

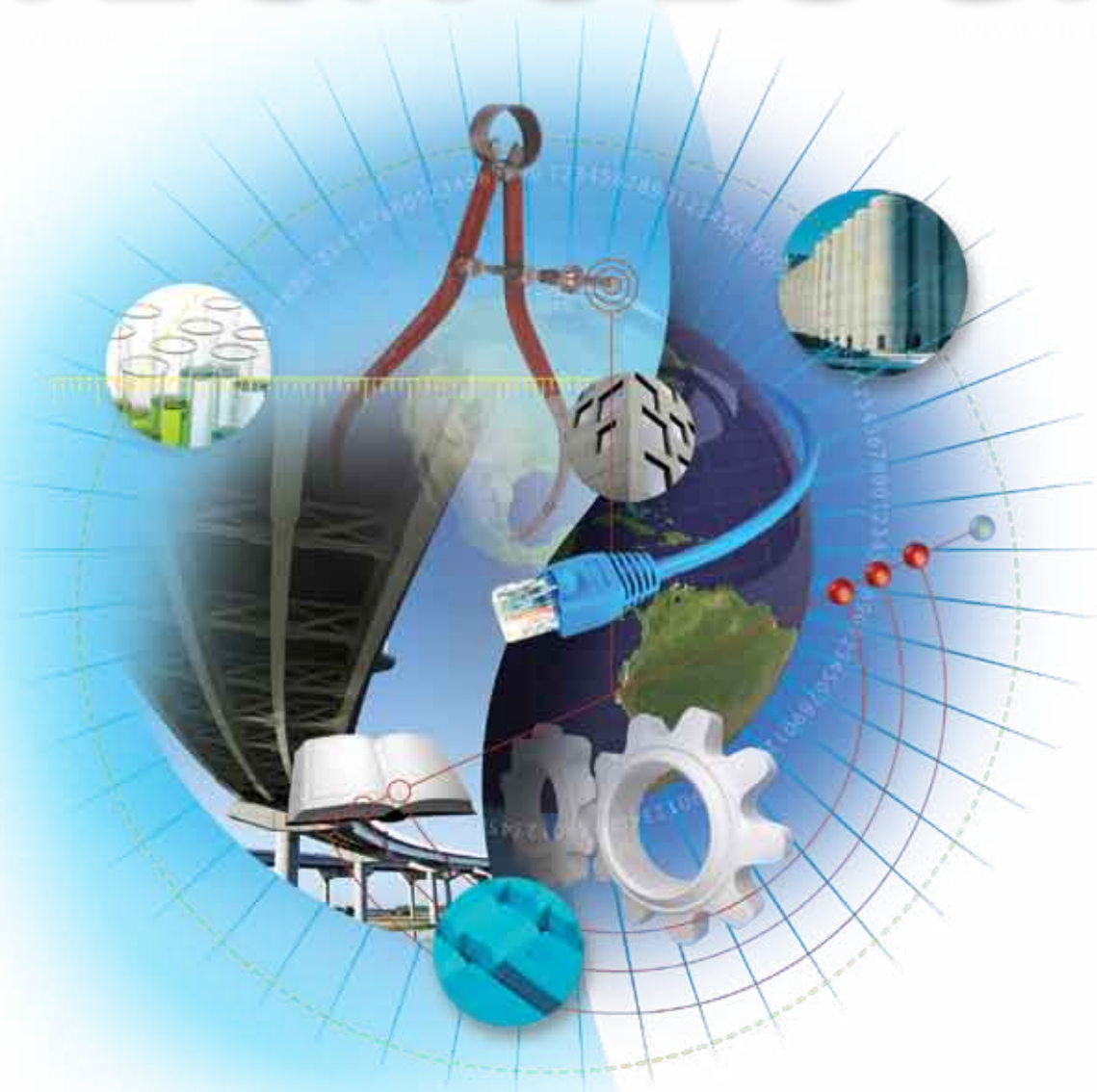


**TECNOLOGÍA** • Tecnologías de los bloques de concreto

**ARQUITECTURA** • Protección de tubería e infraestructura

**SUSTENTABILIDAD** • 10 razones de mucho peso

# CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA



• **SIMPOSIO  
NACIONAL  
SOBRE LA  
ENSEÑANZA  
DEL CONCRETO**

## Enseñanza - aprendizaje Evolución

# Vengan los nuevos tiempos

**U**n año más acaba; un año difícil para el mundo pero que, poco a poco, parece retomar el camino del equilibrio tras el descalabro que significó la etapa de recesión vivida en los Estados Unidos de Norteamérica. En México, a decir de los medios, en el sector de la construcción en el 2009 se observó que la iniciativa privada frenó su proceso de inversión. Por su parte, a pesar del aumento en el presupuesto del Gobierno federal para temas de infraestructura, la industria de la construcción retrocedió un 8.5%. Sin embargo, recientemente, el presidente Felipe Calderón señaló que en el 2010 se invertirán 630 mil millones de pesos para inversión en infraestructura, con el fin de contribuir a que México salga pronto de la crisis, y se logre un crecimiento rápido y permanente.

Quizás el transitar de lo incierto a lo seguro, resulta un paso difícil; sin embargo –la historia lo ha demostrado– México ha sabido salir de sus crisis recurrentes. Y ésta, que parece ser ya está dejándose atrás, esperamos que sirva de aprendizaje para no cometer los mismos errores a futuro. Por nuestra parte, en el IMCYC creemos que en los momentos difíciles es cuando un país, una institución o una persona, deben sacar la casta, como se diría en el argot taurino. Y en este sentido, a pesar de haber sido un año pedregoso, nos decidimos a realizar una serie de actividades conmemorativas de los 50 años de la creación de nuestro Instituto, como fueron las Conferencias magistrales, el Ciclo Internacional de Conferencias FIC, y el Simposio Nacional sobre la Enseñanza del Concreto, éste último, tema de Portada de esta edición. Todo esto muestra cómo el IMCYC, en sinergia con muchas instancias más, apuesta a un futuro mejor, no sólo en el 2010, sino a mediano y largo plazo.

Les deseamos un gran 2010. Sabemos que juntos, los mexicanos, somos una fuerza avasalladora. **c**

**Los editores**

**PORTADA** 16

# Enseñanza-aprendizaje: Evolución

Todo un acontecimiento para el sector resultó el Simposio Nacional sobre Enseñanza del Concreto, organizado por el IMCYC y celebrado a mediados de noviembre pasado en el Centro Banamex de la Ciudad de México.



**PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES**

Agregados para concreto hidráulico. Especificaciones y métodos de prueba.

(Segunda parte).



67

28

- 2 **EDITORIAL**  
Vengan los nuevos tiempos.
- 6 **NOTICIAS**  
Premio Obras CEMEX.
- 12 **POSIBILIDADES DEL CONCRETO**  
**Premezclados:** Acerca del mortero estabilizado.  
**Concreto lanzado:** Concreto lanzado para túneles.  
**Durabilidad:** Durabilidad del concreto.  
**Patologías:** Control del agrietamiento.
- 22 **INGENIERÍA**  
Protección de ingeniería e infraestructura.
- 26 **TECNOLOGÍA**  
Tecnologías de los bloques de concreto.
- 30 **ARQUITECTURA**  
Paseo de la Reforma: hacia la transición vertical.
- 36 **ESPECIAL**  
Noche mágica.
- 38 **SUSTENTABILIDAD**  
10 razones de mucho peso.



54

- RECuento**  
Habitat'67 Hacia un nuevo desarrollo constructivo.
- SUSTENTO**  
Nuestro sustento: un recuento.



## 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

Ángel Álvarez, Greta Arcila, Julieta Boy  
Oaxaca, Gabriela Célis Navarro,  
Gregorio B. Mendoza, Victoria Orlaineta,  
Antonietta Valtierra, Ana Laura Salvador,  
Tania Sanchez e Imelda Morales

#### Fotografía

A&S Photo/Graphics, Luis Gordoia,  
Adán Gutiérrez, 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 **QUÉ Y DÓNDE**  
Un merecido  
reconocimiento.
- 46 **ESPECIAL**  
La religiosidad del  
concreto.
- 50 **INTERNACIONAL**  
Lo concreto de Almodóvar.
- 60 **RECONOCIMIENTOS**  
Pilares de medio siglo.
- 62 **MEJOR EN CONCRETO**  
Almacenamiento seguro.
- 66 **MI OBRA EN CONCRETO**
- 72 **PUNTO DE FUGA**  
Se vende esta casa...

### 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.

**Fe de erratas:** En la sección "Quién y dónde" de noviembre de 2009 se lee: Foto: Cortesía ing. Durán, cuando la foto fue tomada por A&S Photo/Graphics.



Casa Sikiri, proyectada por Muñoz Arquitectos, Primer lugar en la categoría de Residencia unifamiliar.

# Premio Obras CEMEX

Fotos: Coresía Premio Obras CEMEX

**E**n una emotiva ceremonia (de la que damos cuenta en otra sección de la revista) se entregaron los reconocimientos que anualmente CEMEX hace a lo mejor de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, tanto nacional como internacional.

Algunas de las obras ganadoras de este importante galardón fueron: En la categoría de Residencia

Unifamiliar, la casa Sikiri, en Yucatán, proyectada por Muñoz Arquitectos, y construida por Predecon. En la categoría de Construcción de Conjunto Habitacional Niveles Medio y Alto, la obra ganadora fue Atrio Interlomas, proyectada por Migdal Arquitectos. Por su parte, en el rubro de Diseño de Conjunto Habitacional Niveles Medio y Alto, ganó el Edificio Monte Elbruz, en

el DF, proyectado por el arq. Juan Garduño (publicado en *CyT*, en junio pasado).

En el rubro de Diseño de Edificación Institucional, la obra ganadora fue la Escuela de Artes Plásticas de Oaxaca, diseñada por Taller de Arquitectura, un despacho comandado por el arq. Mauricio Rocha (Ver *CyT* de agosto de 2009). En la categoría Comercial y Usos Mixtos,

Atrio Interlomas, proyecto de Migdal Arquitectos, ganadora en el rubro de Construcción Habitacional Niveles Medio y Alto.





Escuela de Artes Plásticas de Oaxaca, diseñada por el arq. Mauricio Rocha y equipo, ganadora en el rubro de Diseño de Edificación Institucional.



City Center Mérida, proyecto del arq. Augusto Quijano Axle, ganadora en la categoría de Comercial y Usos Mixtos.

el premio le fue otorgado a la obra City Center Mérida, proyectada por el arq. Augusto Quijano Axle.

En cuanto al rubro de Infraestructura, el primer lugar nacional fue para el puente vehicular "El Remolino", localizado en Papantla Veracruz, cuyo proyecto arquitectónico fue de Euro Estudios SA de CV. Por su parte, en Urbanismo, la obra ganadora fue el Parque Acuático El Coromuel, localizado en La Paz, Baja California. Para conocer la lista completa de los reconocimientos de la más reciente edición de estos importantes premios, los invitamos a visitar la página: [www.premioobrascemex.com](http://www.premioobrascemex.com). ©

**Yolanda Bravo Saldaña**

**Fotos: Cortesía Premio Obras CEMEX.**



Parque Acuático El Coromuel, en La Paz, Baja California, ganador en el rubro de Urbanismo.



Puente vehicular "El remolino", en Papantla, Veracruz, ganador en el rubro de Infraestructura.

## Nuevo aeropuerto

**C**on inversión de carácter privado, fue inaugurado recientemente el Aeropuerto Internacional Mar de Cortés, a 30 kilómetros al suroeste de Puerto Peñasco, en una zona desértica que se conecta con el Hotel Mayan Palace. El Grupo Vidanta, invirtió en este importante proyecto más de 450 millones de pesos y donde se contó con el apoyo de los tres niveles de gobierno, que aunque no aportaron recursos económicos, sí facilitaron los trámites para su construcción. Este moderno aeropuerto, considerado como uno de los cinco que tienen pista de concreto hidráulico en todo el país, permitirá detonar el turismo de placer y de negocios, de Canadá, Estados Unidos y México. El señor Daniel Chávez Morán, presidente del Grupo Vidanta, explicó a los medios que la construcción de este aeropuerto provocará un crecimiento importante alrededor de la zona, donde se proyecta construir un complejo hotelero que



Foto: galeria.calderon.presidencia.gob.mx.

ofrezca en 2010 unos 600 cuartos para los visitantes de Puerto Peñasco y dos años después la oferta hotelera se incremente a mil 200 cuartos. Cabe decir que en la realización de este aeropuerto hubo una participación activa de CEMEX en su división de pavimentos de concreto. **C**

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

## Apoyo a las áreas silvestres

**A** principios de noviembre, CEMEX consiguió que 22 mil 400 hectáreas de una propiedad de 140 mil hectáreas que posee en las cercanías del Parque Nacional de El Carmen, ubicado en el estado de Coahuila, fueran declarados como áreas silvestres por parte de The Wild Foundation. Sin duda alguna, "esta declaratoria es importante por que es un compromiso por 15 años para no sólo proteger la zona de actividad humana sino que también incluye su preservación activa. Además de ser la primera que se da en América Latina", señaló a los medios el señor Armando García Segovia, vicepresidente de energía, tecnología y sustentabilidad de CEMEX. Cabe señalar que esta área natural protegida se encuentra en la frontera con Texas. Del lado norteamericano también es una reserva conocida como Big Bend National Park. En la actualidad, El Carmen-Big Bend es una de las regiones más aisladas y por lo tanto se ha conservado como una de las tierras más silvestres del continente en esas latitudes.

En esta labor la cementera, con el trabajo de cuatro biólogos, está haciendo esfuerzos con el fin de aumentar la población de borrego cimarrón, osos negros y venados bura. Resulta importante destacar que cada año CEMEX dedica entre 300 mil y 400 mil dólares a este rubro de conservación. Por su parte, García Segovia añadió que las 140 mil ha propiedad de CEMEX desde hace tiempo, están bajo el esquema de Unidades Medio Ambientales (UMA), mismo que se obtiene mediante una certificación que extiende la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para el aprovechamiento sustentable de la flora y la fauna silvestre. Esta iniciativa, a decir de CEMEX, ha llamado la atención de otras firmas como Femsa, Walmart, Coca Cola, Acciona, Ferromex, Alfa Fresnillo, Vitro y AES, entre otras. **C**

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

Foto: www.bigbendgallery.com.

## Descanse en paz

Con honda pena nos enteramos del fallecimiento, el 9 de noviembre, del notable ingeniero Leopoldo Lieberman, una institución en la ingeniería mexicana experto en las áreas de ingeniería estructural y mecánica de suelos. Más de 60 años en la ingeniería llevaba don Leopoldo por lo cual había sido reconocido en numerosas ocasiones. Una de las más recientes fue en julio de 2009, cuando recibió el

Premio Ingeniería de la Ciudad de México 2009, que reconoce a los especialistas que han permitido innovar, adecuar y difundir los avances de la ingeniería. Descanse en paz el maestro Leopoldo Lieberman, a quien en nuestro próximo número le rendiremos un sencillo, pero sincero homenaje póstumo. **Los editores**



Foto: A&S Photo/Graphics.



Foto: galeria.calderon.presidencia.gob.mx.

## Premio Nacional de Ingeniería

En el marco de la inauguración de los trabajos del XXV Congreso Nacional de Ingeniería Civil, el presidente de México, lic. Felipe Calderón Hinojosa, entregó el Premio Nacional de Ingeniería 2009 al ing. Alfredo Elías Ayub, quien, a decir del mandatario "ha hecho de cada desafío una oportunidad para cumplir con eficacia la misión que la nación le encomendó y que fue convertir a la CFE, en una empresa de vanguardia, de calidad mundial". Así, ante familiares y amigos de Elías Ayub, Calderón lo presentó como un gran servidor público que trabaja por convicción. Por su parte, el ing. Elías Ayub refrendó el apoyo indiscriminado de los ingenieros del país para hacer frente a las necesidades que impondrá el crecimiento del mismo, y de su infraestructura. El titular de la CFE dijo recibir el reconocimiento con humildad al tiempo que hizo un homenaje a los ingenieros Eugenio Laris, Gilberto Borja y Fernando Hiriart. **Los editores**

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

## Inaugura Calderón carretera

Casi dos años del arranque de construcción, fue inaugurada a principios de noviembre la autopista Saltillo-Monterrey, obra comprendida a lo largo de 49.8 kilómetros y para la cual se invirtieron más de dos mil 300 millones de pesos. Junto con el gobernador de Coahuila, Humberto Moreira Valdés, y el de Nuevo León, Rodrigo Medina de la Cruz, el presidente, Felipe Calderón Hinojosa puso en marcha esta vialidad que facilitará la comunicación comercial entre las entidades del norte y Estados Unidos. Cabe decir que esta autopista, que forma parte de los ejes carreteros Mazatlán-Matamoros y México-Nuevo Laredo, inicia en Coahuila, en el kilómetro 46+210 del entronque Ojo Caliente y concluye en el kilómetro 96+54 del viaducto Morones Prieto en Santa Catarina, Nuevo León. **Los editores**

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



Foto: galeria.calderon.presidencia.gob.mx.





Foto: Yolanda Bravo Saldana.

## Reconocimiento a la arquitectura

**E**l despacho de arquitectura con sede en Mérida, Yucatán, Duarte Aznar Arquitectos –comandado por el arq. Enrique Duarte Aznar– resultó ganador del segundo premio del concurso de la Asociación Argentina de Arquitectura e Ingeniería Hospitalaria (Aadaih)-Domus, al aporte sustentable en la arquitectura e ingeniería hospitalaria latinoamericana, por el Hospital Regional de Alta Especialidad (Ver: Artículo de Portada de CyT de julio de 2008). La ceremonia de premiación se realizó en el marco del XX Congreso Latinoamericano de la Aadaih, aunque los profesionales yucatecos recibieron sus reconocimientos en una ceremonia simbólica el 3 de diciembre en la Universidad Iberoamericana, *alma mater* del responsable del despacho. En los medios el arq. Duarte señaló que: “Es para nosotros muy importante recibir este reconocimiento que nos alienta a continuar en búsqueda de una arquitectura que pretende, más allá de la estética, la vinculación entre actores y escenarios a través de la conciliación ponderada de los factores que intervienen —la economía, la funcionalidad, la ecología, la ergonomía, la seguridad, la estética y la expresividad—, en donde el confort de los usuarios y su adecuada relación con el entorno y las preexistencias son objetivos fundamentales”. Cabe decir que la Aadaih es una entidad civil sin fines de lucro, integrante de la International Federation of Hospital Engineering. ©

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

## Sordo Madaleno galardonado

**P**or haber diseñado un edificio innovador, creativo y al servicio de la comunidad, el arquitecto Javier Sordo Madaleno recibió recientemente el Premio al Mejor Edificio en la categoría Health, por el Centro de Rehabilitación Infantil Teletón (CRIT) de Tampico, Tamaulipas, dentro del World Architecture Festival (WAF) celebrado en Barcelona. Sobre este galardón, el arquitecto se siente feliz de haber proyectado una obra que nació pensando en garantizar el bienestar de los usuarios. Cabe decir que en este concurso participaron un total de 300 proyectos de 47 países. Sin duda alguna, como él mismo expresó, el premio es clara muestra de que la arquitectura mexicana ha alcanzado una interesante madurez, por lo cual, puede competir con las mejores del mundo. Cabe decir que los aspectos considerados por el jurado para distinguir al CRIT como proyecto ganador, fueron la utilización que se hizo de los materiales locales y de los sistemas naturales que le han permitido sustentabilidad al edificio. “Me siento contento por la oportunidad de que este edificio, que tiene una parte importante de mi alma, haya sido galardonado”, dijo a la fuente impresa. Asimismo, explicó que con el CRIT creó un concepto donde los niños con discapacidad interactúan libremente y desarrollan sus habilidades, pues lo importante para él es construir teniendo en cuenta las necesidades del ser humano. ©

Con información de: <http://impreso.milenio.com/node/8669171>

## Dos nuevas entidades económicas

**H**olcim Apasco ha contemplado en su estrategia de negocios de largo plazo el participar más activamente en el mercado de la construcción de infraestructura en México y buscar un mejor desplazamiento y posicionamiento de sus productos en el mercado. Con esta finalidad, se escinde Holcim Apasco, SA de CV (Holcim Apasco) en dos entidades económicas con personalidad jurídica distinta, subsistiendo Holcim Apasco como sociedad Escindente y constituyéndose una nueva sociedad bajo la denominación de “Apacim, SA de CV” (Apacim) como sociedad Escindida.

La escisión de Holcim Apasco permitirá que la sociedad Escindida Apacim, incursione en el segmento de mercado y en el negocio de desarrollo de proyectos de infraestructura en México, participando principalmente en proyectos de pavimentación urbana, proyectos carreteros y proyectos especiales que requieran de concreto premezclado, ofreciendo soluciones de valor que incluyan entre otros:

1) La adquisición de equipos especializados y tecnología de punta para los distintos proyectos.

2) El diseño de esquemas de financiamiento que optimicen los diferentes instrumentos y herramientas que para tales efectos estén disponibles en los mercados financieros.

En resumen, la estrategia futura de la empresa deberá enfocarse a reforzar la participación en obras de infraestructura a niveles federal, estatal y municipal, en donde se prevé un alto potencial de crecimiento. Cabe decir que, actualmente cada proyecto de infraestructura demanda soluciones a la medida y Apacim, SA de CV se dedicará a ofrecer soluciones integrales y de alto valor para hacer frente a estas necesidades con mayor fortaleza, flexibilidad y oportunidad. La escisión surtirá plenos efectos entre las partes y ante terceros el 1 de diciembre de 2009. Cabe decir que Holcim Apasco, después de cinco años de haberse retirado de la BMV volverá a bursatilizar. La empresa emitirá deuda respaldada en cuentas por cobrar, por 950 millones de pesos, los cuales se usarán para llevar deuda de corto plazo a un periodo mayor, y para inyectar de recursos a una nueva división que, como dijimos, estará enfocada al mercado de infraestructura. ©

Con información de: **Holcim Apasco.**

PREMEZCLADOS

## Acerca del mortero estabilizado

**A**ctualmente en todos los países europeos, los morteros se especifican en función de la resistencia a compresión a 28 días y se designan por la letra M seguida del valor de dicha resistencia expresada en N/mm<sup>2</sup>. Los morteros se especifican en función de su resistencia a compresión. Por ejemplo, un mortero M-5 es un mortero cuya resistencia a compresión medida según la Norma Española UNE EN 1015-11, es de 5 N/mm<sup>2</sup>. En España, aún es bastante generalizado el uso de las unidades de kg/cm<sup>2</sup>, al hablar de resistencias. A nivel Europeo se ha trabajado para unificar una misma clasificación para todos los países. Es difícil establecer dosificaciones de uso general que correspondan con determinadas resistencias a compresión y, por ello, es recomendable especificar los morteros por su resistencia a compresión.

### Fabricación y distribución del mortero estabilizado

El mortero estabilizado es ampliamente usado en la mayoría de países europeos, siendo España uno de sus principales productores. En este país, la fabricación del mortero estabilizado se realiza en modernas centrales de concreto en las que la modernidad, informatización y homogeneidad garantizan una calidad constante, siendo ésta una de las principales ventajas del mortero estabilizado ya que siempre hay un control de las materias primas, siendo sometidas éstas a estrictos controles de calidad. Los componentes del mortero estabilizado una vez preparados, se dosifican en peso y se mezclan con el agua precisa en la planta hasta obtener una mezcla homogénea.

La distribución del mortero estabilizado es rápida y sencilla. El suministro se realiza mediante camiones mezcladores que depositan el mortero estabilizado en unos cubos facilitados previamente por el propio fabricante del mortero. Estos cubos, que previamente han sido distribuidos por el fabricante del mortero estabilizado, están

preparados para que actúen como recipientes de medida, almacenamiento y distribución interna de la obra. Su diseño permite que sean fácilmente transportables a todos los puntos de trabajo con cualquiera de los medios habituales de las obras: grúas, montacargas, transpalets, carretillas elevadoras, etc. Cabe decir que los cubos normalmente tienen una capacidad de 1/3 de metro cúbico; es decir, pueden almacenar 333 litros de mortero estabilizado, con lo que su control en obra es muy sencillo.

### Características técnicas y ventajas de funcionamiento

El mortero estabilizado es un mortero ya preparado en origen para ser usado en la obra, con lo que siempre será el mismo material manteniendo las mismas características técnicas y cumpliendo los requisitos que se le piden en la obra. Este mortero parte, como hemos comentado previamente, de una fabricación industrial donde sus componentes (agregados, cementos, agua y aditivos) son siempre los mismos y pasan unos rigurosos controles de calidad, para así poder obtener la marca de calidad certificada. La calidad del mortero estabilizado nunca dependerá del peón de la obra en cuanto a la fabricación del mortero, ya que siempre se tratará de un mortero industrial, a diferencia de otros tipos de mortero donde el personal de la obra interviene decisivamente en la fabricación final del mortero.

El mortero estabilizado presenta una trabajabilidad excelente ya que normalmente está fabricado con agregados y aditivos especiales que hacen que sea muy trabajable y pastoso, y así pueda mantener una excelente trabajabilidad durante determinados periodos, facilitando su aplicación en la obra. Con este mortero se obtienen acabados perfectos y uniformes, ya que su composición es constante. Además, con el mortero estabilizado las obras disponen de mortero fresco listo para su uso en cualquier momento. Se suprimen las esperas debidas a la fabricación y reparto interno del mortero, especialmente al inicio de la jornada. Con el mortero estabilizado se puede trabajar hasta muy tarde, y empezar a la primera hora de la mañana, amén de que el mortero sobrante puede ser utilizado al día siguiente; sólo habrá que colocar un par de centímetros de agua por encima del mortero sobrante por la noche para



protegerlo de la pérdida de agua (evaporación del agua) durante el verano y de las posibles heladas en el invierno. **C**

**Referencia:** Alberto Caballero, Basf Construction Chemicals España SL *Cemento Hormigón*, Extraordinario No. 922, 2008.

## CONCRETO LANZADO

# Concreto lanzado para túneles

**D**urante el siglo pasado el método del concreto lanzado reemplazó a los métodos tradicionales de revestimiento de los perfiles de un túnel y llegó a ser fundamental en la cimentación del tramo o sección del túnel excavado. En la actualidad, no se concibe la perforación de túneles sin el método del concreto lanzado. En este sentido, el concreto lanzado es un único término que describe diversas partes de una tecnología completa: el material, el proceso y el sistema del concreto lanzado.

El material denominado concreto lanzado es una dosificación de la mezcla del concreto que está determinada por los requerimientos de la aplicación y por parámetros específicos. Por regla general, esto significa una reducción de la granulometría máxima de las partículas de entre 8 mm y 16 mm, un incremento del contenido de aglomerante y el uso de aditivos especiales en el concreto lanzado para controlar las propiedades del material.

Los requisitos principales de la mezcla se centralizan en la trabajabilidad (bombeo y lanzado) y la durabilidad; alta resistencia inicial; características adecuadas de fraguado del concreto (tiempos abiertos prolongados); proceso de bombeo adecuado (caudal de flujo denso); buen lanzado (maleabilidad) y rebote mínimo.

El proceso de lanzado define su instalación. Después de producido, el concreto es transportado por medios convencionales al equipo de procesado. El concreto lanzado se bombea hasta el punto donde se colocará a través de tubos o mangueras herméticas resistentes a las altas presiones para su lanzado. Se encuentran disponibles:

el proceso de flujo denso por vía húmeda; el proceso de flujo diluido por vía seca; el proceso de flujo diluido por vía húmeda. Cabe decir que antes de ser lanzado, el concreto pasa a alta velocidad a través de la boquilla de salida. Se forma un chorro y se agregan los otros elementos importantes de la mezcla, tales como el agua para el concreto lanzado por vía seca, el aire comprimido para el proceso de flujo denso y los aceleradores del fraguado, cuando estos sean necesarios. La mezcla preparada de concreto lanzado se proyecta a alta presión sobre el sustrato, y ésta se compacta con tanta fuerza que se forma instantáneamente una estructura de concreto completamente compactada. Dependiendo de la aceleración del fraguado, la mezcla puede ser aplicada sobre cualquier fachada, inclusive las que se encuentran verticalmente por encima de la cabeza.

El proceso de lanzado puede ser utilizado para diferentes aplicaciones. El concreto lanzado o el mortero proyectado se utilizan para reparaciones de concreto, perforación de túneles y de minas, estabilización de planos inclinados. Por su parte, la construcción con concreto lanzado tiene varias ventajas: la aplicación sobre cualquier fachada debido a que el concreto lanzado se adhiere inmediatamente y soporta su propio peso. La posibilidad de aplicarlo en sustratos poco uniformes. Una configuración totalmente flexible del espesor de la capa en obra. La posibilidad de un concreto lanzado reforzado con malla o fibras. Se puede lograr un revestimiento con una capacidad portante rápida sin cimbras y sin prolongados periodos de espera. Asimismo, el concreto lanzado es un método de construcción flexible, económico y rápido, pero requiere de un alto grado de mecanización y es de suma importancia contar con mano de obra calificada. Sin duda, es el material perfecto para la estabilización de una excavación. Su flexibilidad única en la determinación del espesor de la aplicación, el refuerzo (fibra), la capacidad de rendimiento, el desarrollo de la resistencia en una etapa muy temprana (por vía seca o por vía húmeda) y la capacidad de nuevas aplicaciones hacen del concreto lanzado un material completo para la estabilización de una excavación. **C**

**Referencia:** Jürgen Höfler y Jürg Schlump, "Hormigón proyectado en tunelería", en *Hormigón*, Revista de la Asociación Argentina del Hormigón Premezclado, abril 2006.



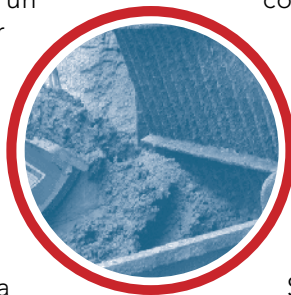
DURABILIDAD

## Durabilidad del concreto

**E**l Instituto de Concreto de Australia está tomando una posición de liderazgo en la reforma del diseño de la durabilidad y de la construcción con concreto al establecer un grupo especial para examinar la durabilidad con el objetivo de desarrollar un nuevo código basado en el desempeño. En este sentido, el desgaste y debilitamiento de la infraestructura ha sido ampliamente reconocido como un problema importante a nivel mundial. Por ejemplo, en los Estados Unidos, la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles reportó en 2005 que se requerían 1.6 billones de dólares para resolver las necesidades de la infraestructura en los EUA. Aunque los problemas de Australia no son de la misma escala como los de los Estados Unidos, no hay ninguna razón para ser complacientes. Un ingeniero australiano —que es una autoridad en puertos— ha dicho que él y sus colegas habían reparado tres de sus estructuras que tenían únicamente 20 años de edad y que no habían visto todavía una de sus estructuras marinas alcanzar su vida de diseño.

El Instituto Australiano del Concreto ha reconocido que el problema tiene dos dimensiones: las estructuras durables son esenciales para una economía fuerte y las estructuras durables son una importante herramienta ambiental. El Instituto también ha reconocido la necesidad de liderazgo, y a través de sus miembros busca proveer soluciones en el campo de la durabilidad del concreto. Para este fin, se ha formado un comité para trabajar en el problema general de la durabilidad. Este Comité cuenta con muchos expertos en la industria involucrados en el desarrollo de un plan estratégico para el diseño de la durabilidad y la construcción en Australia.

El Comité lleva a cabo talleres en varias partes de Australia, en donde se hace un bosquejo del estado actual que guarda el diseño por durabilidad, los problemas que enfrentan los sectores de diseño y construcción y las opciones posibles para salir adelante. También plantea varios talleres con



el objetivo de obtener información y ayuda de los propietarios de inmuebles, ingenieros de diseño, arquitectos, proveedores de materiales y contratistas de la construcción.

Uno de los mayores problemas que deben ser explorados es el desarrollo de un código basado en el desempeño. Aunque muchos en la industria creen que todavía no se dispone de pruebas de desempeño confiables, otros ya están usando una gama de criterios de desempeño en las especificaciones. Esta diversidad dificulta el trabajo a los proveedores y contratistas de la construcción. Si han de especificarse pruebas de desempeño, entonces sería muy útil la armonización a través de códigos.

Otro problema importante que ha de ser considerado es la falta de opciones para la elección del concreto en los códigos australianos. Por ejemplo el código más importante para estructuras de concreto, el AS3600, provee únicamente una opción para estructuras marinas, que es el concreto de 50 MPa con un recubrimiento de 50 mm. Éste es extremadamente limitante y potencialmente muy costoso. Sobre esto, el Comité cree que en algunos casos, la vida de diseño requerida de 40 a 60 años puede no alcanzarse por algún margen y ciertamente otro código australiano, el AS4997, dice que el mismo diseño proveerá únicamente una vida de 25 años.

Mientras que el AS 3600 es el “código líder” para estructuras de concreto en Australia, existen otros varios códigos que proveen una guía para el mismo medio ambiente. Los pilotes, las estructuras para la retención de agua, y estructuras marinas y de puentes, todas tienen requisitos de diseño separados para concreto y éstos con frecuencia entran en conflicto. Hay una importante razón para tener un código que cubra todos los aspectos de durabilidad en el concreto, proveyendo disposiciones de durabilidad que están enlistados en todos los demás códigos. Sin embargo, la durabilidad es un tema complejo. En proyectos mayores, los modelos de deterioro avanzados usados por especialistas garantizan la manera más segura y económica para enfocar el diseño. No obstante, los proyectos más pequeños necesitan reglas menos sofisticadas “que hay que cumplir” que, aunque son conservadoras, pueden ser acatadas por la comunidad de ingeniería en general. **C**

**Referencia:** *Concrete in Australia*, Vol.35, No 2.

## Control del agrietamiento

**S**i bien se pueden elogiar las numerosas cualidades del concreto –resistencia mecánica, resistencia al fuego, inercia térmica, aislamiento acústico, etc.– sufre un defecto que numerosos investigadores han esforzado en eliminar desde su invención: su contracción. En términos generales, la contracción del concreto es una deformación del volumen inducida por fenómenos fisicoquímicos ligados a la hidratación de la pasta de cemento y al secado.

Este fenómeno es tanto más importante en cuanto que es el responsable de numerosas patologías sobre las obras de concreto, ya que no se ha logrado dominar la desaparición de la contracción. Se habla entonces de la prevención de la contracción y el diseñador tendrá la tarea de controlar ésta para evitar el agrietamiento o deformación excesiva perjudicial a la durabilidad y al desempeño de la obra (estabilidad, impermeabilidad, etc.). El contratista podrá también colaborar para paliar, en cierta medida, este defecto considerado con frecuencia como el talón de Aquiles del material de referencia.

El Eurocode 2 (NBN EN 1992-1-1) permitirá, de ahora en adelante, predecir el valor de la contracción total del concreto, incluyendo su componente específico endógeno. Esta adaptación era necesaria, dado que deben tomarse en cuenta los concretos de alta resistencia (> 50/60 Mpa) en los métodos de cálculo.

### La contracción del concreto

La contracción total de un elemento de concreto presenta dos componentes principales: la contracción endógena y la contracción por secado, que pueden calcularse de acuerdo con el Eurocode 2 y su anexo nacional (ANB). La contracción por secado del concreto (también llamada contracción por secado) es una deformación del volumen que resulta del secado de la masa del concreto. El agua que no haya sido utilizada por las reacciones de hidratación se evapora del material en función de

un diferencial de humedad relativa con el medio ambiente (más seco).

Por su parte, la contracción endógena del concreto (también llamada contracción de auto desecación o contracción química) es una deformación que resulta del hecho de que el volumen de los productos de la hidratación es más pequeño que el volumen de los reactivos presentes. Bien sea que se trate de un concreto normal o de un concreto de alta resistencia, el valor de la contracción total es la misma, alrededor de 600 µm/m. Sin embargo, la proporción de la contracción endógena es totalmente diferente, ya que alcanza alrededor del 50% para el concreto de alta resistencia, contra menos del 10% para el concreto normal. Además de la contracción, fuente de deformaciones potenciales evitadas, otros parámetros influirán en las posibilidades de agrietamiento de una obra de concreto, lo que se conoce como agrietabilidad. Ésta se caracteriza por:

- Su deformabilidad.
- Su resistencia a la tensión.
- Su desarrollo térmico al momento de las reacciones exotérmicas de hidratación.
- Su capacidad para relajar las restricciones (fluencia por tensión).

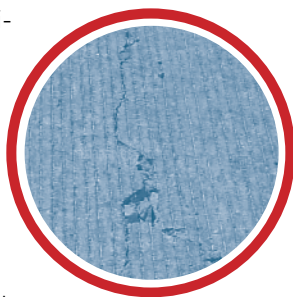
### Prevención de la contracción

Las deformaciones debidas a la contracción no son necesariamente negativas. Llegan a ser negativas a partir del momento en que encuentran algo que las impidan, ya que ellas generan entonces resistencia a tensión. Estas restricciones, cuando sobrepasan un cierto umbral próximo a la resistencia de tensión, pueden llevar al agrietamiento y, consecuentemente, a problemas de durabilidad (corrosión, etc.), de impermeabilidad o de estética. El agrietamiento dependerá del potencial de la contracción libre, del potencial de agrietamiento del concreto, de la obstaculización y de otros factores concomitantes de la estructura.

### Control del agrietamiento

Para evitar los riesgos del agrietamiento será necesario tomar en cuenta tres aspectos: limitar la contracción del concreto; limitar el agrietamiento o sus consecuencias y limitar toda restricción perjudicial de la obra (o parte de la obra). **C**

**Referencias:** B. Parmentier; V. Pollet, y G. Zarmati, *CSTC, Contact*, No 22, junio de 2009, Bélgica.



# Enseñanza- aprendizaje

SIMPOSIO  
NACIONAL  
SOBRE LA  
ENSEÑANZA  
DEL CONCRETO

# EVOI

Ángel Álvarez/  
Gregorio B. Mendoza

Fotos: A&S Photo/Graphics y  
Luis Méndez.

A mediados de octubre el IMCYC realizó una de sus más importantes actividades del 2009: el Simposio Nacional sobre la Enseñanza del Concreto.



# Ucción



**E**n un evento inédito, expertos del sector de la construcción se reunieron para platicar y exponer sus ideas en corto, durante el Simposio Nacional sobre la Enseñanza del Concreto, organizado por el IMCYC. Siendo uno de los momentos más importantes de la celebración de nuestro 50 aniversario, este Simposio tuvo lugar en el Centro Banamex, los pasados 20 y 21 de octubre.

Fue con las palabras del ing. Daniel Dámazo Juárez (director general del IMCYC) que inició una de las más importantes actividades del año para nuestro Instituto.

Todo un éxito resultó este Simposio, gracias al apoyo de los participantes y organizadores, entre ellos los miembros del Comité Director, responsable de establecer los objetivos, bases y requisitos de participación en el simposio, el dr. Oscar M. González Cuevas, de la UAM; el dr. Sergio



M. Alcocer Martínez de Castro, Secretario General de la UNAM; el mtro. Gonzalo Guerrero Zepeda, Director de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y Presidente de la ANFEI; el arq. Jorge Tamés y Batta, director de la Facultad de Arquitectura y dresidente de ASINEA; los presidentes de los colegios de Ingenieros y Arquitectos, ing. Luis Zárate y arq. Guillermo Cramer, respectivamente; los representantes de las cámaras Mexicana de la Industria de la Construcción y Nacional del Cemento, lic. Rafael Licea y lic. Osmin Rendón Castillo; así como el arq. Ricardo Pérez Schulz de la AMIC y el mtro. Javier Cesin Farah, presidente de la SMIE.

Valiosa también fue la presencia y colaboración del Comité Técnico –responsable de la operación del Simposio– formado por el dr. Mario de Jesús Carmona; el ing. Jorge Javier Martínez; el ing. Francisco García Jarque; el ing. Miguel Soto Dueñas; el dr. Mario Gómez Mejía; el mtro. Hugo Sergio Haaz Mora; el M. en I. Carlos Javier Mendoza; el arq. Jorge Cattaneo Cramer, y el ing. Francisco García Álvarez. Cabe decir que el IMCYC estuvo representado en ambos comités por su presidente, el lic. Jorge L. Sánchez Lapidarade; por el ing. Daniel Dámazo Juárez; por el ing. Luis García Chowell; por el ing. Donato Figueroa Gallo, así como por el lic. Gerardo Álvarez Ramírez. Notable fue la presencia voluntaria de estudiantes de la Facultad de Arquitectura de la UNAM y de la

### Testimonio

“Me pareció un evento muy relevante porque nos ayuda a saber cómo estamos formando a los estudiantes de arquitectura y cómo la industria –que son los que les darán trabajo a nuestra futuras generaciones- ven las carencias que tenemos en la academia y nos plantean sus necesidades. Esperamos que pronto el IMCYC nos reúna a través de mesas de trabajo y sepamos qué interés y qué avance va teniendo cada sector para lograr los objetivos”.

**Dr. en Arq. Mario de Jesús Carmona**  
Facultad de Arquitectura/ UNAM

UAM, quienes fungieron como secretarios auxiliares de las mesas de trabajo, así como de los participantes, tanto de los representantes de las universidades y otras instituciones de educación superior, así como de empresas, organismos y otras instituciones públicas y privadas.

En su momento, el dr. Óscar González Cuevas comentó que

es el tercer simposio que organiza el IMCYC, aunque aseguró que en esta ocasión se realizaba de manera diferente al idearse de tal forma que se propiciaran propuestas para mejorar la calidad de la enseñanza en el rubro a través de analizar los problemas en grupos pequeños para que, con franqueza y honestidad intelectual, se plantearan soluciones concretas. También indicó que el objetivo era: “mejorar la enseñanza del concreto de ingenieros, de arquitectos, de técnicos, y de todos los que intervienen en la construcción con concreto”.

### Mecanismo de trabajo

El mecanismo del Simposio consistió en establecer dos grandes grupos de trabajo. En el salón Palacio de la Canal 7 estuvo reunido el grupo formado por representantes de instituciones educativas (escuelas y facultades de ingeniería y de arquitectura), mientras que en el salón Palacio de la Canal 8 se reunieron los representantes

### Los temas

Algunos de los temas analizados en las ponencias de las mesas de trabajo fueron:

#### Mesas de instituciones educativas

- Tecnología del concreto y sus materiales.
- Enseñanza del concreto a nivel licenciatura.
- Enseñanza del concreto a nivel posgrado.
- Enseñanza del concreto en educación abierta, continua y a distancia.
- Cursos de actualización sobre técnicas nuevas en concreto.
- Vinculación ámbitos universitario-laboral.

#### Mesas de organismos empleadores

- Problemáticas especiales de las grandes empresas públicas
- Diseño de materiales
- Conformación del concreto
- Manejo de materiales en obra
- Sustentabilidad
- Vinculación ámbitos laboral-universitario



de los organismos empleadores, ya fueran de empresas, o de organismos públicos y privados. Cada uno de estos grupos se dividió en mesas de trabajo para desarrollar sus labores. En el caso de las instituciones educativas se establecieron cinco mesas de trabajo mientras que en el grupo de los empleadores fueron cuatro. En cada mesa fueron presentadas las ponencias de cada uno de los participantes, además de que fueron expuestas y aclaradas dudas, tanto de alumnos, como de los demás representantes.

Los participantes dieron a conocer sus experiencias, ideas, casos de éxito e inclusive la forma de capacitación y filosofía tanto de las instituciones educativas como los organismos empleadores. Se otorgó el espacio para que todos presentaran su información y al mismo tiempo aclararan dudas que iban surgiendo en las mesas de trabajo. Al terminar las ponencias, cada mesa de trabajo se organizó para obtener las conclusiones de los temas, tanto en el salón de las instituciones educativas como en el de las empresas y organismos gubernamentales.

## Testimonio

“Es un esfuerzo único en el que se han vertido las opiniones de la industria, las universidades y el gobierno. Creo que el IMCYC debe ser un organismo coordinador y comenzar a realizar pequeñas practicas que comiencen a reflejarse de forma inmediata”.

**Ing. Elder Octavio Ruíz Mendoza**  
Subdirección de proyectos y construcción CFE





## Segundo día de trabajo

En este día, la misión fue establecer las posturas específicas de cada sector y al final de la jornada debatir para generar la coordinación conjunta de todos los asistentes sobre lo que serían las conclusiones del evento, todas ellas establecidas en un documento que testificaría cada una de las iniciativas planteadas, así como su posible metodología de ejecución. También se continuó con la dinámica de exposiciones sectoriales en las que se esbozaron inquietudes específicas que fueron sumándose a la voz de estudiantes, académicos, empresarios, funcionarios y profesionistas que comenzaban a coincidir en medio de diversas ideas presentadas, el análisis de estrategias o problemáticas comunes y las posibles soluciones con tintes convergentes. Destacaron las demandas ante la carencia de conocimientos de los egresados de las universidades en materia de innovación y tecnología del concreto; un mayor acercamiento entre el sector académico y las actividades profesionales que permitan la constante actualización de los docentes así como un mayor compromiso por parte de las empresas contratistas para facilitar diversas fases de aprendizaje de sus colaboradores en temáticas de control y calidad de obra.

Poco a poco se fue incrementando la exigencia entre divulgación y compromiso de los organismos oficiales (colegios, cámaras, sociedades, etc.) por instituir diversos estudios de especialización o diplomados específicos que permitan al gremio registrar una continua mejora para garantizar una verdadera cultura del concreto como material sustentable, económicamente viable y de bondades múltiples en los temas vinculados estrechamente con la ingeniería o la arquitectura. Ambos, pilares de nuestros motores económicos por lo que representa la construcción de infraestructura vial, hídrica, aeroportuaria, marítima, energética; entre otras, así como la creciente tendencia de edificación para vivienda y servicios en diversas zonas del país. Sorprendió la insistente petición por el capital humano: de nueva cuenta se escucharon voces que cuestionaron la objetividad de todos estos planteamientos

cuando “se carece de ingenieros civiles o arquitectos en los campos de actividad profesional, con lo cual la base para volver realidad estos planes se vuelve inestable”, a decir de los especialistas invitados. Sin embargo, el argumento anterior dio pie a una nueva discusión en la que se concluyó que era importante promover desde los niveles de bachillerato el interés a los estudiantes por estas disciplinas —especialmente la ingeniería civil—, en las cuales su matrícula ha disminuido considerablemente debido a diversos factores como la percepción constante de una contratación poco probable y un campo de desarrollo profesional limitado.

Una vez concluida esta etapa se procedió a las conferencias magistrales dictadas durante la comida de todas las mesas de trabajo. El ing. José Cadena, quien realizó estudios de posgrado en España y actualmente es parte del área académica de Ciencias de la tierra y materiales en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, abordó un tema desarrollado por la Universidad de Barcelona que enfatizó el “proceso de mejora de un agregado en la producción de concreto”. Posteriormente el ing. Elder Octavio Ruiz Mendoza, quien está a cargo del proyecto de normalización y certificación de la competencia laboral de CFE, tomó el



## Conclusiones

Este Simposio subrayó que es necesario:

- Crear un laboratorio para desarrollar prácticas y aprovechar las redes virtuales para favorecer a las escuelas que tengan carencias de instalaciones físicas para desarrollarlas.
- Crear programas de estancias cortas con valor curricular vinculado a las empresas y universidades.
- Buscar mecanismos que permitan crear un porcentaje del Fondo Nacional de Infraestructura con la finalidad de que los alumnos “aprendan trabajando”.
- Promover la participación de estudiantes en concursos de modelos físicos y de comportamiento estructural como los realizados por el ACI.

- Llevar estrategias de información en línea como “blogs” con la finalidad de que cualquier alumno pueda acceder a información de calidad vinculada al concreto, sus avances e investigaciones.
- Promover formas de titulación como especialidades y materias sobre la tecnología del concreto.
- Inculcar principios éticos en la formación académica de los alumnos.
- Realización de simposios periódicos en un máximo de cada tres años.
- Que el IMCYC actúe como la institución que coordine los trabajos y los procesos establecidos por parte de todos los organismos, universidades y empresas interesados en el tema.

lugar del ing. Benjamín Granados para abordar a detalle cada una de las áreas que actualmente la empresa vigila para desarrollo de infraestructura, equipos y operación de todas sus instalaciones.

## Conclusiones

Tras la celebración de las ponencias mencionadas se regresó a los salones de sesión para obtener las conclusiones sectoriales. Tanto los representantes de las instituciones educativas, como los de las empresas y organismos empleadores obtuvieron las conclusiones de sus sectores, con base en las conclusiones de sus mesas de trabajo, y se prepararon para presentarlas posteriormente al otro sector.

El simposio continuó con sus trabajos cuando en un salón se reunieron todos los participantes, y los representantes de cada uno de los sectores le presentó al otro las conclusiones a las que había llegado, dando lugar a las discusiones y aclaraciones necesarias para dejar en claro las posturas de ambos sectores.

## Testimonio

“Para lograr los objetivos creo deben de enfocarse y no discutir de lo que se tiene y no en las universidades sino tratar de hacer un plan que abarque a todas las universidades y sus estudiantes tengan la posibilidad de llegar a eso y a la información”.

**Daniela González**  
Estudiante de la Facultad de  
Arquitectura UNAM

El simposio llegó a su climax cuando se conformó una comisión con representantes de ambos sectores para redactar las conclusiones generales del evento. Una vez redactadas, las conclusiones se sometieron al pleno de los participantes para obtener su visto bueno, dando como resultado las conclusiones que se detallan en el cuadro correspondiente. Finalmente, se entregaron a los participantes reconocimientos. **C**



# Protección de tubería e infraestructura

**P**ara 2004, el Informe señalaba un gasto de aproximadamente 55 mil millones de euros. Esa cantidad es parecida al pensar en reparar los sistemas de tratamiento del agua en el sector privado (doméstico e industrial). Y una de las causas mayores de daño es la corrosión de los materiales de construcción por las sustancias químicamente corrosivas.

## Corrosión en los sistemas de aguas residuales

Los sustancias químicamente corrosivas que tienden a dañar las plantas de tratamiento de aguas producidas por materiales usados internamente (contenido de agua residual o corrosión ácida biogénica), y externamente (sustancias corrosivas en aguas subterráneas o el mismo suelo o los sitios contaminados) son sustancias inorgánicas (aniones, cationes, ácidos, bases) u orgánicas (carbonos alifáticos, aromáticos o halogenados y ácidos orgánicos). Se puede decir que, en general, las sustancias inorgánicas tienden a dañar los materiales minerales inorgánicos, como el concreto, mientras que las orgánicas tienden a dañar principalmente los materiales orgánicos, como los plásticos. Las sustancias más dañinas encontradas en las plantas de tratamiento de aguas son el ácido sulfúrico, en el caso del concreto, y los carbonos halogenados y aromáticos, en el caso de los plásticos.

El ácido sulfúrico se origina en thioacilli en espacios de gas en las paredes de las plantas de tratamiento de aguas. Los thioacilli convierten los componentes orgánicos de las aguas residuales que liberan gas  $H_2S$ , en ácido sulfúrico durante el proceso de fermentación. Por su parte, los carbonos halogenados y aromáticos pueden llegar a las aguas residuales industriales o domésticas, o producirse en sitios contaminados. A fin de prevenir la corrosión y/o proteger las tuberías e infraestructuras, puede aplicarse concreto de alta resistencia (concreto lanzado) o sistemas de prevención de la corrosión en construcciones nuevas o en trabajos de reparación.

La Asociación Alemana del Agua y de Aguas Residuales (DWA) presentó hace unos años un interesante informe de los daños y gastos, a corto o mediano plazo, para reparar problemáticas de las plantas de tratamiento del sistema de aguas de ese país.

Foto: [www.flickr.com/photos/mojey.com](http://www.flickr.com/photos/mojey.com).

## Concreto de alta resistencia

El concreto puede ser gravemente dañado por el ácido. Dado que los aditivos granulares del concreto son generalmente insolubles, el ácido ataca principalmente la matriz de cemento. Los ácidos pueden disolver prácticamente todos los componentes de la matriz de la pasta de cemento endurecida, en sus fases CSH,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . El hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , producido cuando al hidratarse el cemento Portland se disolverá fácilmente en el ácido. Cuando se hidrata el cemento, el hidróxido de calcio tiende a cristalizarse en aquellas áreas que con anterioridad habían sido penetradas por agua, y también en la superficie de los granos. De esta manera, se crea una estructura en red tridimensional de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  que penetra todo el concreto. Las fases CSH y los granos de clinker son negros: el  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  aparece en amarillo brillante.

Si el hidróxido de calcio es disuelto con ácidos, el ataque penetrará rápidamente por las vías de acceso hacia el interior de la matriz de los ligantes. Al principio, se producirá un daño profundo en el concreto: esto es prácticamente invisible a simple vista. En el caso de la corrosión por ácido sulfúrico biogénico, en una segunda etapa los sulfatos del ácido sulfúrico penetrarán a lo largo de las vías del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  disuelto en el concreto y procederán a destruir el concreto en un ataque agresivo.

La matriz de concreto dañada por el ácido sulfúrico biogénico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), tiene así sus primeras líneas de ataque que causan daños. En la primera línea, la matriz de concreto, tal como se ha visto en la superficie dañada, es totalmente destruida por un ataque de disolución ( $\text{H}^+$ ) y por un ataque



Foto: www.flickr.com-photos-annmaliigaya.com.

de expansión ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). La capa totalmente destruida es fácil de eliminar físicamente, si de hecho no desaparece espontáneamente.

Una segunda línea de ataque, más profunda, es invisible a simple vista, y puede verse sólo a través del microscopio. Dentro de esta segunda capa, el ácido ha dañado simplemente la matriz de concreto con el ataque de disolución. La durabilidad física de esta capa se conserva considerablemente, ya que aún no se ha producido, o casi no se ha producido, un ataque agresivo.

Si sólo se elimina el concreto de la primera línea dañada durante una reparación y se aplica una capa protectora, las medidas de reparación o remediadoras a menudo sólo tienen éxito a corto plazo, ya que el sulfato de la primera línea dañada será reactivado si se usa un chorro de agua de alta presión; este proceso puede alcanzar la segunda línea frontal dañada en la estructura de la microfisura. Podemos formar así etringita o yeso, que conducirá a un ataque agresivo bajo el reperfilado o recubrimiento. De esta forma, la unión de la capa protectora o reperfilado

puede quedar comprometida. Por estos motivos, para lograr medidas de restauración acertadas es fundamental examinar microscópicamente la profundidad de ambas líneas dañadas y eliminar en su totalidad el concreto dañado. Puede lograrse una durabilidad suficiente de hasta un valor de pH de aprox. 3,5 a 4, usando un concreto de alta resistencia, concreto lanzado para nueva construcción o en trabajos de reparación en que la estructura de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , sea en gran medida transformada en las fases más resistentes de CSH mediante el uso de aditivos hidráulicos latentes o puzolánicos, como escoria granulada, ceniza volante o microsilíce. Así, se logra la máxima densidad mediante la optimización granulométrica. La durabilidad de estos tipos de concreto es de alrededor de 5 a 20 veces superior a los concretos "normales" basados en el cemento Portland con una alta resistencia al sulfato; su duración de vida aumenta proporcionalmente. Por encima de todo, el daño profundo en la matriz de ligante ya no ocurrirá con el concreto de alta resistencia. Así,

la profundidad del daño al concreto de alta resistencia corresponde al daño visible. La probeta casi no afectada contiene aditivos puzolánicos. La siguiente probeta —completamente destruida— estaba hecha sólo de cemento Portland. Sin embargo, allí donde hay corrosión severa de ácido sulfúrico biogénico, pueden alcanzarse valores de pH de hasta 0,5. Comparado con el valor de pH natural del concreto (aprox. 12,6 en caso del cemento Portland), esto representa aproximadamente una concentración de ácido de diez mil millones superior (Concentración  $H^+$ ). En estas condiciones, el concreto de reperfilado o concreto lanzado requiere una protección suplementaria contra el ataque adicional del ácido sulfúrico mediante un sistema de protección de la corrosión.

### Sistemas de protección de la corrosión

Los principales sistemas de protección de la corrosión están basados en plásticos (capas, revestimientos,

rellenos sólidos) o gres (revestimientos, rellenos sólidos). Los plásticos son generalmente resistentes a las sustancias inorgánicas como las sales y los ácidos. Las sustancias inorgánicas oxidantes son una excepción, sobre todo los ácidos oxidantes: los ácidos oxidantes inorgánicos también dañan los materiales orgánicos (plásticos) en gran medida. El ácido sulfúrico biogénico es un ácido que se oxida suavemente. El ácido nítrico, que puede aparecer en el agua residual con un alto contenido en nitrógeno a través de bacterias de nitrificación en la planta de tratamiento de aguas, es un ácido muy oxidante. Cuando los ácidos sulfúrico y nítrico se producen conjuntamente, la mezcla ácida tiene una acción de oxidación muy potente. Por lo tanto, antes de elegir un sistema de protección de la corrosión basado en plásticos, debería verificarse en todos los casos si se produce o no ácido nítrico, o si podría producirse, conjuntamente con el ácido sulfúrico. Además, antes de elegir un sistema de protección de la corrosión, debe verificarse si podrían

o no aparecer medios orgánicos en las áreas que deben ser reparadas. Hay muchos medios que ofrecen la misma resistencia química de los plásticos a las sustancias orgánicas. En estos medios, la durabilidad de un plástico en particular se indica generalmente con términos tradicionales como "buena", "moderada" o "reducida". Dado que raramente se declara el procedimiento de pruebas es, por lo general, difícil evaluar las informaciones. Además, la misma clasificación genérica (poliéster o epóxido) podría incluir plásticos con características de resistencia química variadas. Así pues, no es factible una evaluación general precisa de la acción química de las sustancias orgánicas en sistemas orgánicos. En consecuencia, los sistemas de protección de la corrosión tienen que ser probados en su durabilidad usando las sustancias orgánicas realmente supuestas y que se encuentran en el sitio. Esto se aplica en particular cuando podrían estar presentes carbonos halogenados o aromáticos. Muchos plásticos se disolvieron en contacto con los carbonos halogenados o aromáticos en cuestión de horas o días, incluso en espacios de gas. Lo mismo puede decirse para los revestimientos hechos de gres o cristal que contienen plásticos como sellador, ya que la durabilidad de los sistemas vendrá determinada principalmente por la resistencia específica del material sellador mismo. Cabe subrayar, que los componentes de construcción (tubos) fabricados con cerámica o cristal son resistentes a prácticamente todos los medios corrosivos encontrados en las plantas de tratamiento de aguas. **c**

#### Referencias:

R.Huttl, Instituto para la Comprobación de Materiales, Berlín, Alemania, en *PHI Planta de Hormigón Internacional*. 3, 2009.



Foto: www.flickr.com/photos-jiarrick.com.



Foto: <http://img.fuenteexp.com>

# Tecnologías de los bloques de concreto

Cada vez surgen nuevas formas que fortalecen a la industria de los bloques de concreto en el mundo.



Foto: [http://header\\_retain](http://header_retain)

**E**n el caso de un muro de contención de bloques de concreto, cabe decir que se trata de una estructura construida con bloques apilados en seco, uno encima del otro, para construir un muro que creará un paisaje en terraza y escalonado. En este sistema de bloques de muros

de contención son factibles tres tipos de estructuras diferentes:

- La estructura de gravedad: esto es esencialmente un terraplén, por lo general construido a 70°, con un revestimiento de bloques suficientemente pesados para soportar el terraplén. Los revestimientos de los bloques pueden consistir en una sola capa de bloques, una doble o incluso una triple capa para conseguir suficiente masa.

- La estructura reforzada en el suelo: se trata de una extensión de la estructura de gravedad, porque la parte del relleno —es decir, el terraplén— está incorporada en la estructura de gravedad o través de la estabilización con cemento, o por la sustitución de la parte del relleno con un relleno adecuado como concreto de bajo contenido en finos.

- Estructuras reforzadas de geomembrana. Estas estructuras dependen de varias capas de geotextiles o georrejillas construidas a una determinada longitud dentro del terraplén para lograr estabilidad. La interacción real de suelo-geomembrana es el agente estabilizante, mientras que los bloques de muro actúan sólo como un revestimiento estético. La unión de los bloques se inicia sujetando las geomembranas entre bloques o fijando las geomembranas a los bloques con conectores especiales.

## Tipos de bloques

En la actualidad pueden identificarse los siguientes tipos de bloques:

- Unidades de concreto sólido rectangulares desde la parte frontal, por lo general con una sección transversal constante en la línea del muro, donde la fijación mutua depende de la interacción de macho-hembra. La facilidad de construcción de estos bloques es bastante limitada y depende del tamaño del hueco entre bloques.

- Unidades con parte superior y base abiertas, por lo general circular o semicircular, donde la fijación mutua depende de la fricción de concreto a concreto. La facilidad de construcción de estos bloques es excelente, ya que las raíces de las plantas se extenderán en el relleno por debajo del bloque.

- Unidades con parte superior y base casi cerradas, por lo general rectangulares, con una cara delantera (punta) que se eleva por encima del bloque. La fijación mutua depende de la resistencia al cortante de la punta. Estos bloques son razonablemente construibles. Con todos los tipos de bloques puede optarse por un acabado de molde de máquina o un acabado de roca partida.

hechos con una máquina bloquera que, en principio, sirve en la fabricación de unidades de pavimentación no superiores a 12 cm de altura. La máquina bloquera debe modificarse para acondicionar los moldes a productos con una altura de 27.5 cm. Generalmente se usa una Schlosser o máquina VB4.

El proceso de fabricación de las unidades es similar al usado para los bloques. Los diferentes agregados, piedra, arena y cemento, se mezclan con agua suficiente para hidratar el cemento. A fin de cuentas es una mezcla seca que entra en el molde. Los moldes son fabricados de acero especial endurecido resistente a la abrasión. Este molde es colocado en un palet de madera. Después del primer relleno, el molde es previbrado y luego relleno completo. La unidad matriz baja y se produce la vibración secundaria o principal, donde se ejerce una fuerza vertical para ayudar a la compactación del concreto en los huecos del molde. La vibración principal debe durar aproximadamente unos siete segundos. El molde y la unidad matriz son retiradas y levantadas. El palet de madera con los bloques recién formados se mueve hacia las líneas donde se produce el fraguado inicial.

## Fabricación

Los bloques para la construcción de los muros de contención son

## Las mezclas

Las de tipo estándar se hacen con cemento que contenga algunos





fluidificantes como ceniza volante. Se usa una mezcla bastante gruesa con una fracción más grande de piedra de 6,7 mm, algo de arena triturada y a menudo, algo de arena natural. La mayoría de los agregados son triturados. Para los bloques de concreto más grandes no se añade arena de relleno.

## Fraguado

Los palets que contienen los bloques recién formados son apilados en líneas y cubiertos con revestimientos para proteger los bloques contra el viento y el sol e impedir que el concreto se seque. Después de 24 horas, los bloques se sacan de los palets y son trasladados en paquetes con envoltura retráctil o flejados. Se añade agua a los paquetes retráctiles para un fraguado adicional. Los paquetes se colocan entonces en el área de apilamiento para un proceso posterior de fraguado. Cuando los paquetes están sólo flejados, se usan sistemas de rociado para añadir agua a los bloques. Después de siete días, se estima que los bloques estarán preparados para el transporte.

## Cuestión de calidad

Antes de la fabricación, se comprueba que los materiales usados – arena, piedra, cemento y cualquier aditivo o fluidificante – cumplen con el criterio de calidad. Después de la fabricación, se comprueba la resistencia de los bloques según la norma nacional relevante. En el caso de Technicrete, éste se adhiere a los siguientes intervalos de pruebas: un día, tres, siete, 14 y 28 días. Por lo general, el producto ha alcanzado la resistencia requerida antes de siete días y es liberado después de siete días de prueba. Todo el proceso de producción es supervisado según las Normas ISO



Foto: www.technicrete.co.za.

relevantes y se sigue escrupulosamente el registro escrito.

## Método del Wet Cast

Mientras que actualmente la industria de los materiales de construcción está atravesando una crisis económica, es evidente que el sector de los bloques de concreto con una cara de acabado arquitectónico, se mantiene fuera de esta situación. Este producto está situado en un elevado segmento del mercado ya que se puede comercializar con grandes beneficios y presenta cifras de ventas en crecimiento. Es probable que esta tendencia resulte del creciente empleo de bloques de concreto con una cara de acabado arquitectónico para el diseño de espacios interiores, mientras que en el pasado se empleaba principalmente en zonas exteriores. Además, el producto está ampliando constantemente su nicho de mercado gracias a una calidad mejorada de las imitaciones de piedra natural y al hecho de que las piedras de todo el mundo están disponibles sin problemas en el proceso de imitación. Otra gran ventaja es la

instalación sencilla, en comparación con la piedra natural.

La empresa Vortex Hydra siempre ha estado involucrada en el desarrollo de tendencias del mercado. En la actualidad, cuenta con 40 años de experiencia en el campo de la automatización industrial para mejorar los procesos de producción de los bloques de concreto con una cara de acabado arquitectónico. Hoy, el gran reto a la hora de automatizar la fabricación de este nuevo producto consiste en el manejo de un gran número de moldes y colores manteniendo la mayor flexibilidad posible en la producción. Cabe decir que la empresa proporciona soluciones globales, desde el mezclado de las materias primas hasta la paletización. Actualmente, en la mayoría de las fábricas de bloques de concreto con una cara de acabado arquitectónico existen limitaciones en la producción motivadas por una elevada demanda de mano de obra.

En las plantas de producción de Wet Cast se emplean mayoritariamente "métodos manuales" y su rendimiento de producción medio se sitúa entre 150 y 200 m<sup>2</sup> diarios. Por el contrario, la solución técnica

de Vortex permite aumentar el rendimiento de producción hasta los 500 m<sup>2</sup> al día con una notable reducción de la mano de obra, es decir, se reduce considerablemente el trabajo. Se utiliza una mezcla de concreto convencional, cuyos componentes (arena, cemento, pigmentos, agua y aditivos) son dosificados automáticamente y mezclados con una mezcladora planetaria turbo preparada para diversas capacidades de producción y que cuenta con un sistema de control de la humedad. Así, el concreto húmedo fabricado de esta manera es colado en moldes de caucho de silicón que moldean exactamente las formas de los bloques que se desea fabricar. Para que los bloques obtengan un aspecto "natural", antes del colado, las superficies de los moldes se pulverizan con una mezcla de pigmentos. Este paso lo realiza un robot automático que adapta el color, la cantidad y la distribución del material de los distintos tipos de productos.

Los moldes son lo suficientemente grandes para productos de unos 0,5 m<sup>2</sup>. El manejo tiene lugar con marcos de acero que pueden recoger al mismo tiempo tres moldes. El colado es a través de bombas de tornillo sinfín que dosifican el concreto exactamente, mientras los moldes se vibran para obtener una distribución perfecta y una superficie uniforme del material. Después los productos se curan. La tecnología de curado de Vortex se basa en dos conceptos muy difundidos en el terreno de las tejas de concreto: el sistema de estantes Rotary, y el sistema Matrix. El sistema de estantes consiste en un carrusel rotatorio en el que las tejas recién fabricadas se curan uniformemente, sobre palets durante un tiempo previamente ajustado, de manera que al poco tiempo los palets vuelven a estar



Foto: <http://img.archiexpo.com-images.ae>

a disposición para su reutilización. El estante circular gira paulatinamente dentro de un túnel aislado en el que circula aire caliente para evitar la formación de capas de aire de diferente temperatura. A su vez, el túnel de curado está dividido en tres zonas de curado al mismo tiempo que se marcan los estantes. En la primera zona, la humedad del aire es del 95% y la temperatura de unos 35°C, en la segunda, la humedad del aire se sitúa entorno a un 85% y la temperatura en 45°C y en la tercera zona, la humedad del aire es del 75% y la temperatura de 50°C. Cabe decir que la temperatura y la humedad del aire se miden y controlan por medio de sondas, para garantizar un curado uniforme. La humedad excesiva que pueda originarse en las zonas uno y dos es absorbida por ventiladores de escape. Como la construcción de acero del anillo Rotary sobre el que se depositan los productos siempre se encuentra dentro del túnel de curado, no es necesaria energía adicional para calentarlo; tampoco hay pérdidas de energía como en otros sistemas en los que los estantes se extraen para descargar el producto de las cámaras de curado. El sistema tiene varias cámaras en las que se pueden ajustar diferentes ciclos de curado en función del producto.

Las bandejas de producción (marcos de acero con tres mol-

des de silicón con los productos) se apilan de 20 a 30 niveles y se transportan por las cámaras automáticamente según el principio de "primeras entradas-primeras salidas", para que todos los productos de una cámara se curen bajo condiciones idénticas. El sistema de carga y descarga ofrece la máxima flexibilidad ante un cambio de productos y con un manejo cuidadoso apenas necesita mantenimiento. Este sistema se caracteriza por una extrema flexibilidad en la producción de diferentes productos. El desmolde de los productos y el posterior empaquetado en cajas de cartón requiere de mucho trabajo. Por ese motivo, el departamento de investigación y desarrollo de Vortex ha creado una nueva tecnología para automatizar el proceso de desmolde y empaquetado, la que ha proporcionado una notable reducción de la mano de obra. Entre las principales ventajas de una solución de automatización se pueden mencionar la reducción de los costos de producción, la reducción de los productos defectuosos y la elevada calidad de los paquetes. **C**

#### Referencias:

T. Voogt, en *PHI, Planta de Hormigón Internacional*, núm. 1 y 3, 2009. Para mayor información, escribir a: [marketing@concor.co.za](mailto:marketing@concor.co.za), o a: [vh.sales@vortexhydra.com](mailto:vh.sales@vortexhydra.com).

PASEO DE LA REFORMA:

# hacia la transición

**Gregorio B. Mendoza**

Foto de Felipe Leal: A&S Photo/Graphics.

Una de las avenidas más emblemáticas no sólo de la capital, sino del país, está viviendo una transformación radical donde arquitectura y urbanismo se unen para “hacer ciudad”.



El arq. Felipe Leal, titular de la Seduvi, platicó con CyT acerca de los proyectos de rascacielos que están desarrollándose en esta importante avenida capitalina.

**P**aseo de la Reforma se ha adjudicado –por su carácter histórico y urbano– un valor único dentro de las vialidades de nuestro país, siendo ésta una de las más simbólicas, de ahí que variadas han sido las intenciones por transformarla y renovar su perfil, inspirado éste último en famosas avenidas europeas que influyeron en su carácter burgués. A lo largo de su recorrido –el cual fue ordenado trazar por Maximiliano para conectar el Castillo de Chapultepec con el Palacio Nacional– se testifican sucesos históricos que han marcado a nuestra sociedad.

Vertical

Colmado de monumentos y bustos representativos, en breve se espera que albergue una pieza arquitectónica representativa: el Arco del Bicentenario, así como otro grupo de ejercicios audaces de arquitectura de gran altura que se tienen proyectados, a saber, alrededor de catorce. Así, esta

avenida que testificó hace unos años la construcción de la Torre Mayor –paradigma del verticalismo arquitectónico del Distrito Federal– se prepara de nueva cuenta para densificarse con otros rascacielos.

Sobre lo que está dándose en este Paseo, CyT conversó con el

titular de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), el arquitecto Felipe Leal Fernández. Éstas son algunas de las ideas que esbozó sobre el futuro de la capital; sobre la construcción de edificios de gran escala, así como de la preservación del valor urbano del Paseo de la Reforma.



Foto: Cortesía de LBR&A.

## Torre Reforma

**Arquitectura:** LBR&A. Benjamín Romano.

**Ubicación:** Reforma 483, esquina Río Elba, Col. Cuauhtémoc, México, DF.

**Proyecto estructural:** Arup+DITEC.

**Imágenes:** Cortesía de LBR&A.

La Torre Reforma estará lista a mediados de 2012, con 244 metros sobre nivel de banqueta y 57 niveles de 4.20 m de entrepiso será el rascacielos más alto de la Ciudad de México y del país, desbancando a la Torre Mayor, hasta el momento es el más alto de México y América Latina. El área total del edificio será de 76,082 m<sup>2</sup>, de los cuales 51,742 m<sup>2</sup> están sobre nivel de banqueta y 23,680 m<sup>2</sup> son subterráneos más 660 m<sup>2</sup> de la casa catalogada que será desplazada y reubicada a su lugar original. Todo en un predio de 2,780 m<sup>2</sup>. La altura busca una mejor ventilación natural permitiendo el ahorro en la energía utilizada para el sistema de aire acondicionado y debido a su forma tan esbelta, el edificio proyectará una sombra que no rebasara los 25 minutos al día sobre un mismo punto. Por la misma razón es que a pesar de la magnitud de su altura, no tiene más superficie que el promedio de los inmuebles que se encuentran operando sobre Paseo de la Reforma.

La construcción comenzó en mayo de 2008, incluirá restaurantes, centro comercial, áreas de esparcimiento y el uso principal de oficinas clase "Triple A". El complejo está siendo impulsado por Fondo Hexa, el diseño corre a cargo de LBR&A y la coordinación es por Bovis Lend Lease.



### ¿Cuáles son los cambios que propone con la dirección de la SEDUVI y los edificios de gran escala proyectados para la Ciudad de México?

"Lo primero que tenemos que mejorar es la ciudad que llamamos del 'día a día'; que es la ciudad a la cual todos los habitantes nos enfrentamos cotidianamente, es decir, la de las banquetas, cruceros, áreas verdes o la de los espacios públicos; todo unido hace que mejore una gran ciudad. Hay que ser autocríticos y aceptar que eso no está funcionando bien en la Ciudad de México. Si bien es cierto que hay áreas que están mucho mejor —como en el Centro histórico o en el Paseo de la Reforma— hay colonias que están muy deterioradas, con muchas décadas de abandono y de indiferencia por lo público".

### ¿Qué es lo que se piensa hacer?

"Se va a empezar con una política general desde el gobierno de la ciudad a nivel central, y coordinado con las delegaciones políticas, para implementar toda una campaña de mejoramiento realmente significativo de la ciudad. Hay que despejar mucho las banquetas; retirar el mobiliario urbano que no tiene



## Torre BBVA Bancomer

**Ciente:** BBVA Bancomer.

**Superficie de construcción:**  
183,000 m<sup>2</sup>

**Arquitectura:** Legorreta+Legorreta/  
Rogers Stirk Harbour+Partners

**Imágenes:** Legorreta+Legorreta

El nuevo edificio de BBVA Bancomer es un proyecto único en México por varias razones. En primer lugar, porque representa una sociedad entre Bancomer, el banco líder del país y BBVA una de las principales instituciones financieras a nivel mundial. Su ubicación en uno de los puntos más prominentes de la ciudad de México, enfrente del bosque de Chapultepec y marcando el inicio de la zona histórica del Paseo de la Reforma, la principal avenida de México.

Por estas razones —explica Legorreta+Legorreta— “formamos el mejor equipo a nuestro alcance para resolver este proyecto, se realizó una sociedad entre Rogers, Stirk Harbour+Partners, despacho británico, líder indiscutible en la arquitectura mundial actual y el despacho de Legorreta+Legorreta, despacho líder en México con amplia experiencia en el país y en diversos lugares del mundo.

En la propuesta destacan los siguientes valores: se una aportación al paisaje urbano de la ciudad, respondiendo al entorno y mejorándolo; se trata de una arquitectura eficiente en el uso de los recursos, estudiando las distintas orientaciones del sol. El diseño de la fachada se inspira en las tradiciones y el patrimonio arquitectónico mexicanos. La geometría de la estructura en diagonal se utiliza para crear una trama de celosías que protegen la fachada de la luz y el calor del sol. Así mismo, dota al edificio de una textura que evoca las pantallas de las celosías tradicionales facilitando la obtención de la certificación LEED oro.

necesidad de mantenerse, y los señalamientos, tanto oficiales como informales. Todo esto se va a liberar. A esto lo llamamos saneamiento de obstáculos para el peatón. Tenemos que favorecer las redes de transporte público y reverdecer la ciudad, así como generar espacios recreativos para todos con la finalidad de que la gente no se sienta limitada a salir a la calle”.

### • ¿Qué sucederá con las inversiones en los corredores urbanos como Reforma?

“Desde que se iniciaron los trabajos en el corredor urbano y turístico del Paseo de la Reforma se han tenido resultados excelentes. Se mejoraron los pavimentos, la iluminación; las condiciones para el peatón; se ordenó la vegetación y se dio una iniciativa fiscal para la inversión inmobiliaria que se ve reflejada en todos los cambios

a lo largo de seis años, y los que le faltan a cinco años más, que se verán en la proyección de los edificios que se irán consolidando. Esperamos que esto se derrame hacia otras zonas como la Plaza de la Republica, o hacia vías laterales como las calles de Morelos o Villalongín. Pretendemos que sea como una espina dorsal que vaya teniendo una serie de vertebras laterales, para ir teniendo una inversión a las colonias que colindan con Paseo de la Reforma”.

### • ¿Si esto pasara no se pondría en riesgo el carácter peatonal como sucedió en Santa Fe?

“Santa Fe, lamentablemente, no fue pensada para el peatón. Es uno de los lugares menos amable con el viandante pues siguió mucho el esquema de la ciudad norteamericana. En el caso de Reforma estamos garantizando que nunca se sacrifiquen





Torre R432

**Arquitectura:** Rojkind Arquitectos (Michel Rojkind)

**Equipo de proyecto:** Agustín Pereyra [líder de proyecto], Beatriz Díaz, Carlos Alberto Ríos Limón, Octavio Travecera, Julio Acosta Vargas, Isaac Smeke, Rodrigo González de Cándamo, Enrique F. de la Barreda, Tere Levy, Andrea León.

**Cliente:** Grupo Elipse Asesores S.C.

**Imágenes:** Dieguez Fridman [Axel Fridman]

Ubicado en Paseo de la Reforma esquina con Avenida Sevilla, Reforma 432 es un edificio de 50 niveles verdaderamente excepcional por su compromiso de crear un estilo de vida único y contemporáneo en una de las avenidas más importantes de la Ciudad de México. Este conjunto respeta las diferentes condiciones de sus principales frentes, Reforma y Tokio. Hacia Reforma plantea toda su altura posible, logrando enfatizar su jerarquía y presencia sobre esta importante avenida. De manera contraria, hacia Tokio, disminuye considerablemente su altura planteando un volumen de vivienda bajo, que remata con un roof garden pensado en el bienestar de los habitantes del edificio. Es así como el volumen respeta el nivel urbano y el carácter habitacional de la calle.

El conjunto dona una parte del predio, dejando libre el remate de la privada de Manchester, dando una conexión desde Reforma hasta Tokio, que enriquecerá el tránsito peatonal y dará más vida a estas calles. El acceso al estacionamiento se encuentra sobre la calle de Tokio. Adoptando una filosofía de responsabilidad ambiental,

R432 contiene importantes elementos como áreas verdes interiores, captación de energía solar, capacidad de reciclaje interno y plantas de tratamiento de agua.



estrategias peatonales o del espacio público a través de la densificación vertical que se pretende”.

## ● ¿Cómo validan la viabilidad de estos mega proyectos en Reforma?

“En todo el momento estarán ya regidos por cuestiones de sustentabilidad; de ahorro del agua, captación de agua pluvial; naturación de azoteas, o sistemas de ahorro energético a nivel eléctrico. De hecho, en la nueva Ley de desarrollo urbano que se va a meter en la Asamblea, dentro del Reglamento de agua, habrá una serie de disposiciones para las futuras edificaciones, así como la manera en que se captará el agua pluvial. Además, la mayor parte de los edificios en Reforma van a contar con certificación LEED a nivel internacional. Serán edificios de muy bajo consumo energético casi con la etiqueta verde y reciclaje de agua. Esto le conviene más a la ciudad porque se van a tener edificios nuevos con tecnologías recientes de ahorro energético en vez de tener un parque habitacional obsoleto”.

## ● ¿Qué estrategias va a seguir la SEDUVI para lograr estos proyectos?

“Bueno viene acompañada de otras acciones desde luego, con un mejor transporte público; con el hecho de dar alternativas de movilidad, como la bicicleta. Además, al estar más concentrada la ciudad se va densificar para ahorrar distancias de recorrido, por eso en estas zonas a las cuales me refería antes sería muy bueno incluir vivienda, ya que la vivienda hace ciudad, debe quedar claro”.

## ● ¿Se tiene alguna estrategia para dar conexión entre Reforma centro y Reforma norte?

“Bueno ese es un proyecto que se hizo que puede integrar des-

de la glorieta del Caballito hasta Peralvillo; lleva cuarenta años y ha sido muy difícil integrarlo. Quizá con el empuje de la Plaza de la República sí lo logramos consolidar a cuatro o cinco años. Reforma debe de buscar ser una conexión integral y no solo de centro a poniente como funciona actualmente, pero esto no se verá en pocos años". **C**

## Torre Reforma 412

**Proyecto arquitectónico:** Arditti+RDT Arquitectos (Arquitectos Mauricio Arditti, Arturo Arditti y Jorge Arditti).

**Constructor:** Lj.

**Construcción:** Octubre 2009-diciembre 2011.

**Imágenes:** Arditti+RDT Arquitectos.

**Ubicación:** Avenida Paseo de la Reforma 412.

El predio se ubica a un costado de la fuente de La Diana y cuenta con una superficie de 1790.21 m<sup>2</sup>. El edificio consta de una torre de 24 niveles para oficinas (1 con doble altura), un Mezzanine, un Lobby principal (a nivel de acceso sobre la avenida Reforma), 5 niveles para estacionamiento subterráneo, 7 niveles de estacionamiento sobre el nivel de banqueta y helipuerto en azotea. La superficie total construida será de 34,111 m<sup>2</sup>. Este proyecto en su diseño integra terrazas arboladas y una fachada con cristales con una película (low-E) de protección contra la carga térmica en las zonas que lo requiera, tendrán un aspecto de alta transparencia, contribuyendo a un mayor ingreso de luz natural a las oficinas, ahorro de consumo de energía en utilización de lámparas y mayor confort de trabajo para los usuarios. El aire acondicionado es de alto rendimiento de volumen variable el cual no genera contaminación de CO<sub>2</sub>; entre otras cualidades.





# Noche mágica

Como todos los años, hay una noche muy especial en el cielo norteño, para el mundo del concreto: la gran velada de la entrega de los Premios Obras CEMEX.

**Yolanda Bravo Saldaña**

Fotos: Víctor Galván

**D**esde que se llega a Monterrey, Nuevo León—un día previo al evento—, casi se puede decir que se percibe en el ambiente la emoción de los finalistas—que pareciera impregnar a la capital regiomontana— que esperan recibir el codiciado reconocimiento que, desde hace ya dieciocho años, entrega la más importante cementera de México, y una de las de mayor prestigio del mundo. Los premios CEMEX son sin duda alguna, una verdadera tradición en el medio del concreto; de ahí que la lista de obras inscritas cada año, no disminuya en ningún momento.

Noche de gala; de guapas mujeres que aderezan su belleza en discretos o llamativos vestidos y joyas; de caballeros de traje o de rigurosa etiqueta; de amplias sonrisas, cálidos abrazos; de muchos brindis; “buenas vibras”, interesantes pláticas y uno que otro chisme pero, sobre todo, de un ambiente lleno de camaradería y emoción desbordada.

## Dos momentos especiales

De todos los momentos vividos esa noche tan especial para nuestro



**El ing. Velázquez, de la División Concretos de CEMEX, acompañado de amigos, momentos previos al evento.**



**El arq. Carlos Mijares, aquí acompañado de bella dama, fue el encargado de entregar la Beca Marcelo Zambrano 2009.**



**El Lic. Jorge L. Sánchez Laparade, presente en este importante evento.**

sector, además de ver la felicidad de los que reciben un premio a su trabajo y esfuerzo, también hubo momentos especiales que vale la pena recordar en este breve espacio: Uno de ellos, cuando una dama tomó el micrófono y narró con tristeza a todos los presentes, las condiciones de vida tan difíciles que se viven en muchas comunidades de México, y que cómo gracias a acciones como la pavimentación de calles, se mejora considerablemente la calidad de vida de una pequeña población, de un barrio o de un pueblo. Con estas palabras salidas de lo más profundo de su corazón lastimado, muchos reflexionamos con en el hecho de que los pavimentos de concreto, no sólo son útiles en las grandes obras de infraestructura, como lo puede ser una supercarretera o una vialidad urbana, sino, sobre todo, en esas "pequeñas grandes obras", que, como sabemos, no suelen salir en las portadas de revistas, pero que hacen referencia al enorme compromiso social de empresas como CEMEX, para con los que menos posibilidades económicas tienen.

Otro momento emotivo fue cuando le fue entregado al ingeniero Luis Guillermo Aycardi el reconocimiento que anualmente hace CEMEX a toda una vida de trabajo y entrega. Especialista en diseño estructural, Aycardi ha sido, entre



Foto: Cortesía CEMEX.

**El grupo oriundo de Tel Aviv, Voca People, llenó de ritmo, energía y alegría, los momentos posteriores a la entrega de los reconocimientos.**



**La ganadora de la beca Marcelo Zambrano, arq. Jimena Hogrebe.**

otras muchas actividades, profesor de la Universidad Nacional de Colombia; a lo largo de su fructífera trayectoria ha recibido numerosos reconocimientos a su trabajo. Las palabras del ing. Aycardi, sin duda alguna, no sólo emocionaron a su familia que lo acompañaba, sino a todos los que vimos cómo este importante personaje del concreto a nivel internacional, agradecía lleno de orgullo y con un nudo en la garganta, la entrega de un premio tan bien merecido. Nuevamente, en ese noche mágica, más allá de los coloridos vestidos largos, y las corbatas de moño perfectamente colocadas, brilló la calidez y calidad humana de profesionales como Aycardi, a quien desde este espacio le mandamos un abrazo.

Otro importante momento del evento fue cuando le fue concedida a la arq. Jimena Hogrebe la beca Marcelo Zambrano, otorgada anualmente a un joven profesional de la arquitectura, para que pueda cursar estudios de posgrado en universidades de prestigio internacional. Esta beca está destinada así, a fomentar el desarrollo de jóvenes arquitectos recién graduados, cuyo trabajo académico y profesional demuestra un enorme potencial para contribuir de una manera decidida e innovadora al progreso de la cultura de la construcción y el diseño en México.

Al finalizar la premiación, y después de una deliciosa cena acompañada de deliciosos vinos, se presentó como "broche de oro" un tremendo grupo vocal-beat que ha cobrado gran fama –proveniente de Israel–: The Voca People, quien brindó un espectáculo que dejó a muchos, me incluyo, con la boca literalmente abierta, haciendo de la noche de los Premios Obras CEMEX, una velada redonda e inolvidable. **C**



**Uno de los ganadores, en dos categorías, del Premio Obras CEMEX 2009, fue el arq. Juan Garduño, quien, comó nos comentó después, llevaba 9 años sin recibir este importante reconocimiento.**



**El arquitecto Mauricio Rocha, galardonado este 2009 con el Premio Obras CEMEX, feliz al momento de recibir el reconocimiento que se le hizo a él y a su equipo, por una de sus obras más recientes, ubicada en Oaxaca, Oax.**



**Uno de los momentos más emotivos de la noche fue cuando se le entregó al ingeniero colombiano Luis Guillermo Aycardi un merecido reconocimiento por una vida dedicada a la ingeniería.**

La Portland Cement Association (PCA), emitió hace tiempo una sencilla pero honesta lista de porqué resulta idóneo el uso del concreto, en términos de sustentabilidad.

# 10 razones de mucho peso

**Gabriela Celis Navarro**

**L**a llamada construcción "verde" cada vez deja de ser una simple moda para convertirse en una necesidad imperante si queremos que las futuras generaciones puedan contar con una calidad de vida digna en este planeta tan terriblemente amenazado.

Sin duda alguna, es compromiso de arquitectos, ingenieros, constructores y fabricantes el enfocar sus esfuerzos en la aplicación



de nuevas soluciones que logren que el concreto sea cada vez con mayor fuerza, una herramienta constructiva altamente sustentable. Sin embargo, en ocasiones –más por falta de información o ignorancia– el concreto no suele estar en la lista de las personas que consideran a este material como “verde”. No obstante, está comprobado que el concreto provee un amplio espectro de beneficios sustentables. La lista que presentamos ilustra el porqué cada vez un mayor número de arquitectos, constructores e ingenieros enfocados en la llamada construcción “verde”, le están apostando con fuerza al concreto. Veamos esas 10 razones –presentadas en cuenta regresiva– que, a decir de la PCA, resultan fundamentales para colocar al concreto como una solución de diseño sustentable.

## 10. El ruido

Está comprobado que el concreto que es utilizado en la construcción de paredes (muros) puede reducir el ruido en más de un 80%, en relación con otros materiales como la madera o el acero, mejorando, por tanto, la calidad de vida de los ocupantes de los inmuebles.

Foto: Cementos Moctezuma.



Foto: farm1.static.flickr.com

**Uno de los maestros del concreto a nivel mundial, Tadao Ando, ha demostrado que este material posee infinitas cualidades estéticas.**

## 9. La durabilidad

No sólo existen numerosos estudios comprobados que han demostrado la larga vida del concreto sino que, también, éste puede ser reutilizado y reciclado como material para la construcción, por ejemplo, de capas base de vías, aceras o de losas de piso, evitando así la utilización de materiales vírgenes.

## 8. La tecnología

La industria del cemento a nivel mundial –en especial en países como los Estados Unidos, Suiza, Francia y, cómo no, también en México– ha invertido en tecnología

**Plantas como la de Tepetzingo Morelos, (Cementos Moctezuma), son prueba de que la industria del cemento, es una industria limpia.**

y equipos que hacen más eficiente el uso de la energía en cuanto a la manufactura del producto, en algunos casos, en un 33%, desde 1975 que han solidificado su compromiso con el entorno natural y social. En la actualidad, muchos programas que premian la sustentabilidad, reconocen a numerosas instalaciones cementeras de Norteamérica, que están llevando a niveles excelsos las regulaciones y las leyes locales, todo con el propósito de mejorar el desempeño de su industria, de manera amigable, con el medio ambiente.

## 7. La resistencia

El concreto ha mostrado su resistencia, su durabilidad, desde tiempos inmemoriales; ahí están los grandes ejemplos de los cementos usados en la arquitectura maya –presente en sitios arqueológicos

como Yaxchilán, Chiapas–, o en el Panteón romano. Pero también, además de haber demostrado resistir al tiempo, y a la furia de la naturaleza; no se pudre, no se corroe, y es resistente al fuego. Sin duda alguna, es el material de construcción más utilizado en el mundo que ha soportado la prueba del tiempo por más de 2,000 años.

## 6. La decoración

Han quedado atrás los tiempos en que el concreto era “escondido” en el diseño. Arquitectos como Tadao Ando, en Japón, o Teodoro González de León e Isaac Broid, en México, han mostrado como el material, presentado de manera aparente –texturizado, en el caso del maestro González de León–, presenta

una calidad expresiva insuperable por ningún tipo de revestimiento. Además, al usar al concreto de manera aparente, no sólo se logra belleza, también una alta calidad de acabados, durables y de bajo mantenimiento. Aunado a esto, los diferentes procesos de oxidación, estampado y coloración del concreto están también abriendo muchos llamativos caminos en este rubro.

## 5. La versatilidad

La PCA nos menciona que el concreto es un material increíblemente versátil, con el cual se pueden crear edificaciones de cualquier forma o tamaño, desde un centro comercial, hasta elegantes edificios; desde aceras, vías, carreteras, hasta grandiosas salas de conciertos. En este sentido, si

uno observa los diseños visionarios de un Piranesi o de un Boullé –los cuales, como sabemos, fueron imposibles de construir en sus épocas–, seguramente, con concreto, sí se hubieran logrado. El concreto, en definitiva, combinado con la maravillosa creatividad del ser humano, se vuelve un material de infinitas posibilidades.

## 4. La permeabilidad

Esa gran innovación que ha sido la creación del concreto permeable, ha permitido que el agua de la lluvia se filtre de manera natural a través del material, previniendo así que, por ejemplo, depósitos de aceite, gasolina o de cualquier otro tipo de contaminante, penetren a los drenajes de agua y lleguen finalmente a las aguas subterráneas.

## 3. La temperatura

En la actualidad, el alza de los costos para generar diversos tipos de energías ha provocado que los estudios para minimizar ese impacto sean cada vez más frecuentes. Pero, conviene nuevamente subrayar que las edificaciones con paredes de concreto utilizan menor energía para calentar o enfriar los interiores, que las construidas con estructuras de madera o de acero.

## 2. La información

Gracias a las nuevas tecnologías, como el internet, hoy más que nunca las infinitas posibilidades sustentables del concreto están al alcance del especialista, no obstante que éste se encuentre en cualquier parte del mundo. En este sentido, para apoyar el diseño y construcción sustentable, la Portland Cement Association ha

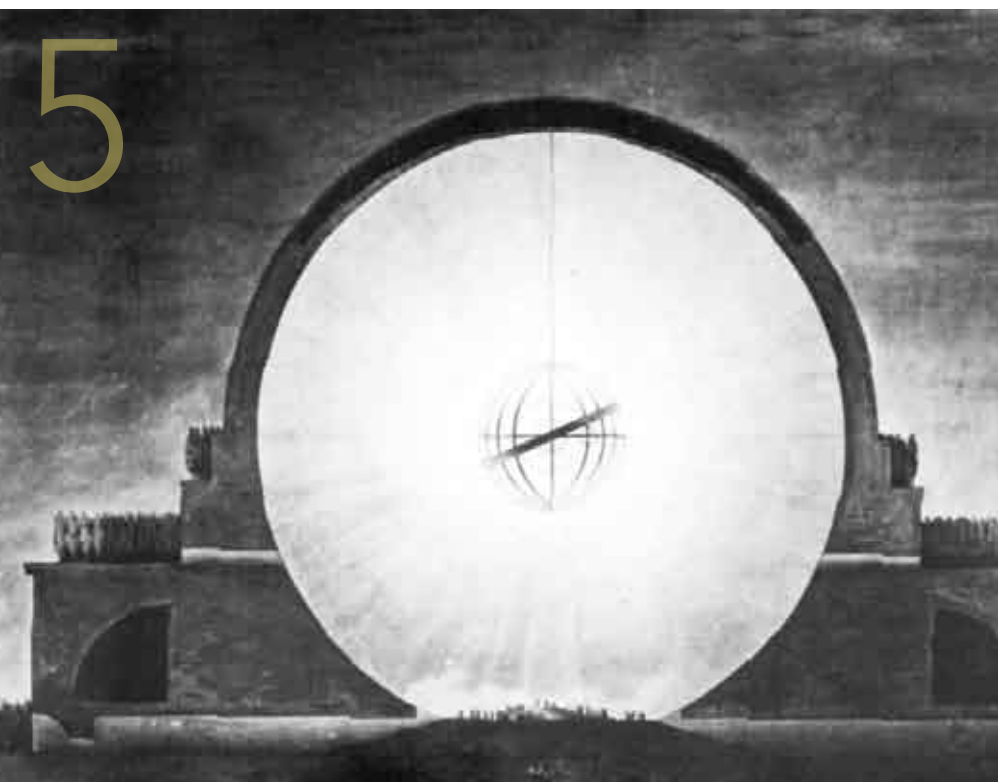


Foto: <http://hanser.ceat.okstate.edu>.

**Proyectos que nunca llegaron a construirse, como el Cenotafio a Isaac Newton, de E.L. Boullee, quizás bien pudieran haberse hecho, en el siglo XVIII, si se hubiera conocido, por ejemplo, el concreto lanzado.**



Foto: www.concretethinker.com.

**En la página de Concrete Thinker ([www.concretethinker.com](http://www.concretethinker.com)), usted podrá hallar infinidad de ejemplos que hacen referencia a la sustentabilidad de la industria del cemento y del concreto.**

creado la página web [www.concretethinker.com](http://www.concretethinker.com), la cual es un valioso recurso en línea que resulta útil para obtener información acerca de cómo usar el cemento como material sustentable.

### 1. ¡Está de moda!

Sabemos que, como muchas de las modas que aportan innovaciones trascendentes, el concreto y su vínculo con la sustentabilidad continuarán a la alza por mucho tiempo, por todo lo anteriormente mencionado. Aunado a esto, como sabemos, en la actualidad está teniendo lugar el efecto conocido como "de la isla urbana", el cual está provocando que las temperaturas en las ciudades aumenten. Para frenar este constante aumento, el concreto, de acuerdo con investigaciones realizadas por la Portland Cement Association, puede ayudar a neutralizar su impacto y, por ende, a mantener a las comunidades más frescas. En el caso de las vialidades, es por todos sabido cómo el asfalto es uno de los materiales que absorbe de manera tremenda la energía calorífica, provocando urbes ca-

lientes, agobiantes y estresantes, en las cuales resulta muy difícil ya transitar, generando además,

cada vez un mayor incremento en el uso del aire acondicionado.

En cuando a emisiones dañinas a la atmósfera, un ejemplo reciente fue dado a conocer a través del Tercer Informe de Desarrollo Sustentable de Holcim Apasco. Esta empresa anunció que debido a la formulación de nuevos cementos ha reducido en un 19 por ciento sus emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, de 1990 a 2008, amén de que, de esta empresa logró disminuir en un 23.4 por ciento su consumo de energía en el mismo periodo. ©

**Nota:** Para mayor información lo invitamos a que consulte la página web: [www.concretethinker.com](http://www.concretethinker.com), así como [www.avecreto.org.ve](http://www.avecreto.org.ve).

Foto: paradigms4progress.files.wordpress.com.



**Hoy mas que una moda, sabemos que los llamados "Edificios verdes", responden a compromisos medioambientales que, de no llevarse a cabo, pueden llevar a nuestro planeta a una pronta debacle.**

# Habitat'67 Hacia un nuevo desarrollo constructivo

Moshe Safdie

Fotos: [urbalis.wordpress.com](http://urbalis.wordpress.com).

Durante la XII Convención Anual de la PCA este importante arquitecto presentó una de sus obras más icónicas. El documento fue publicado en la revista del IMCYC de junio de 1967.

**E**n este artículo no me extenderé en los aspectos técnicos de la prefabricación de Habitat '67, tarea que corresponde al contratista y al ingeniero estructural. Prefiero presentar el concepto de Habitat como sistema constructivo en un aspecto más amplio.

Habitat '67 es un sistema constructivo tridimensional, que puede aplicarse de diferentes maneras en sitios distintos. Habitat trata de indicar las limitaciones del estado actual de la industria de la construcción y sugiere la dirección hacia la cual puede desarrollarse. Habitat '67 es un prototipo, un producto "hecho a mano" de un sistema potencial de producción en masa. Por consiguiente, trata sobre implicaciones específicas de la construcción y edificación con métodos de montaje en línea. Cualquier línea de

montaje requiere el uso de elementos repetitivos para formar el producto final. Mientras mayor sea la cantidad, mayor es el número posible de unidades repetitivas. Los automóviles que se producen en millones están formados por miles de unidades repetitivas. Por otro lado, un tostador puede montarse con 20 ó 30 unidades repetitivas

En la construcción de un medio ambiental, el problema presentado por la producción en masa es cómo lograr la variedad de espacios que se requiere en una ciudad; cómo lograr diversos tipos de casas; cómo lograr variedad al agrupar los elementos de una



ciudad para evitar la monotonía, sin sacrificar el requisito de usar en forma repetitiva elementos similares.

Habitat trata de dos de estos problemas. Se usa un elemento estándar precolado tridimensional como elemento de construcción modular repetitivo. Esta unidad se combina después con uno,



## Datos estadísticos

Número de casas: 354.  
Número de trabes de calle: 18.  
Número de trabes en voladizo: 6.  
Número de cubos en escalera: 7.  
Número de cubos de elevadores: 6.  
Número de columnas precoladas: 24.  
Número de puentes para peatones: 4.  
Número de pilotes de base ampliada: 1, 120.  
Volumen total de concreto: 1,800 ton.  
Resistencia promedio del concreto: 450 kg/cm<sup>2</sup>.  
Concreto empacado en seco, resistencia a los 7 días: 700 kg/cm<sup>2</sup>.

dos o tres elementos para formar quince diferentes tipos de casas. La unidad modular es un elemento estructural; es autosoportante y soporta también a las unidades que quedan arriba de ella. Contiene el espacio habitable y forma la superficie exterior de la casa. Su tamaño permite el acabado de todos los elementos auxiliares en la línea de montaje en el terreno, eliminando la construcción tradicional en la obra, en los aspectos mecánicos, eléctricos y similares.

Los elementos pueden agruparse para formar conjuntos de

varios tamaños con elevaciones de 2 a 25 pisos, según las condiciones del sitio, densidad requerida y condiciones económicas del programa particular. La unidad modular está equipada con otros componentes, también estandarizados y producidos en masa en plantas localizadas en otra parte. Los varios componentes, tales como baños, cocinas, unidades de almacenaje, sistemas de distribución mecánica y equipo de calefacción, se reciben en la línea de montaje y se instalan siguiendo una secuencia tal como los varios

componentes que forman un carro y que se fabrican en diferentes plantas para montarse finalmente en una fábrica de autos.

Los aspectos económicos que han afectado a la industria a través de la producción en masa van más allá del simple aspecto de ahorro en mano de obra que se obtiene al mecanizar un proceso que de otra manera requeriría una labor manual considerable. La línea de montaje permite el análisis de cada etapa de producción y su perfeccionamiento para lograr mayores economías por medio de una planeación cuidadosa de cada etapa de manufactura.

La industria de la construcción es quizá la única en la cual es imposible actualmente una planeación metódica. Basta comparar una construcción típica con una fábrica típica de un producto manufacturado. A lo largo de la línea de montaje de una fábrica de refrigeradores, cada obrero instala un componente que ha sido fabricado de acuerdo con condiciones dadas. Cada etapa se considera en relación con las otras etapas. Nunca se ve gente ociosa en una fábrica de esta clase, nunca se ve que el trabajo fue inútil porque no se tomó en cuenta que se necesitaban otros componentes o porque no se cumplieron las tolerancias dadas. Por el contrario, una construcción típica está llena de gente ociosa: yeseros esperando que se instale una pieza; obreros llevando equipo y material para su instalación hasta el último piso de la estructura; obreros rompiendo parte del trabajo ya hecho para que puedan entrar otras cuadrillas; plomeros que interfieren con los carpinteros o con los albañiles; componentes que se están modificando porque no se ajustan a la estructura; y se puede ver gran cantidad de operaciones manua-





les para una multitud de operaciones de construcción, desde la cimbra para el concreto, hasta el doblado y ajuste de ductos y tubos. Todo esto indica desperdicio o ineficiencia.

Habitat '67 trata de demostrar que no hay razón para que la industria de la construcción no adopte todos los métodos usados en otras industrias.

### Implicaciones urbanas

Como sistema constructivo, Habitat '67 trata de tomar en cuenta el crecimiento de las zonas urbanas existentes y el desarrollo de nuevas zonas. Es una alternativa que sirve tanto para zonas suburbanas como para torres de edificios de apartamentos y proyectos de regeneración de zonas urbanas. Trata de tomar en cuenta a las familias que viven en edificios de muchos pisos en zonas de alta densidad, dando la amenidad que la familia quiere: aislamiento, un jardín, un espacio abierto y la identidad que se busca ahora en zonas suburbanas. Además da simultáneamente el aislamiento de una casa y la urbanización de un sitio público de reunión que no tiene una zona suburbana.



El concepto de aprovechamiento del terreno de Habitat es que es más eficiente integrar todos los espacios dentro de un solo desarrollo –residencial, comercial, institucional o de espacios abiertos– y no tener estos espacios en desarrollos adyacentes como en la disposición usual en una ciudad de dos dimensiones. En vez de tener zonas residenciales, con centros comerciales, parques, hospitales y escuelas, adyacentes unas a otras, se han agrupado verticalmente en un espacio tridimensional. Las casas, que constituyen la membrana

exterior, están expuestas a la luz del sol y a la vista. En el interior están agrupados en una red continua los espacios comerciales y las instituciones.

Los caminos y áreas de servicio son independientes de los espacios para peatones dentro del complejo. Hasta ahora, se han construido zonas con densidades de 0.07 personas por metro cuadrado, pero requieren un área igual adyacente para servir a esta población. En Habitat '67 la densidad residencial puede ser de 0.04 a 0.05 personas por metro cuadra-

### ¿Cómo se encuentra hoy Habitat'67?

En la actualidad, siguen siendo habitadas las viviendas, y la obra se ha convertido en todo un hito urbano no sólo de Canadá, sino de la construcción con prefabricados. Cabe decir que cuando Safdie proyecta esta obra como tesis, y recién había acabado sus estudios. En la actualidad, su despacho es uno de los más importantes del mundo siendo además uno de los grandes promotores del prefabricado.



do, pero considerando dentro de la misma área todos los espacios para comercios y diversiones con lo cual se duplica la densidad efectiva y se dispone de mayor espacio para diversiones.

## Descripción del proyecto

El sistema de construcción consiste en unidades modulares grandes tridimensionales de concreto precolado. Estos elementos en forma de caja miden 5.30 por 11.80 por 3.00 m de alto. Se precolaron en moldes metálicos, con concreto de 350 kg/cm<sup>2</sup> curado al vapor. Después del colado, estas unidades modulares se llevaban al área de acabados donde se instalaban todos los componentes y accesorios por un método de línea de montaje. Las cocinas, baños, marcos de ventana, aislamientos, etc., se instalaban en la caja que ya quedaba lista para el montaje. La unidad terminada se llevaba al patio de la grúa, la cual la levantaba y colocaba en su posición. El peso de las cajas variaba de 30 a 40 ton. El método de prefabricación y las condiciones de la planta permitían obtener un buen acabado superficial que resiste las condiciones de exposición. El interior de las unidades tiene material aislante y acabado para muros. La mayoría de los componentes (baños, cocinas, etc.), son prefabricados y se instalan como unidades completas en la caja antes de colocar el techo. Las unidades modulares se incorporan a la estructura de tal manera que los muros adyacentes, pisos y techos de las casas vecinas están separados, con lo cual se alcanza un buen aislamiento del sonido y de la vibración. Al agrupar las unidades, se forman jardines en las azoteas de las unidades que quedan abajo; los jardines más



grandes miden 5.20 X 11.00 m. Todas las casas tienen por lo menos un jardín, y las casas más grandes tienen dos jardines.

## Sistema estructural

Las unidades modulares pueden soportar cargas. Se montan una encima de la otra, de tal manera que la mayor parte de la carga se transmite a través de muros y castillos. Las calles horizontales proporcionan un soporte estructural adicional. Estas calles miden 3 m de ancho y tienen servicios mecánicos en su interior y circulación para peatones arriba de ellas. Una parte de las cargas se transmite de las cajas a las calles, después se transmite horizontalmente a los cubos de elevadores y escaleras que las transmiten a su vez hasta el terreno. Además, la interacción entre las casas y las calles proporciona estabilidad contra viento y sismos. Las casas están conectadas entre sí por tendones postensados y pernos, y las unidades que forman las calles están construidas de secciones

que se postensan para formar una sola unidad.

En Habitat '67 se usó el concreto como el material más económico dentro de la tecnología existente para el sistema de construcción empleado. Aunque el material se utilizó a su máximo, se pudieron observar sus limitaciones cuando se aplica a sistemas de construcción tridimensionales. Así como un proyectista de aviones primero establece el problema y luego tiene que encontrar un material que pueda cumplir con las condiciones de trabajo, así en el campo de la construcción se deben buscar materiales que resuelvan mejor los problemas. El material ideal es relativamente ligero, tiene una alta capacidad estructural tanto en tensión como en compresión, y tiene superficies que no son porosas, y por lo tanto no permite el paso de la humedad; este material todavía no se ha desarrollado. Yo creo que es importante tener en mente que estas propiedades son esenciales en materiales de construcción. Esto presenta la necesidad de investigación básica en la industria de la construcción. c

# Nuestro sustento: un recuento

**D**esgraciadamente, cerramos 2009 con la triste noticia del fallecimiento del maestro Leopoldo Lieberman, toda una institución en la ingeniería civil, estructural y de mecánica de suelos. De este notable ingeniero, en nuestro próximo número le rendiremos un sencillo, pero muy sentido homenaje por la entrega que dio a la ingeniería mexicana. Pero no todo es tristeza, pues, felizmente, en este 2009 nos acompañaron a festejar los 50 años del IMCYC numerosas personalidades a las cuales les agradecemos su entrega profesional que, lo sabemos muy bien, ha servido para mejorar a la industria que nos compete.

Ingenieros como don Óscar González Cuevas –siempre tan cercano a nosotros–; Roberto Stark –de igual forma, presente en nuestro quehacer cotidiano; Genaro Salinas –que aunque vive en los Estados Unidos, siempre está atento a nuestro devenir; el ing. René Carranza y Aubry, toda una institución dentro del rubro de los prefabricados o el maestro Gabriel Moreno Pecero, quien al igual que muchos de los que entrevistamos en esta revista en este 2009, vieron nacer al propio Instituto. En su momento, el ing. Moreno Pecero recordaría que en la época en que nace el IMCYC

Fotos: A&S Photo/ Graphics

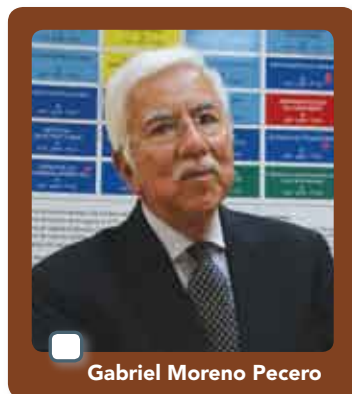
Este diciembre que finaliza el 2009, y también el año en que con múltiples actividades celebramos los cincuenta años de haber sido fundado el IMCYC, qué mejor que recordar a personas que han fortalecido el rubro de la construcción, del concreto y del mismo Instituto.



Óscar González Cuevas

(1959) el interés por el concreto se encontraba “a la baja”, no obstante que muchos ingenieros de la época, como él, buscaban que el material fuera utilizado con mayor frecuencia, sobre todo en las vías terrestres.

También nos vienen a la mente las palabras del ing. Roger Díaz de Cossío, valiosa pieza de la ingeniería mexicana quien con un planteamiento humanista nos comentaría que “la inteligencia y la pasión son dos factores fundamentales que no deben faltar si se quiere destacar en la ingeniería”. Palabras sabias, sin duda alguna, si recordamos la reciente noticia de que al ing. Alfredo Elías Ayub, director General de la Comisión Federal de Electri-



Gabriel Moreno Pecero



Genaro Salinas



Roberto Stark



Teodoro González de León

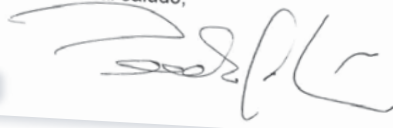
**TEODORO GONZÁLEZ DE LEÓN**

Ciudad de México, noviembre 9 de 2009.

Estimado M. en C. Daniel Dámazo Juárez,

Fue una grata sorpresa recibir su gentil carta, la presea "El Comienzo" y el reconocimiento que me hace el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto en su 50 Aniversario. ¡Muchas gracias!

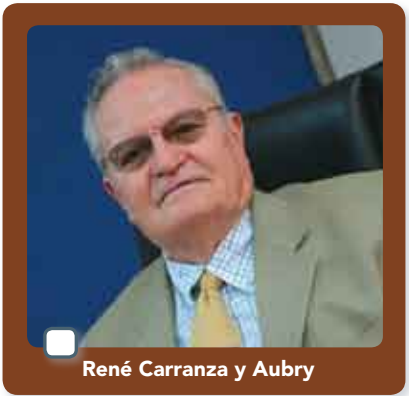
Le envío un cordial saludo,



ciudad, recibiera, por sus años de entrega a esta Comisión que hoy enfrenta enormes retos, el Premio Nacional de Ingeniería 2009.

También, cómo no recordar las palabras del ing. José Gaya Prado quien con cálida honestidad nos dijo: "Yo siempre he tenido, de cualquier modo, grandes amigos en el IMCYC, y cuando tenemos alguna duda, recurrimos a este Instituto, siempre con muy buenos resultados". Así, cada una de las personas que de una forma u otra nos acompañaron en este 2009 en nuestro festejo, expresaron no sólo palabras de felicitación sino también un reconocimiento a la labor que por cinco décadas ha realizado este Instituto en pro de la difusión y buen uso del concreto.

Mencionar a todos y cada uno de los grandes personajes de la arquitectura, la ingeniería y la construcción en este breve espacio resulta imposible pues son muchos en verdad las personas que han estado con el IMCYC; algunos desde ese 1959, otros de unos años a la fecha. De entre los arquitectos, este 2009 tuvimos el honor de contar en la Portada con dos de nuestras máximas autoridades, de reconocimiento mundial: Teodoro González de León y el arq. Pedro Ramírez Vázquez, quien este 2009, cumplió



René Carranza y Aubry

90 años, muchos de los cuales han sido de total entrega a la arquitectura y cultura mexicanas. Otro arquitecto no menos importante que tuvimos la oportunidad de entrevistar fue don Agustín Hernández, controvertido en su momento y hoy, uno de los más importantes maestros del diseño vanguardista, atrevido, pero al mismo tiempo, pleno de calidad.

Nuestro agradecimiento a todas las personas que han

fortalecido y siguen fortaleciendo la industria del concreto en México; quienes han hecho de este material uno de los más importantes en la construcción de todo tipo de obras. No obstante que, como sabemos, fueron los romanos quienes por vez primera desarrollaron un material que hoy llamamos concreto u hormigón, fue en el siglo XX, y ahora en el XXI, que el material se muestra en gran forma; en plenitud. Y eso, no es más que obra de personas, de pensamientos creativos, de ideas innovadoras, de espíritus aguerridos... no de máquinas. ©



Pedro Ramírez Vázquez

PEDRO RAMÍREZ VÁZQUEZ  
ARQUITECTO

Noviembre 10, 2009

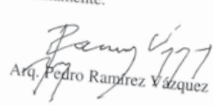
M. en C. Daniel Dámazo Juárez  
Director General  
Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, A.C.

Me es grato expresarle mi agradecimiento por su atención de enviarme la Presea del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCYC).

La deferencia de su atención, me permitirá conservar ese reconocimiento como un estímulo que mucho aprecio en mi vida profesional.

Reciba un saludo cordial.

Atentamente,



Arq. Pedro Ramírez Vázquez

FUENTES 570 TELS. 55 91 43 88 - 55 95 47 70 - 55 95 48 80 FEDERAL DE SAN ANGELES e-mail: p Ramirez@imcc.net.mx 68000 MEXICO, D.F. FAX 56 63 15 84 - 56 81 8 12



# Un reconocimiento bien merecido

Imelda Morales Ferrero

Retratos: A&S Photo/Graphics.



En el marco del Sexto Simposio Nacional sobre Ingeniería Estructural en la Vivienda, llevado a cabo en la ciudad de Guanajuato, del 1 al 3 de octubre de 2009, el maestro en Ingeniería Leonardo Flores Corona fue distinguido por el comité de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE) con el Premio a la Ingeniería Estructural en la Vivienda, en su edición 2009.

**C**omo sabemos, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural AC (SMIE) –fundada en 1976– es una Asociación Civil de carácter científico y técnico, que tiene como objetivo primordial promover y difundir los conocimientos sobre ingeniería estructural como medio para salvaguardar la vida y el patrimonio de los usuarios en los distintos sectores social, público y privado en todo el país. De ahí que obtener un reconocimiento de esta importante sociedad conlleva no sólo un enorme gusto, sino también un compromiso.

## Presentando a nuestro entrevistado

Ingeniero de profesión, Leonardo Flores es egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), donde obtuvo el grado de Maestro en Ingeniería con la especialidad de estructuras en el año de 2003. Actualmente forma parte de la Subdirección de Estructuras y Geotecnia del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), institución a la que se integró aún siendo estudiante y en donde ha consolidado importantes estudios como miembro del personal técnico en la Dirección de Investigación.

Como estructurista, el ing. Leonardo Flores se ha enfocado principalmente al análisis de estructuras en general; al comportamiento sísmico de estructuras de mampostería; diseño, ejecución y análisis de resultados derivados de ensayos de laboratorio de estructuras a escala natural (principalmente en estructuras de mampostería), así como a la evaluación de zonas afectadas por desastres en diferentes partes de la república.

¿Participó con alguna obra en especial para obtener el Premio a la Ingeniería Estructural en la Vivienda?, se le pregunta: "Realmente no participé con ningún proyecto específico. Verá, este premio es una de las distinciones que ofrece la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural a los profesionistas que se hayan destacado en alguno de los campos del ejercicio de la Ingeniería Estructural" y "a esto seguramente se ha sumado mi participación, en estos años, en un buen número de eventos técnicos como congresos, simposios y cursos donde he presentado trabajos o me han invitado a dar ponencias principalmente sobre el tema del comportamiento de estructuras de mampostería".

Sin duda, la constancia y el compromiso en su labor con las estructuras lo llevaron a ser propuesto para este reconocimiento por sus propios colegas y compañeros de trabajo. "A todos ellos quiero expresar mi más sincero agradecimiento por su confianza en mí; en particular agradezco al M.C. Roberto Quaas, y al Dr. Sergio Alcocer (Actual Secretario General de la UNAM), mi mentor".

## Ingeniería y vivienda

Los materiales, los procedimientos constructivos y una adecuada solución estructural son piezas fundamentales en toda edificación; en este sentido, el ámbito de la vivienda es un rubro muy importante a tomar en cuenta cuando se trata de desarrollar propuestas que permitan hacerla cada vez más segura en sí misma, para sus habitantes y para las construcciones aledañas. Así pues, La SMIE establece que el Premio a la Ingeniería Estructural en la Vivienda va dirigido a quienes hayan contribuido de manera destacada a la resolución del problema de la vivienda en el país, mediante la concepción o diseño de proyectos que incorporen sistemas estructurales novedosos, materiales nuevos, uso innovador de materiales tradicionales o métodos constructivos más eficientes que los tradicionales o que reduz-

can la vulnerabilidad estructural; o bien, mediante investigación o docencia".

¿De qué manera ha contribuido usted a resolver problemas relacionados con la vivienda? A esta pregunta, el ing. Flores responde: "En realidad mi trabajo ha sido sólo una parte de los esfuerzos para contribuir al conocimiento y difusión del comportamiento de las estructuras de mampostería, que es el sistema constructivo predominante en nuestro país para la construcción formal o informal de la vivienda". Adicionalmente al trabajo experimental, he participado en estudios analíticos sobre comportamiento de estructuras de mampostería. Como parte de grupos revisores del CENAPRED he viajado a zonas de desastres por fenómenos naturales como sismos, vientos y huracanes o problemas de asentamientos del terreno, así como por afectación de afluentes y ríos, para hacer el reconocimiento de los daños, en especial en el caso de la vivienda" y aportar las recomendaciones pertinentes a las autoridades de las diferentes localidades asistidas.

Sobre su campo de estudio en el que está inmerso en la actualidad, nos comenta que: "Durante la última década he trabajado en el laboratorio de Estructuras Grandes del CENAPRED, elaborando proyectos sobre el comportamiento

"EN REALIDAD MI TRABAJO HA SIDO SÓLO UNA PARTE DE LOS ESFUERZOS PARA CONTRIBUIR AL CONOCIMIENTO Y DIFUSIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA".



y rehabilitación de estructuras de mampostería. El comportamiento de las estructuras y materiales me apasiona, y debo decir que siento un atractivo especial por las estructuras de mampostería en todas sus presentaciones". Cabe decir que, aparte de diseñar y dirigir los ensayos experimentales el ingeniero Flores gusta de montar y desmontar él mismo los especímenes, marcos de carga e instrumentación; incluso se involucra tanto en cada proyecto que también practica la elaboración de mezclas, el colar concretos, pegar tabiques, fabricar cimbras y hasta termina demoliendo los modelos al concluir cada estudio. Actualmente trabaja en la Evaluación de muros diafragma de mampostería con diversa cuantía de esfuerzo horizontal y en Ensayos de muros de mampostería para calibrar modelos de análisis.

Si su campo principal de estudio está relacionado con la mampostería, ¿cómo se relaciona este proceso constructivo con el concreto y el cemento?, se le pregunta: "En la mampostería moderna el uso del concreto es fundamental, la arcilla recocida y el concreto son los dos materiales con los cuales se prepara la mampostería en la actualidad, la cual es ampliamente utilizada en vivienda. Pueden ser piezas de cemento-arena, con agregados de pequeñas dimensiones y cemento

con un revenimiento casi nulo; es decir, piezas de concreto simple y por lo general hueco; pero vienen siendo piezas de concreto con las que se construyen los elementos verticales de una edificación. Incluso pueden ser piezas prismáticas unidas por mortero, ya sean confinadas o reforzadas, formando principalmente muros, que en realidad es la principal diferencia de la infinidad de usos que se le da al concreto armado. El concreto tiene su lugar asegurado, es un material que va a continuar por mucho tiempo en el mercado y que seguramente va a caminar hacia una evolución que lo haga cada vez más eficiente, por eso se utiliza tanto..." y bueno, la calidad de los materiales es fundamental, pero lo es también difundir dichos progresos, las nuevas tecnologías y los aditivos aplicados al concreto y sus derivados.

El ing. Flores también ha sido distinguido con otros reconocimientos. Sobre esto, cabe decir que una de las más importantes actualizaciones al reglamento de construcciones del Distrito Federal se hizo después del sismo del 85, ya en 1987 se presentó revisado y completo y la última versión del reglamento, que data del 2004, ha servido ya como modelo en otros países de América Latina. Como contribución al desarrollo nacional de la construcción de

mampostería, el ing. Leonardo Flores Corona intervino en los grupos revisores de las Normas Mexicanas sobre materiales para estructuras de mampostería y fue invitado a participar en el comité revisor de las Normas Técnicas Complementarias de Estructuras de Mampostería del Reglamento de Construcciones para el D.F. publicadas en octubre de 2004. "En cuanto a la normatividad, tuve el alto honor de estar entre las eminencias a nivel nacional e internacional de la mampostería en México (incluyendo a gente de la talla del doctor Roberto Melli); pero reconozco que realmente más que aportar, fui yo el que se benefició de aprender un poco de todos ellos".

## EL CENAPRED

Es importante mencionar que una de las más grandes responsabilidades de este organismo es la de realizar actividades de investigación, capacitación e instrumentación acerca de fenómenos naturales y antropogénicos que pueden originar situaciones de desastre, así como acciones para reducir y mitigar los efectos negativos de tales fenómenos, para coadyuvar a una mejor preparación de la población para enfrentarlos, alertando y fomentando la cultura de autoprotección y la prevención.

Para finalizar, el ing. Flores comenta: "Si la SMIE, a través de su Comité de Premios, decidió otorgarme este honor, supongo que debe haber sido por la acumulación de pequeños esfuerzos y contribuciones con los que he participado durante los 18 años que he laborado en el Laboratorio de Estructuras del CENAPRED, colaborando primero y después proponiendo y desarrollando proyectos de investigación experimental en especímenes a escala natural". **C**



# La religiosidad del concreto

Texto y fotos: Gregorio B. Mendoza

**E**ste genio del paraboloides (1910-1997), osó llevar a niveles desconocidos y poco explorados las posibilidades del concreto armado y provocó la reflexión de muchos arquitectos que descubrieron una "sensualidad del material" a la cual no estaban acostumbrados. Por eso, no es fortuito que la arquitectura a través de Candela lograra cualidades únicas que permitieron establecer nuevos límites constructivos y estéticos. Geómetra nato y constructor prodigioso, promulgó con religiosidad las bondades del concreto hecho piel.

Recientemente se organizó por parte de DOCOMOMO México, una visita a diversas iglesias capitalinas proyectadas por el gran Félix Candela.





Su pasión por lo anterior le permitió justo después de su graduación en 1935, abrir un taller con Eduardo Robles y Ramírez Dampierre. Juntos daban lecciones privadas a estudiantes y dibujaba para arquitectos locales con lo cual comenzó a tener encargos para calcular estructuras de acero y concreto. En 1936 hizo una solicitud de una beca de

viaje, otorgada cada año por la Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid, presentando una tesis titulada "La influencia de las nuevas tendencias en las técnicas de concreto armado sobre la forma arquitectónica". Decidió ir a Alemania, equipado con la cartas de presentación para los especialistas en cascarones: Dischinger y Frinsterwalder. Muchos sucesos

limitarían parte de sus intenciones, pero nunca daría por concluida su búsqueda.

De su obra no es necesario hacer difusión; es uno de los más reconocidos creadores de obras valiosas del siglo XX en cuanto arquitectura se refiere, pero vale la pena destacar el valor de su trabajo y conocerlo ampliamente en beneficio de la conservación y el cuidado de sus obras; así lo considera el DOCOMOMO (Documentación y Conservación del Movimiento Moderno) que organizaron un *tour day* a algunas de las obras que Candela desarrolló en conjunto con otros arquitectos mexicanos en la Ciudad de México. Colmado de estudiantes y bajo la guía del dr. Juan Ignacio del Cueto, CyT siguió la ruta y constató la genialidad de este personaje, además de descubrir algunas de las peculiaridades de sus obras.

## Candela en México

La historia de cómo llega Candela a México es interesante. En su juventud, con su hermano Antonio, se adhirió al bloque republicano e ingresó en el ejército español como oficial de artillería, donde fue incorporado a la Comandancia de Obras en Albacete; posteriormente sería nombrado capitán de ingenieros. El rigor de los acontecimientos y su búsqueda personal le exigieron retirarse hacia los Pirineos. En Perpignan, Félix Candela sería recluido en un campo de concentración por cuatro meses, esperando ser acogido por alguno de los pocos países, como México, que recibían refugiados. Y así fue: su nombre fue escogido dentro de un promedio de 17,000 personas que esperaban ser solicitados por algún gobierno que abriera sus puertas.



Ya en nuestro país consiguió una plaza como dibujante dentro de una compañía, al tiempo que vivía en una colonia de españoles al norte de Chihuahua. Se casa con Eladia Martín, una mujer que había conocido en Madrid. A partir de ese momento su obra, pensamiento y crítica serían incesantes. Durante los años 1941 y 1942 trabajó en Acapulco erigiendo varias residencias, centros nocturnos y departamentos. Debido a la atmósfera del lugar, no muy conveniente para sus intereses profesionales, aprovechó una baja temporal en los negocios para unirse a Jesús Martí—un compañero refugiado— quien dirigía una oficina de arquitectura en la Ciudad de México. Con Martí permaneció cuatro años, dichos por él “los más tranquilos de su vida en América”. Construyó más residencias y reconstruyó el Hotel Casino de la Selva, en Cuernavaca. Además de forma independiente, construyó un hotel y un cine en Guamúchil, manejando la obra a través del correo por medio de un amigo que puso como residente.

Para 1951 presentó un ensayo, “Hacia una nueva filosofía de las estructuras”, en el II Congreso Científico Mexicano. Siguió tratando de hallar simplificaciones para el diseño ofreciendo soluciones económicas y rápidamente construibles principalmente para la industria, a pesar de la complejidad formal. Fue entonces que comenzó a ser reconocido por el ímpetu de su teoría convertida en sistema constructivo, la cual él mismo se encargó de difundir ante una sociedad escéptica, desconfiada de las cualidades del concreto usado fuera de los esquemas tradicionales en el ámbito estructural. Debido a ello, Candela criticaba a los ingenieros estructurales de su época por limitar el diseño; por generar

cálculos superfluos resumidos en formulas matemáticas generalizadas que no llegaban más lejos que una dosificación de materiales que podría ser repetitiva. Para él estaba claro que debía generarse un método basado en la geometría y las posibilidades que el concreto adquiriría al ser reforzado por una malla de acero bajo el análisis de las ecuaciones de membrana, con las que proponía se verificara que las tensiones soportadas por la estructura podían equilibrarse con los materiales propuestos.



Obtuvo bajo este método espesores mínimos de entre 2 y 5 cm que hoy son emblemas locales de México.

## Su obra se impone

El país que le dio tanto, al final le obligaría una vez más a salir y retirarse hacia Estados Unidos, decepcionado por el mismo gremio arquitectónico local con el que gestó obras dignas y emblemáticas además de una menguante carga de trabajo que posiblemente nunca supuso. Sin embargo, había dado con su última obra construida en México (El Palacio de los deportes) un nuevo giro: la fusión de estructuras mixtas en edificios de mayor escala basándose en sus paraboloides hiperbólicos. Las lecciones estaban ahí. Cabe decir que esta división emocional también fue archivística: actualmente el archivo histórico de su trabajo está dividido en dos: una parte la posee la Universidad Nacional Autónoma de México y otra la Universidad de Columbia, en Estados Unidos.

## TOUR DAY

Algunas de las obras emblemáticas visitadas en el *tour day* fueron:

### Iglesia de San Antonio de las Huertas, 1956

(Arquitectos asociados: Enrique de la Mora y Fernando López Carmona). Construida sobre la calzada México-Tacuba esta obra perfecciona las labores de Candela con obras previas como lo realizado para la Sala principal de la bolsa de valores (1955) para integrar un conjunto de bóvedas de arista para cubrir un espacio de 16x48 m con una altura de 7.50 m y un espesor de 4 cm trasladando todas las cargas y esfuerzos de compresión

hacia las esquinas y las líneas que forman los paraboloides hiperbólicos en su evolución e intersección. El concreto pone en evidencia la huella de la cimbra utilizada, su entramado y cada una de las reglas de madera que conformaron cada segmento de los giros espaciales diseñados. Entre ellos, la luz entra de forma prodigiosa y genera un ambiente adecuado con la disposición de una serie de vitrales que matizan el ambiente.

### **Iglesia de Santa Mónica, 1960**

(Arquitecto asociado: Fernando López Carmona). Ubicada en la esquina de un predio se aloja una planta semicircular que dispone una columna inclinada en uno de los vértices. A ella llegan todos los "gajos" que conforman la cubierta que corren de forma convergente generando un efecto de apoyo sutil al interior. En este caso, todos los bordes superiores son utilizados para introducir luz natural y en contrapunto al llegar éstos hacia el suelo son interrumpidos por una serie de triángulos que transmiten el peso hacia la cimentación. Por detrás del espacio de celebración religiosa es posible apreciar la forma en cómo este mástil es sostenido y como diversos elementos rodean al edificio principal para garantizar el equilibrio de la estructura en concreto.

### **Iglesia de la Virgen de la Medalla Milagrosa, 1953-1955**

Es una de las obras más reconocidas. En ésta, el arquitecto hace uso del concreto para realizar membranas multidireccionales que cubren un área de 31x53 m. Por esta obra el ingeniero más importante y referenciado por sus soluciones estructurales Ove Arup dio severas muestras de admiración a su amigo



ante una solución que a él mismo le sorprendía. Los contrastes generados por la diversidad de superficies planas y elementos estilizados de mayor altura hicieron de esta obra un ejemplo inédito del trabajo conjunto de diversos elementos estructurales que junto con los vitrales de José Luis Benlliure marcaron una referencia obligada en la arquitectura contemporánea del siglo XX.

**Mercado en Coyoacán, 1955**  
(Arquitecto asociado: Pedro Ramírez Vázquez). En esta obra se

solicitaba una luz intensa y clara debido a ello la solución geométrica fue diferente aunque manejaba el mismo lenguaje. Se realizaron "paraguas" en línea ligados unidireccionalmente en el que cada uno cubría un claro de 3,200 m<sup>2</sup> con una altura de 6.5 m. La obra sigue funcionando aunque ya con adecuaciones y cambios que no respetaron la arquitectura original establecida por los autores. Al interior poco visible resultan ser las cubiertas; sin embargo a 54 años de su creación la obra se mantiene sin falla alguna. **c**



Es quizás el más importante director del cine español, después de Luis Buñuel; por esta razón, un imponente monumento en concreto coloreado –cuyo material fue donado en su totalidad por CEMEX– rinde homenaje al creador de *Pepi, Luci, Bom y otras chicas del montón*, *Mujeres al borde de un ataque de nervios*, *Tacones Lejanos* y *Hable con ella*, entre otras de sus muchas películas que lo han hecho un cineasta-leyenda.

**L**a obra *Encuadre manchego*, presente en la llamada Ruta Almodóvar del país ibérico fue realizada con concreto coloreado financiado por CEMEX, lo que supuso el 50 por ciento del presupuesto total de esta obra que rinde homenaje al cineasta manchego en su pueblo natal: Calzada de Calatrava, en la provincia

Yolanda Bravo Saldaña/Ana Laura Salvador

Fotos: Cortesía Enproyecto Arquitectura (Sergio García-Gasco Lominchar).

# Lo concreto de Almodóvar



de Ciudad Real. Este monumento fue proyectado por el arquitecto toledano Sergio García-Gasco Lominchar, oriundo de Corral de Almaguer.

La obra realizada por este joven arquitecto que no llega a los treinta años, fue una de las ganadoras del concurso internacional para arquitectos y escultores promovido por el Instituto de Promoción Turística de Castilla-La Mancha, y por la Junta de Comunidades, para conformar la Ruta Almodóvar, por medio

de esculturas que representan la obra cinematográfica del controvertido cineasta. En este sentido, conviene destacar que además de Sergio García-Gasco, ganó también el mexicano Jerónimo Uribe, cuya obra *Flor de Calatrava*, forma parte de la Ruta, al ubicarse en Almagro.

El monumento *Encuadre Manchego* está elaborado con un nuevo concreto coloreado que CEMEX ha desarrollado en sus laboratorios que tiene en Alicante. De este tipo de concreto podemos señalar que

permite ser transportado con toda la mezcla de áridos y aditivos hecha en fábrica, de manera tal que, estando en la obra, sólo ha sido necesario hidratarlo. Los medios informan que con este grandioso monumento, es la primera ocasión en que se utiliza este tipo específico de concreto. Después de esta experiencia, CEMEX presenta el producto en el mercado para po-





derlo suministrar en cualquier punto de España y en cualquier volumen necesario.

### De la escultura

El simbolismo de *Encuadre manchego* alude a la idea de "enmarcar" un escenario, en este caso natural, como si se tratara de un fragmento de una película. Así, el paisaje manchego, tan presente en el cine de este director, queda también homenajeado. Al mismo tiempo, la forma está inspirada en el foco de una cámara de cine. Sobre el uso del color rojo, a decir del arquitecto García-Gasco, es un "guiño" al propio Almodóvar, quien como sabemos, siempre se ha identificado con ese color y lo ha presentado de diversas maneras

en sus películas. Cabe decir que los muros de la escultura muestran una textura diferente. La obra,





## Datos de interés

**Nombre de la obra:** *Encuadre manchego*.

**Arquitecto:** Sergio García-Gasco Lominchar.

**Emplazamiento:** Calzada de Calatrava, Ciudad Real, España.

**Cliente:** Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Consejería de Cultura.

**Patrocinador principal:** CEMEX SL.

**Constructora:** FERCOPE SL.

**Estructuras:** Álvaro Leonardo.

**Presupuesto:** 80,000 euros.

Foto: www.superforpics.com

## Sobre la Ruta Almodóvar

La Ruta Cinematográfica Pedro Almodóvar, recorre interesantes lugares por los cuales el cineasta pasó sus primeros años de vida, y los cuales han sido fuente de inspiración para su obra fílmica. Es por eso que en sitios como Calzada de Calatrava, Almagro, Granátula de Calatrava y Puertotollano, municipios de la región, expondrán esculturas que los hacen partícipes de la mencionada ruta. Cabe señalar que en Calzada de Calatrava, además de *Encuadre manchego*, se desarrolla el Centro de Interpretación del Cine de Pedro Almodóvar. ©

por cierto, se realiza con su color propio, el cual quedó integrado al concreto, por lo que no fue necesario pintarlo.

La obra no es sólo un elemento icónico dentro de la llamada Ruta Almodóvar, también tiene

múltiples usos ya que funge, por ejemplo, como mirador de La Mancha, como escenario para conciertos, como punto de reunión o para hacer ciclos de cine en el verano. Es, sin lugar a dudas, una escultura vivible, habitable y transitable.

esculturas que los hacen partícipes de la mencionada ruta. Cabe señalar que en Calzada de Calatrava, además de *Encuadre manchego*, se desarrolla el Centro de Interpretación del Cine de Pedro Almodóvar. ©



Exposición de la Industria de Construcción, Edificación y Vivienda



Exposición de Equipos para Construcción, Concreto e Infraestructura

## 3 Años Consecutivos de Éxito y Crecimiento con el Mayor Número de Visitantes desde sus Primeros Años



### El recinto mejor ubicado en la ciudad más grande del país

- Exposición
- Presentaciones Comerciales
- Talleres y Demostraciones en Vivo

Asociación Promotora de la Industria de la Construcción, A.C.

Tel: (55) 5255-4304 / 48, 5255-3613 Fax: 5203-0801

ventas@expoespacios.com  
www.expoespacios.com

El evento con mayor poder de convocatoria de profesionales del sector



**25 al 27 Febrero 2010**



# Pilares de medio siglo

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Luis Méndez.

**E**n una emotiva celebración en la que el respeto y reconocimiento al pasado fue remarcado por un profundo agradecimiento, mientras que la visión de futuro fue establecida por un llamado a un mayor compromiso. Así, el presidente del IMCYC, el Lic. Jorge L. Sánchez Laparade agradeció la presencia de todos los asistentes al coctel de celebración por el 50 aniversario del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC. Medio siglo de historia de nuestro país que ha significado la consolidación de muchas iniciativas gremiales vinculadas a una de las industrias más importantes del sector: el cemento y el concreto.

Tomando la palabra y en compañía de grandes personalidades refirió que: "ha sido un año intenso en el que se ha celebrado con diversas actividades que promueven



El lic. Jorge L. Sánchez Laparade al momento de iniciar la ceremonia de reconocimientos.

la educación y la mejora de la industria de la construcción, pero al mismo tiempo ha sido un año de grandes satisfacciones porque se ha constatado el respeto y reconocimiento que se tiene para el IMCYC en todos los estados que se han visitado". Continuó afirmando que en un momento donde la capacitación y educación de profesionales es fundamental, cada uno de nosotros debemos asumirnos como formadores de nuevas generaciones para pro-

mover la calidad, la tecnología así como las mejores prácticas del cemento y del concreto hoy en día que la construcción de infraestructura del país se ha convertido en un elemento estratégico para la recuperación económica.

"Muchos destacados profesionales lo han hecho a lo largo de la historia del IMCYC, por ello creo que si bien existen muchos motivos

Ing. Duarte Carrillo y

Los reconocimientos son un sencillo, pero para el IMCYC, un enorme homenaje a quienes apoyan a nuestro sector.



El lic. Jorge L. Sánchez Laporade, y el M. en C. Daniel Dámazo, en compañía del maestro Moreno Pecero.



Lic. Jorge L. Sánchez Laporade, dr. Roberto Melli, M. en C. Daniel Dámazo J.



Al centro del presidente y del director del IMCYC, el dr. Óscar González Cuevas.



del Instituto para quienes pido los recordemos con un gran aplauso". A continuación, se procedió a la entrega del reconocimiento IMCYC a los personajes distinguidos que han sido pilares fundamentales en el campo de la educación, investigación o desempeño profesional para establecer lo que es actualmente el IMCYC, como:

Mtro. en Ing. Gabriel Moreno Pecero.

Arq. Heraclio Esqueda Huidobro.

Dr. José Antonio Nieto Ramírez.

Dr. Luis Esteva Maraboto.

Ing. Manuel Zárate Aquino.

Dr. Óscar Manuel González Cuevas.

Dr. Roberto Melli Piralla.

Dr. Roberto Stark Feldman.

Mtro. en Ing. Víctor Pavón Rodríguez. ©

para celebrar, existen más motivos para agradecer. Porque gracias a personajes destacados en medio siglo, el instituto se ha convertido en una institución sólida, experimentada y de gran prestigio en el medio de la construcción. Es por esto que damos gracias a todos los que colaboraron con sus ideas, con su tiempo, con su conocimiento y que han hecho realidad lo que hoy en día es el instituto.

Asimismo, señaló que: "No está de más mencionar que se debe reconocer a todos ellos que nos precedieron ya que algunos de



Nuestro reconocimiento a los presentes, y ausentes, por hacer del IMCYC la institución de prestigio y calidad que hoy es.

# Almacenamiento seguro

Guadalupe Lugo García

Los silos son estructuras diseñadas para almacenar toneladas de granos y semillas o bien polvos como carbón, cemento, hierro, puzolana, caliza, etcétera. Los de concreto, ofrecen grandes ventajas.

**E**l uso de los silos se ha adaptado a la industria debido a la necesidad de contar con depósitos con mayores capacidades, producto del perfeccionamiento de métodos de producción y mecanización industriales en los que se utilizan diversas formas de llenado, extracción y manejo de materias primas. Incluso, en el área militar se utilizan para depósito y manejo de misiles. Estos depósitos demandan hoy de una extracción más rápida de los materiales por lo que requieren varias aberturas, así como diámetros y alturas más grandes para incrementar la capacidad de almacenaje y para la descarga.

Para algunos especialistas la geometría de los silos tiene gran influencia en el comportamiento de los materiales almacenados, tanto en su estado de reposo como en el proceso de descarga de los mismos. Cada material requiere un proceso diferente de almacenamiento por lo que las características de los silos podrían variar en capacidad, cantidad de celdas, geometría y materiales estructurales que lo conforman de acuerdo con las necesidades particulares de cada caso. En ese sentido, según sea el proceso industrial a utilizar para el manejo y transporte de los materiales, la geometría del silo puede variar en altura, diámetro y configuración de la losa de descarga.



De acuerdo con expertos en el diseño y construcción de silos, "la forma estructural más común es la circular, en cuyo caso la estructura está sujeta a una presión uniforme en torno a la circunferencia y sus paredes se comportan como una membrana de tensión, sin momentos flexionantes a lo largo de la mayor parte de su altura, excepto en los extremos en donde, por lo general, las paredes están conectadas a otros elementos. Por esta razón los silos circulares se construyen con diámetros que exceden las dimensiones prácticas de silos rectangulares o cuadrados". También pueden construirse de forma poligonal, hexagonal u octogonal con las mismas ventajas de los rectangulares, en todos los casos pueden ser construidos con concreto reforzado o con acero, principalmente. El concreto es el material más común en la construcción total de la estructura de los silos; es decir, en la cimentación, paredes, techo, fondo y tolva. Esto se debe a sus cualidades intrínsecas de resistencia, durabilidad, facilidad para la obtención de superficies lisas y herméticas, gastos de conservación prácticamente nulos, entre otros aspectos.

### Sobre el uso de estas tecnologías de almacenamiento

Representantes de dos importantes firmas en el diseño y construcción de silos para el área alimenticia e industrial, Cobeto Limitada, empresa colombiana especialista en servicios de consultoría, construcción, administración, gerencia, asesoría y ejecución de obras especiales en proyectos de ingeniería, y Construcciones FASA, consorcio mexicano especialista en el uso del sistema constructivo de cimbra deslizante en la construcción de silos de concreto reforzado para almacenamiento de granos y materias primas, consideraron en entrevista que el concreto reforzado brinda mayor eficiencia, rapidez y economía en la construcción de silos.

Los ingenieros Jaime Eduardo Becerra Fortich, gerente de Cobeto Limitada, y Fernando Álvarez López, director técnico de Construcciones FASA, señalaron



que los silos de concreto son más resistentes a los agentes exteriores, más duraderos y requieren de menor mantenimiento, en comparación con las estructuras de este tipo construidas en acero. "Los silos de concreto son rentables de ciertas dimensiones, por ejemplo de 15 metros de altura y ocho metros de diámetro, como mínimo, mientras que los silos metálicos se limitan a alturas menores", comentó Becerra Fortich. Además, puntualizó que, de acuerdo con el material almacenado, los silos deben someterse a mantenimiento periódicamente, por ejemplo, aque-

llos que contienen material cementante, cada tres o cuatro meses, en tanto que los destinados al acopio de materias orgánicas deben ser limpiados con mayor regularidad para evitar fermentaciones".

Indicó que un silo en concreto reforzado, construido con la técnica de cimbra deslizante, puede cimentarse en cualquier tipo de terreno, "la ingeniería de diseño se encarga de delinear la estructura de cimentación de acuerdo con las características mecánicas del suelo". Por su parte, el ingeniero Álvarez, director técnico de FASA, empresa líder en el diseño y construcción de silos de almacenamiento en concreto reforzado, opinó que desde su surgimiento, la construcción de silos se

### Mejor por... sus ventajas en comparación con los metálicos

- Pueden configurarse con mayor facilidad.
- No requieren membranas protectoras.
- Se le pueden aplicar acabados estéticos más fácilmente que en otro tipo de materiales.
- Requieren menor mantenimiento.
- Debido al espesor de sus paredes, de entre 15 y 20 centímetros, son menos vulnerables al pandeo en comparación con aquellos silos construidos en otros materiales
- Las paredes de un silo de concreto aíslan el material contenido para mantenerlo en condiciones adecuadas, mientras que en los metálicos se adaptan sistemas de aleación que permiten inyectar aire al interior del silo, lo que implica un costo adicional.

## Mejor por... sus antecedentes históricos

Antes de los años 80 del siglo XX, los silos de concreto habían sido diseñados con las teorías de Jansen y Airy, a partir de la siguiente década, las teorías más aceptadas y realistas son las de Marcel y Reimbert. Dichas teorías contribuyeron a modificar el diseño de silos, permitiendo un mejor desempeño y seguridad de estas estructuras de almacenamiento. Sin embargo, la mayoría de los silos en México y en el mundo, no reciben un mantenimiento adecuado para su normal conservación. Aunado a ello, para aquellos que fueron diseñados y construidos antes del reconocimiento y aplicación de estas teorías, los problemas generados por un comportamiento desconocido del material almacenado se han caracterizado por fisuras de diferente patrón, deformaciones excesivas en las paredes, llegando incluso al colapso parcial y/o total de silos aislados o de baterías de silos.

ha realizado en concreto reforzado; el uso de acero para su construcción es reciente; sin embargo, dijo, la ventaja entre uno y otro es realmente económica. "El cliente puede elegir entre uno y otro, sin embargo, un silo de concreto reforzado, por las características físicas propias del material y el espesor de la pared (de entre 15 y 20 centímetros) proporciona excelentes condiciones de aislamiento y evita condensaciones de agua, que en el caso de granos y semillas, es un aspecto importante para evitar daños al producto almacenado", precisó.

"De acuerdo con la importancia de conservar en buenas condiciones lo almacenado en un silo y que la merma no impacte económicamente al cliente, éste determinará el material con el que se construirá su

## Mejor por... nuestra asesoría

El IMCYC ofrece los siguientes servicios relacionados con silos de concreto:

- Asesoría estructural en la reparación y/o reforzamiento.
- Dictamen de evaluación de los materiales.
- Dictamen técnico de evaluación de la estabilidad y la seguridad estructural.
- Proyecto estructural de reparación y/o reforzamiento.
- Elaboración de especificaciones estructurales.
- Proyecto estructural de estructuras de Silos.
- Evaluación estructural y física de silos existentes.
- Trabajos de auscultación del acero de refuerzo (distribución, recubrimientos y diámetros representativos).

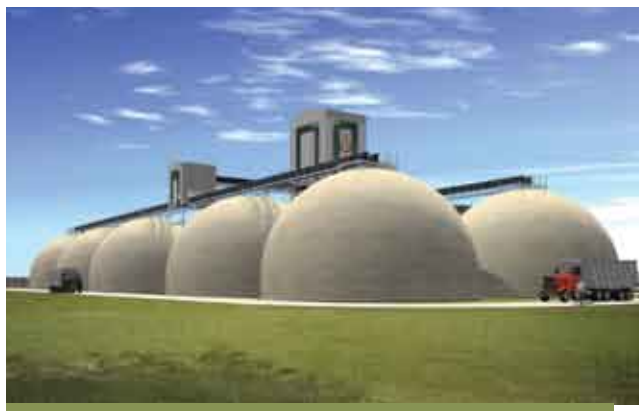


Foto: www.estructurasdomo.com.

**La empresa denominada Estructuras Domo (www.estructurasdomo.com), plantea que los silos para graneros, también pueden realizarse con forma de domo, lo que brindará bajo contenido de humedad y gran hermeticidad.**

depósito; en este caso, un silo en concreto reforzado sería la mejor opción". Además, Álvarez explicó que a diferencia de otros grandes recipientes o depósitos, los silos tienen un comportamiento especial. "Por ejemplo, en el caso de un tinaco de agua, si bien se trata de un contenedor cilíndrico, está diseñado para almacenar líquidos por lo que la presión que el fluido ejerce sobre las paredes –por encontrarse en reposo–, es hidrostática. En un silo, el producto almacenado ejerce una presión horizontal y una fricción vertical, esa es la diferencia de por qué se denomina a un silo como tal, es decir básicamente por lo que contiene y cómo lo contiene", afirmó. Al referirse al mantenimiento de los silos de concreto reforzado, refirió que estas estructuras, de acuerdo con el material que se construyan, requieren de cierto tipo de remozamiento.

En el caso del concreto reforzado, "muchas veces los ingenieros decimos en broma que existen dos tipos de concreto: el agrietado y el que se va a agrietar. En un silo, una grieta puede ser un punto potencial de falla en el sentido de que puede ser afectado por el agua, por la contaminación, por polvo, por lo que entre por esa grieta, la varilla puede llegar a corroerse, se incrementa

## Mejor por... múltiples razones

- Resistencia a los agentes exteriores.
- Requieren de menor mantenimiento, en comparación con las estructuras hechas en acero.
- Son más durables.



el volúmen y fractura el concreto. Por ello, precisó, los silos de concreto deben someterse a mantenimiento cada siete u ocho años de uso, para ello es necesario aplicar algún recubrimiento exterior para sellar fisuras y, en casos más graves, realizar resanes.

Los silos de concreto, por tratarse de estructuras en constante llenado y vaciado –en expansión y movimiento– sufren mayor cantidad de fisuras y grietas, es

una estructura propensa a ello, por lo que es recomendable que después de determinado número de años, sus paredes interiores y exteriores sean selladas. Por otra parte, consideró que un silo en buenas condiciones –con mantenimiento constante y adecuado uso de operación–, podría alcanzar hasta 70 años de vida útil, mientras que uno metálico entre 15 y 20 años, según las condiciones del medio ambiente donde sea construido. **C**

### Mejor por... su incapacidad de escurrirse

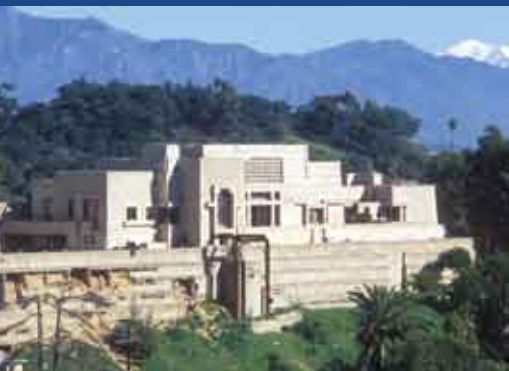
- El revenimiento del concreto micrométrico es cero.
- Como su consistencia al aplicarlo es similar al de la arcilla o barro, es posible utilizarlo en superficies verticales y *overhead* sin que haya riesgos de desprendimiento.

### Bibliografía

Filigrana M., Diego. *Silos y tanques en concreto reforzado. Cálculo estructural simplificado*. Colección Ciencias Físicas, Exactas y Naturales. Universidad del Valle, Programa Editorial. Noviembre 2004.  
[http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080095026/1080095026\\_02.pdf](http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080095026/1080095026_02.pdf)  
<http://www.imcyc.com/laboratorio/asesoriatec.htm>

Gabriela Celis Navarro

# SE VENDE ESTA CASA...



La casa Ennis (mandada construir por Charles Ennis), diseñada y construida en 1924 en Los Ángeles, California, está desde hace ya varios meses en venta (hasta las últimas noticias que se tienen). Valuada en 15 millones de dólares, se busca que con lo que se obtenga, pueda ser reparada de los daños sufridos por un sismo ocurrido en 1994 así como por las lluvias torrenciales de este 2009. Esta gran obra, posterior a la icónica “Casa de la Cascada”, forma parte de la etapa “maya”, de fuerte inspiración precolombina y mezcla de art déco que tuvo el maestro usoniano (como Frank Lloyd Wright se denominaba al decir que era un arquitecto de USA).

De la casa, destaca el sistema experimental de bloques de concreto donde fueron plasmados elementos, como dijimos, de reminiscencia maya y mexicana. Sobre su rescate, la actriz Diane Keaton está dirigiendo una asociación que agrupa el esfuerzo de 3 instituciones dedicadas a la conservación de monumentos, con el fin de poder salvar tan importante joya de la arquitectura del siglo XX. Aunado a su calidad plástica, cabe decir que esta casa –por su extraño y único aspecto– ha sido escenario de diversas películas y videos. Por ejemplo, en 1959 se filmó ahí *The House on the haunted hill*; algunas escenas de *Blade Runner* (de 1982); *Lluvia negra* (de 1988) así como videos musicales de artistas como Ray Charles y hasta de Ricky Martin. ©



Fotos: farm4-static.flickr.com.

## ÍNDICE DE ANUNCIANTES

AUTODESK	2ª FORROS
MOCTEZUMA	3ª FORROS
EUCOMEX	4ª FORROS
CICM	1
CONSEJO DE LA COMUNICACIÓN	3
ESPACIOS DE LA CONSTRUCCIÓN	53

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. PP09-0249. 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: Ramo Color, SA de CV. Pascual Orozco. No. 70. Col. San Miguel, Deleg. Iztacalco, México, D.F.

Núm 259, diciembre 2009