habitable y la lleve al extremo pensando en hacer un avión habitable”.

### ● ¿Hay algunos temas u objetos que le sirvan para realizar su trabajo de escultura o arquitectura?

“Yo más bien trabajo de forma inversa; trabajo desde la arquitectura hacia la escultura. La escultura es difícil cuando uno tiene disciplina como arquitecto porque ésta no es habitable y hay muchas cosas en las que no se pueden pensar como en el caso de gravedad. Por eso la hago en mis ratos libres”.

### ● ¿Qué es lo que le seduce del concreto como materia prima de su obra?

“Su plasticidad, con la que se pueden lograr obras increíbles. Yo empecé a trabajar con cascarones de 6 cm de espesor y algunos otros que hice después en la casa de mi hermana Amalia; sin embargo, la cimbra era muy costosa. Me pasó algo similar a lo que vivió Félix Candela con sus maravillosas obras. Si existieran cimbras inflables económicas volvería a hacer cascarones porque es una forma de hacer trabajar el concreto de forma natural, contrario al esfuerzo que hace en una losa plana a la cual, incluso colocamos acero para que trabaje. Aquí, en este despacho donde nos encontramos, el concreto está trabajando postensado por unas tuercas visibles que me permiten no impermeabilizar por la densidad que adquiere el concreto al igual que la cimentación, la cual funciona como un árbol. Pero eso me gusta del concreto”.

### ● Sabemos que hay diversas personalidades que han apreciado este emblemático lugar...

“Vienen muchas personas. Aquí les sorprende la forma en que todo fue hecho por el concreto. Siempre trato de que mis obras con este material se aprecien sus matices, sus densidades, que se expongan los agregados. Llegó a venir Teodoro González



Heroico Colegio Militar.

de León y le sorprendió que el plañ estuiera perfectamente pulido. Con este material—el concreto— mi ley es que hay que hacer construcciones al nivel del arte.

● **¿Tiene alguna anécdota que le haya sucedido con este material?**

“Claro, recuerdo que hice un co- raje horrible al hacer el Pabellón de México en Osaka en 1970 [descrito por el museógrafo Fernando Gamboa como un edificio moderno de inspiración prehis- pánica pero excelentemente funcio- nal]. Cuando fui a Japón me encontré con la obra que habían realizado; estaba hecha con un concreto verdaderamente espan- toso. Yo estaba muy confiado por las obras que conocía de Kenzo Tange y pensé que así trabajaban siempre; desafortunadamente me di cuenta que no; descubrí que en México tenemos mejores concretos que allá”.

Agustín Hernández es un per- sonaje que define que no puede estar quieto. Sigue creando, pero sobre todo observando la natura- leza, la vegetación, los animales; obteniendo metáforas que suelen convertirse en detalles constructi- vos y en ejercicios creativos dignos de admiración. En su Taller, nos llama la atención una foto del arquitecto con un joven Santiago Calatrava. Nos comenta que tiene en puerta una obra nueva y

la pasión con la que lo describe es aún más intrigante porque tal como lo subraya: “A mí me gusta el reto”.

● **¿De qué se tratan estos nue- vos proyectos?**

“Bueno, estamos haciendo un museo virtual en Los Cabos, para representar ahí unas pinturas ru- prestres maravillosas existentes en Baja California. Yo creo que están al nivel de las de Altamira [España] porque hay cosas sorprenden- tes de gente que desapareció y que no se sabe qué sucedió con ellos. Hay imágenes de grupos bailando, o de niños, que es algo inusual. No se sabe con exactitud si corresponden a 10,000 o 15,000 a.C. Estamos trabajando en ello y creo que será algo novedoso e interesante”.

Por otro lado, se muestra crítico y contundente pero con gran sentido del humor ante las incongruencias que se realizan bajo el auspicio de los concu- rsos arquitectónicos como el del reciente Arco Bicentenario, en el cual participó y se vio sorprende- do al ver que ganaba una torre. Al respecto, comentó: “Mi pro- puesta fue, de principio, cumplir con el programa: hacer un arco que incluso el mismo presidente comentó. Propuse enfatizar ese quiebre de Reforma y generar otro eje para el transporte pú-

blico para que todo el proyecto fuera un espacio público con un pequeño auditorio, que tuviera una función de kiosco en la cual podía haber un mariachi o algo similar. Ganó un proyecto que fue resuelto como lo que hizo Barra- gán en Monterrey, sólo que con los elementos más separados”.

## Una larga relación

Este creador, que afirmó que “la ar- quitectura de líneas y superficies se convierte en volúmenes habitados; que tiene la dimensión del tiempo, de vida y movimiento”, acota que en cada una de sus obras podría haber una anécdota singular porque en todas está presente su lenguaje y la idea de búsqueda: el Heroico Colegio Militar; la Casa Amalia; el conjunto hospitalario del IMSS en la delegación Magdalena Contreras; el Centro de Meditación en Cuerna- vaca; la Escuela del Ballet Folklórico de México; el corporativo Calakmul o el edificio de Rectoría del la Universidad del Estado de México (UDEM), entre otras tantas de diver- sas escalas y tipologías. Para él, no hay que pensar en formas sino en la comodidad de quienes habitan la arquitectura. Y para ello deberá existir siempre un entendimiento del simbolismo, la geometría, los criterios estructurales pero so- bretodo exaltar la posibilidad de potencializar sensaciones. c

# CONCRETO Y CEMENTO

# Investigación y desarrollo

La única revista arbitrada especializada en la materia en Latinoamérica publica su primer número.

**C**on cuatro artículos emanados de investigaciones inéditas originadas en diferentes países de Latinoamérica y España, se publicó el primer número de la revista arbitrada *Concreto y Cemento Investigación y Desarrollo*, editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, AC.

Hace dos años el IMCYC y un grupo de reconocidos especialistas del mundo de la investigación en ingeniería y en particular en materia de cemento y concreto, iniciaron los trabajos requeridos para conformar un Journal especializado en la materia, que sirviera de apoyo a estudiantes de posgrado y a los investigadores nacionales y de otros países de Iberoamérica que, en cumplimiento de sus responsabilidades, requieren de publicar los resultados de sus investigaciones en revistas arbitradas.

Los investigadores nacionales y de otros países de Centro, Sudamérica y el Caribe, requerían concurrir con sus trabajos a instancias de otros países, para publicarlos y cumplir con una de las condiciones fundamentales de aquellos que se dedican a la investigación. En muchas ocasiones les resultaba difícil publicar sus trabajos y tenían que invertir hasta dos años para lograrlo.

Era importante abrir un espacio de difusión al alcance de los investigadores de países en los

que los recursos económicos que se dedican a la investigación son más bien limitados.

Crear un journal, como se conoce genéricamente a las revistas arbitradas que se apegan a condiciones y requisitos de publicación que prevalecen en el ámbito científico internacional, es sumamente complejo.

Fue necesario constituir un Consejo Editorial multinstitucional y multinacional para cumplir con uno de los requisitos básicos establecidos por el Consejo de Ciencia



## Consejo editorial

### Presidente

ÓSCAR M. GONZÁLEZ CUEVAS

### Consejeros

SERGIO M. ALCOGER MARTÍNEZ DE CASTRO

Universidad Nacional Autónoma de México

ROBERTO MELI PIRALLA

Universidad Nacional Autónoma de México

OSCAR VALLE MOLI NA

Instituto Mexicano del Petróleo

URIEL TEXCALPA VILLARRUEL

Universidad Iberoamericana-México

DAVID DE LEÓN ESCOBEDO

Universidad Autónoma del Estado de México

ALEJANDRO DURÁN ESCOBEDO

Universidad Autónoma de Nuevo León-México

MARIO GÓMEZ MEJÍA

Universidad Autónoma de Yucatán-México

JULIO RAMÍREZ

Purdue University-E.U.

RICHARD KLIGNER

University of Texas at Austin-E.U.

RAMÓN L. CARRASQUILLO

Carrasquillo Associates, Austin Texas-E.U.

DOMINGO J. CARREIRA

Illinois Institute of Technology-E.U.

GUILLERMO SANTANA BARBOZA

Universidad de Costa Rica

JOSÉ M. IZQUIERDO-ENCARNACIÓN

American Concrete Institute Puerto Rico

JOSÉ CALAVERA RUIZ

INTEMAC-España

PAULO ROBERTO DO LAGO HELENE

Instituto Brasileiro Do Concreto-Brasil

VITERVO A. O REILLY

Comisión Nacional del Cemento y el Hormigón de Cuba

RAUL HUSNI

Universidad Autónoma de Buenos Aires-Argentina

CARLOS ALBERTO ZAVALA

CISMID-Perú

AUGUSTO HOLMBERG F.

Instituto del Cemento y el Hormigón de Chile

CARLOS Y. CHON DÍAZ

Universidad Autónoma de Guayaquil-Ecuador

DANIEL DÁMAZO JUÁREZ

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

### Secretario ejecutivo

GERARDO ÁLVAREZ RAMÍREZ

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

### Editor

ABEL CAMPOS PADILLA


Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.

y Tecnología del país, para estar en posibilidades, dentro de tres años, de obtener el reconocimiento de la más importante autoridad científica nacional, y que se pueda incluir a la publicación dentro del Índice Nacional de Revistas de Ciencia y Tecnología.

Asimismo, se tuvo que conformar un grupo de árbitros revisores internacionales que garantizan la calidad de los artículos que se publican y que verifican el cumplimiento de los requisitos establecidos para la publicación de artículos en la revista.

Fue también muy importante el dar a conocer esta opción de publicación entre sus principales "clientes potenciales", los investigadores de universidades y otras instituciones de educación superior, los miembros de cuerpos académicos y de otras organizaciones dedicadas a la investigación.

Sin duda, lo más importante ha sido el contar con la confianza de los investigadores que enviaron sus artículos para ser sometidos al proceso de arbitraje. Cabe decir que no todos los artículos que se reciben son aprobados y publicados.

Ahora que ha dado sus primeros frutos el esfuerzo de todos esos especialistas por apoyar a la investigación en materia de cemento y concreto, es muy importante darle continuidad al proyecto, a través de la permanencia de esta publicación. Por ello, extendemos una cordial invitación a estudiantes y docentes de posgrado, académicos e investigadores de instituciones de educación superior y de otros organismos de México e Iberoamérica para que publiquen sus artículos en la revista *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*. 

**Requisitos para los autores**  
en [www.imcyc.com/ccid](http://www.imcyc.com/ccid)



# Proveedor de ensayos de aptitud

El IMCYC desarrolla desde hace 50 años proyectos que permiten a los diferentes actores del sector de la construcción desempeñar cada día mejor las actividades que les corresponden, en este caso a los laboratorios de ensayos.



Personal de la Coordinación de Programas de Ensayo de Aptitud: Luz Gabriela Ramírez Contreras; Ing. Armando Arias Aguas; Guadalupe Betanzos Sánchez.

**E**l IMCYC viendo la necesidad de los laboratorios de ensayos de obtener o mantener la acreditación ante la entidad mexicana de acreditación (ema), y de cumplir con los requerimientos solicitados por la propia entidad, entre los que se encuentra de manera obligatoria la participación en ensayos de aptitud en las pruebas sujetas al alcance de la acreditación, decidió iniciar los trabajos que le permitieran obtener el reconocimiento ante la ema como Proveedor de Ensayos de Aptitud. Dicho reco-

nocimiento le fue otorgado en octubre del 2007.

Desde el año 2000 el IMCYC había venido realizando anualmente comparaciones entre los laboratorios de control de calidad de las diferentes empresas productoras de cemento hidráulico a nivel nacional. Asimismo, a partir de 2004 inició con las comparaciones a nivel piloto en ensayos de concreto, agregados, suelos, prefabricados y acero, de tal forma que al momento de realizarse la visita de evaluación por parte de la ema, ya se contaba con evidencias y con la experiencia necesaria para

realizar programas de ensayos de aptitud (llamados también Pruebas interlaboratorios), lo que facilitó la obtención del reconocimiento.

Además de ofrecer Programas de Ensayos de Aptitud a los laboratorios de ensayos, la contribución que el IMCYC ofrece a la industria de la construcción y de manera particular a la elaboración de las normas de métodos de prueba, es que dependiendo del diseño del ensayo de aptitud, algunos programas han sido útiles para determinar la precisión (repetibilidad y reproducibilidad) de los métodos utilizados en el programa, misma que ha empezado a ser tomada en cuenta para incluirla en las nuevas versiones de las normas mexicanas.

## Requerimientos a cumplir

Los laboratorios que realizan ensayos y/o calibraciones en las distintas ramas o áreas industriales en México, deben demostrar su competencia para reportar resultados confiables a sus clientes y otras



partes interesadas. Una alternativa es implementar un sistema de gestión de la calidad bajo el esquema de la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006/ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración", con el fin de obtener o mantener la acreditación ante la ema. En esta Norma y en los criterios de aplicación de la misma (emitidos por la ema) en el requisito 5.9, obligan a los laboratorios a "asegurar la calidad de los resultados de ensayo y calibración", dando libertad a los mismos a elegir alguno de los métodos indicados en dicho requisito; uno de ellos es a través de la participación de comparaciones interlaboratorios o Programas de Ensayos de Aptitud. De igual forma, la ema publica una política donde se hace obligatoria la participación en programas de ensayos de aptitud con resultados satisfactorios para aquellos laboratorios que quieran obtener o mantener la acreditación.

## ¿Qué es un Ensayo de aptitud?

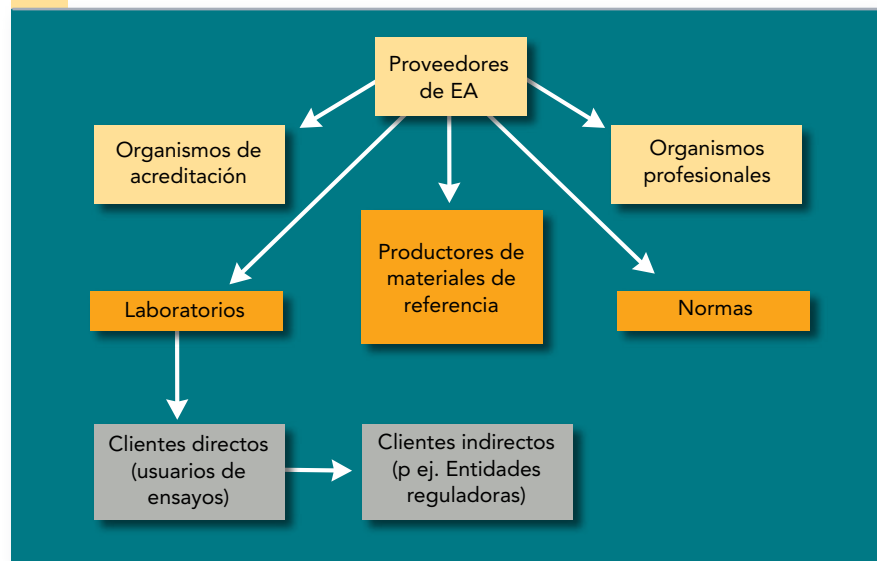
Es la determinación del desempeño de un laboratorio en la realización de ensayos por medio de comparaciones interlaboratorios.

## Beneficios de la participación

Algunos laboratorios ven la participación en Programas de Ensayos de Aptitud (EA), como un requerimiento para satisfacer a los organismos de acreditación; éstos, podrían estar pasando por alto los beneficios más fundamentales que se pueden lograr participando en programas de EA bien diseñados.

Los laboratorios deberían ser los principales interesados en la participación en programas de EA, pues los beneficios son fundamen-

Figura 1



talmente para ellos. Sin embargo, puede haber otras partes interesadas, quienes también tienen interés en estos programas y en el desempeño de los laboratorios involucrados.

En la Figura 1, podemos identificar los diferentes grupos que podrían tener interés en programas de EA. Sin embargo, la intención es destacar los beneficios potenciales para los laboratorios.

## Beneficios

Los siguientes son algunos de los beneficios potenciales que podrían estar disponibles para los laboratorios participantes:

- Confirmar un desempeño competente.
- Identificar problemas de ensayo y medición.
- Comparar métodos y procedimientos.
- Mejorar el desempeño de operación del laboratorio.
- Educar al personal participante de los programas de ensayos de aptitud.
- Inculcar confianza en el personal, la gerencia y

los usuarios externos de servicios de laboratorio. (Posicionarse en el mercado entre los laboratorios de mayor confiabilidad para emitir resultados).

- Comparar las aptitudes de los operadores.
- Generar materiales de referencia.
- Determinar métodos de precisión y exactitud.
- Satisfacer organismos reguladores y de acreditación.
- Proporcionar una herramienta adicional en la administración de riesgos.

## El IMCYC: Proveedor de Ensayos de Aptitud

El Instituto está reconocido por la entidad mexicana de acreditación como Proveedor de Ensayos de Aptitud para Laboratorios de Ensayo, conforme a lo indicado en el Reconocimiento No: PEA-ENS-02 y Oficio correspondiente No: 07EA0001.

Como uno de sus recientes servicios implementados, el IMCYC organiza Programas de Ensayos de Aptitud entre laboratorios de ensa-



Los laboratorios participantes en la rama de la construcción a nivel nacional, mismos que tienen entre sus objetivos: Evaluar y demostrar la confiabilidad y consistencia de los resultados obtenidos por los laboratorios, proporcionando evidencia objetiva del desempeño técnico de cada uno de los laboratorios participantes.

## Reconocimientos actuales

Actualmente, el IMCYC es reconocido como Proveedor de Ensayos de Aptitud en las siguientes subramas:

- Concreto.
- Cemento.
- Agregados.

La relación completa de cada uno de los ensayos en estas subramas las puede consultar en la página del IMCYC: [www.imcyc.com](http://www.imcyc.com). También ahí se puede consultar el calendario semestral de los programas.

## Programas de Ensayos de Aptitud organizados por el IMCYC

Mediante un correo electrónico se invita a los laboratorios acreditados y en proceso de acreditación ante la ema en la rama de la construcción, a participar en el Programa de Ensayos de Aptitud correspondiente a la subrama en la que estén interesados.

Una vez inscrito, el laboratorio recibe el protocolo correspondiente al Programa de Ensayos de Aptitud en el cual participará. En dicho documento se establecen las fechas de cada una de las etapas del mismo, así como las instrucciones para el tratamiento del material de ensayo y los formatos a utilizar



para reportar los resultados entre otra información. El IMCYC asigna aleatoriamente a cada laboratorio un número de participación (No. de código de identificación del laboratorio) para mantener la confidencialidad de los resultados.

## Evaluación del desempeño de los laboratorios

Los resultados de los ensayos de los Programas de Ensayos de Aptitud organizados por el IMCYC se transforman en un criterio estadístico de evaluación del desempeño para establecer una medida que permita la comparación entre los laboratorios comúnmente llamado *z score*, criterio estadístico internacionalmente aceptado para la evaluación del desempeño de los laboratorios en programas de ensayos de aptitud y fundamentado en la Norma NMX-EC-043-1-IMNC-2005 (ISO/IEC-43-1) "Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios. En este criterio se utilizan tres categorías para la identificación de los resultados del desempeño del participante: satisfactorio, cuestionable y no satisfactorio.

Para el caso de los ensayos donde participan pocos laboratorios, se utiliza para el análisis de los resultados técnicas estadísticas para pequeñas muestras. Existen otras técnicas usadas para la evaluación del desempeño, tal como el error cuadrático medio (ECM).

Envío del informe final de resultados e información a la ema

Se entrega a los laboratorios un informe final, en el cual se le indica el número de código de su participación, así como el desempeño

de su laboratorio en el Programa de Ensayos de Aptitud. Asimismo, se entrega a la ema una copia de dicho informe y una relación de los laboratorios participantes con los resultados obtenidos por los mismos, de acuerdo a la política de ensayos de aptitud de la entidad.

## Programas de Ensayos de Aptitud organizados a la fecha

El IMCYC obtuvo su reconocimiento como Proveedor de Ensayos de Aptitud en octubre del 2007, a partir de esa fecha ha organizado 14 Programas.

## Laboratorios participantes y resultados obtenidos

A la fecha han participado todos los laboratorios acreditados ante la ema en las subramas de Concreto, Cemento y Agregados, así como laboratorios en proceso de acreditación a nivel nacional. Alrededor del 94% a 95% en promedio de los resultados obtenidos por los laboratorios participantes han sido satisfactorios. **c**

### Bibliografía:

- Directrices de los "Requisitos para la Competencia de Proveedores de Programas de Ensayos de Aptitud ILAC G-13:2000".
- Norma "Ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios. Parte 1-Desarrollo y funcionamiento de programas de ensayos de aptitud NMX-EC-043-1-IMNC-2005". (ISO/IEC Guide 43-1:1997).
- Norma "Métodos estadísticos para su uso en ensayos de aptitud por comparaciones interlaboratorios NMX-EC-13528-IMNC-2007" (ISO 13528:2005).
- Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006/ISO/IEC 17025:2005 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración".
- Criterios de aplicación de la Norma NMX-EC-17025-IMNC-2006/ISO/IEC 17025:2005.
- Documento ILAC-ema. Ensayos de aptitud (confianza mundial-ensayos-calibración-inspección).
- Política de ensayos de aptitud de la ema.

**Guanajuato, Gto.**  
Hotel Real de Minas

# 6

## **SEXTO SIMPOSIO NACIONAL** sobre Ingeniería **ESTRUCTURAL** en la Vivienda

**CURSO:**  
Edificaciones de  
**MAMPOSTERÍA**

Evento Cultural  
Premio a la Vivienda

### 1° al 3 de octubre de 2009

#### **CURSO**

1° de octubre

**Arq. Thomas Escobar**  
**MASONRY INSTITUTE OF AMERICA**  
Inspección de muros de mampostería

**M.I. Leonardo Flores Corona**  
**CENAPRED**  
Diseño de muros de mampostería

**Ing. Ángel Trejo Moedano**  
**SMMS**  
Diseño de cimentaciones para vivienda económica

#### **SIMPOSIO**

2 y 3 de octubre

**M. Arq. Ana Milena Avedaño**  
**Páez / NOVACERAMIC**  
Calidad térmica de la mampostería

**Dr. Mauricio Barrera Bucio**  
**SMMS**  
Diseño de cimentaciones para conjuntos habitacionales en suelos malos.

**Arq. Thomas Escobar**  
**MASONRY INSTITUTE OF AMERICA**  
Construcción y supervisión de muros de mampostería, como debe llevarse a cabo

**M.I. Raúl Jean Perrillat**  
**Jean Ingenieros**  
Planta baja débil en edificios y efectos de temperatura

**Arq. Evangelina Hirata Nagasako**  
**CONAVI**  
La Vivienda sustentable

**Arq. Arturo Patricio Meza**  
**ONNCCCE**  
Lineamientos para la supervisión y la verificación de la construcción de vivienda de acuerdo a la Norma NMX C 442

**M.I. Daniel Padilla Romero**  
**ANIVIP**  
Temas de actualidad en la construcción de techos para vivienda con losa de vigueta y bovedilla

**Dr. Juan José Pérez-Gavilán**  
**Escalante / II-UNAM**  
Guía para análisis para diseño de estructuras de mampostería

**Arq. Agustín Salgado Aguilar**  
**INAH**  
Análisis para intervenciones de estructuras virreinales, algunos ejemplos

**Dr. Amador Teran Gilmore**  
**UAM**  
Diseño por desempeño ¿El futuro para el diseño de las estructuras de mampostería?

**Ing. Oscar de la Torre Rangel**  
**PESA**  
Evaluación de daños en edificaciones, como leer los daños para establecer criterios razonables de reparación



Sociedad Mexicana de  
Ingeniería Estructural, A.C.

#### **INFORMES E INSCRIPCIONES**

**At'n Sra. Ana Maria Nasser Farias**  
Camino a Santa Teresa No. 187  
Col. Parques del Pedregal  
Del. Tlalpan 14010, México D.F.

Tel/fax: (55) 5528 5975, 5665 9784  
E mail: smie1@prodigy.net.mx





- ➔ **¿Quién está en la foto?:** Arq. Víctor Betanzos.
- ➔ **¿Dónde está?:** Paseo Santa Lucía. Monterrey, Nuevo León.
- ➔ **¿Por qué le resultó importante tomarse una foto ahí?:** Monterrey es una ciudad encumbrada por su potencial industrial en específico del acero; pero descubrí caminando, una refrescante sorpresa: el Paseo Santa Lucía, que me dejó clara la importancia de este tipo de espacios públicos; no sólo para sus habitantes sino también para los turistas, ya que enaltecen la cultura, permiten la diversión e invitan a la reflexión. A lo largo del trayecto en donde pude ver espacios escultóricos, fuentes y andadores de concreto, reflexioné en cómo este -mal catalogado- material frío e inanimado (el concreto), puede generar ambientes tan cálidos y puntos de encuentro para las familias. Áreas de las cuales estamos necesitados en nuestras ciudades.
- ➔ **Fecha de la foto:** Febrero del 2009.

Estimado lector: ¡Queremos conocer tus fotos!  
Mándalas a: [ybravo@mail.imyc.com](mailto:ybravo@mail.imyc.com)



## FE DE ERRATAS

### Sección "Mejor en concreto", CyT de agosto de 2009.

**MEJOR EN CONCRETO**

**Mejor por... su durabilidad**

Un tanque de concreto para almacenar agua potable o agua residual tiene una vida de más de 50 años, siempre y cuando se construya bajo las condiciones adecuadas.

**Mejor por... su impermeabilidad**

La calidad impermeable del concreto impide que las aguas minerales del agua dañen sus paredes y provoquen corrosión.

Una fuerza ascendente igual al peso del volumen de fluido desplazado por dicho objeto. De este modo, cuando un cuerpo está sumergido en el fluido se genera un hidrostático resultante de las presiones sobre la superficie del cuerpo, que actúa siempre hacia arriba a través del centro de gravedad del cuerpo del fluido desplazado y de valor igual al peso del fluido desplazado. Esta fuerza se mide en Newtons (en el Sistema Internacional de Unidades) y su ecuación se describe como:

$$F_{fl} = mg = \rho_f Vg$$

Donde  $\rho_f$  es la densidad del fluido,  $V$  el volumen del cuerpo sumergido y  $g$  la aceleración de la gravedad.

A esa presión hay que sumarle la posibilidad de que el concreto carezca de la suficiente hermeticidad, dice Pavón Rodríguez, produciéndose fisuras en donde pueden aislarse elementos químicos que deterioran las varillas de refuerzo. Con el tiempo, como es de esperarse, el tanque será inservible. Las pérdidas económicas pueden ser cuantiosas, además el riesgo, pero más importante puede ser el daño al ser humano y a la naturaleza misma si es que el agua contaminada llega a los mantos freáticos y continúa los suelos donde se asientan los tanques.

**Algunas precisiones**

El maestro Pavón Rodríguez, catedrático de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, de la Universidad Anáhuac y del Instituto Tecnológico de Monterrey, establece que es algo común que la gran mayoría de especialistas desconozca cómo hacer este tipo de proyectos.



**Mejor por... su sustentabilidad**

El cuidado del medio ambiente y el respeto por las generaciones futuras es una necesidad que no se puede soslayar. En el caso de las aguas residuales, los contenidos de concreto en las estructuras diseñadas para evitar que se lleguen sustancias tóxicas a los mantos freáticos y que los suelos se contaminen.

**Mejor por... su resistencia**

La presión que ejerce el agua sobre las paredes de los tanques es constante, por lo que es necesario que encuentre la suficiente resistencia que impida un accidente. El concreto cumple adecuadamente con esa función.

64 AGOSTO 2009 CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

En el artículo "Tanques de concreto, la mejor elección", la referencia y ecuación que aparecen en la pág. 64, vinculadas a la fuerza medida en Newtons, no tiene ninguna relación con lo dicho por el autor, amén de no haber sido un comentario expresado por el entrevistado (el ing. Víctor Pavón). En esa misma página se lee que el ingeniero es catedrático de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, de la Universidad Anáhuac y del Instituto Tecnológico de Monterrey, actividades que desarrolló en el pasado, más no en la actualidad. Asimismo, el entrevistado señala su desacuerdo con el comentario proveniente de la pluma del autor del artículo (pág. 65) acerca de que "nadie pensaría en hacer un tanque de acero como contenedor de agua potable o residual", frase que el ing. Pavón considera inapropiada y fuera de la realidad.

Le pedimos una sincera disculpa al ing. Pavón por las imprecisiones que él considera existentes en el documento al tiempo que agradecemos sus felicitaciones por nuestro 50 aniversario. **C**  
Atentamente  
Los editores.

Gabriela Celis Navarro

# TRES ÍCONOS DEL 59

**E**n este mes que se cumplen 50 años de haber sido creado el IMCYC, conviene recordar en este breve espacio tres grandes esfuerzos constructivos que han dejado huella en el mundo de la arquitectura e ingeniería. El primero de ellos tiene lugar en abril de 1959 cuando se emite un llamado por parte de la UNESCO a rescatar la zona arqueológica de Abu Simbel, en Egipto, que quedaría sumergida por la creación de la presa de Asuán si no se planteaba un salvamento. El hecho desencadenó la recaudación de fondos y posterior realización de uno de los trabajos más imponentes de ingeniería al haber sido movida la estructura antigua, a un nuevo lugar fincado en concreto, lejano de las aguas.

Un segundo gran momento de 1959, se da cuando es concluido el Museo Guggenheim de Nueva York, obra de Frank Lloyd Wright, quien por cierto, falleciera unos meses antes de verlo inaugurado. Hoy, tras una ardua restauración, el edificio aún conserva la grandiosa esencia organicista con la cual fue creado.

El tercer gran momento de 1959, se da en La Jolla, California, cuando comienza a construirse el Salk Institute, referencia obligada cuando se habla de la obra del maestro Louis Khan y donde, sin duda alguna, la presencia del concreto finamente trabajado, hace de la obra una de las joyas de la arquitectura contemporánea. Las tres obras arriba mencionadas dan cuenta de cómo el concreto no sólo es fuerza expresiva sino también, ejemplo de durabilidad y apoyo al rescate del patrimonio. **c**



## ÍNDICE DE ANUNCIANTES

CONGRESO NACIONAL IPN	2ª FORROS
COMEX	3ª FORROS
EUCOMEX	4ª FORROS
CICM	1
AUTODESK	3
CONSORCIO DE ANDAMIAJE	27
INTEGRA BATCH	31
SMIE FERIA	39
REEF INDUSTRIES INC	45
SPANCRETE	50
EXPOCIHAC	60
ONNCCCE	71
PREFAMOVIL	72
SMIE SIMPOSIO	77
<b>REPORTAJES TÉCNICOS PUBLICITARIOS</b>	
DIFICONSA	40

En la revista Construcción y Tecnología toda correspondencia debe dirigirse al editor. Bajo la absoluta responsabilidad de los autores, se respetan escrupulosamente las ideas, puntos de vista y especificaciones que éstos expresan. Por lo tanto, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., no asume responsabilidad de naturaleza alguna (incluyendo, pero no limitando, la que se derive de riesgos, calidad de materiales, métodos constructivos, etcétera) por la aplicación de principios o procedimientos incluidos en esta publicación. Las colaboraciones se publicarán a juicio del editor. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de esta revista sin previa autorización por escrito del editor. Construcción y Tecnología, ISSN 0187-7895, publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., con certificado de licitud de título núm. 3383 y certificado de licitud de contenido núm. 2697 del 30 de septiembre de 1988. Publicación periódica. Registro núm. PPO9-0249. Características 228351419. Insurgentes Sur 1846, colonia Florida, 01030, México D.F., teléfono 53 22 57 40, fax 53 22 57 45. Precio del ejemplar \$45.00 MN. Suscripción para el extranjero \$80.00 U.S.D. Números sueltos o atrasados \$60.00 MN. (\$6.00 U.S.D). Tiraje: 10,000 ejemplares. Impreso en: Romo Color, SA de CV. Pascual Orozco. No. 70. Col. San Miguel, Deleg. Iztacalca, México, D.F.

Núm 256, septiembre 2009