

# EL CAJÓN: grandeza en infraestructura

*Gregorio B. Mendoza.*

<sup>1</sup> La información de este reportaje fue extraída de documentación procedente de la Comisión Federal de Electricidad.



◀ Página 1 de 1 ▶ ▶

Ésta es, sin duda, la obra más importante en infraestructura mexicana de los últimos años; la misma que ha puesto de nueva cuenta los ojos del mundo en la ingeniería mexicana y que actualmente representa un esperanzador respiro energético para nuestro país al aumentar en casi 8% la capacidad de producción en México.

Hoy, la planta hidroeléctrica El Cajón<sup>1</sup>—inaugurada oficialmente el primero de junio de este 2007 por el presidente Felipe Calderón— se encuentra ya domesticando la fuerza de la naturaleza de los municipios del oriente del estado de Nayarit —Santa María del Oro y la Yesca— al tiempo que ha comenzado a dar diversas lecciones de ingeniería en todas partes del mundo. Según datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), México cuenta con un sistema eléctrico cercano a los 40 mil MW y prevé que para el 2011 tendrá que crecer casi 50 por ciento (63 mil MW), con las obras que integran al Sistema Hidrológico Santiago, conformado por un total de 27 proyectos que generarán 4 mil 300 MW. De los 27 se han realizado seis centrales que significan el 32 por ciento de avance. “El Cajón”—ubicado aproximadamente 60 kilómetros aguas arriba de la hidroeléctrica Aguamilpa-Solidaridad— ocupa el segundo lugar en potencia y generación, después de la central del mismo nombre.

Para su construcción se estima haber realizado una inversión aproximada a los 800 millones de dólares, de los cuales mil 900 millones de pesos beneficiaron a la población de la región en términos directos. Pero, refiriendo el ámbito local no sólo destaca lo anterior sino que debido a la construcción de la hidroeléctrica se generó un impacto positivo sobre las vías de acceso de la zona donde viven alrededor de 20 mil habitantes: el acceso era, con anterioridad, sólo por vía aérea. Actualmente con este proyecto se cuenta con poco más de 50 kilómetros de caminos con los que se puede llegar hasta el río Santiago; esos son algunos de los beneficios más destacados de este gigante energético, pero surge la pregunta de ¿cómo se gestó este magno proyecto de ingeniería? Hablando específicamente de la construcción de la obra podemos clasificar básicamente cuatro frentes principales en qué fue dividida la ejecución de la hidroeléctrica: la obras de desvío del río, contención, excedencias y generación. Obras de desvío Las obras de desvío se efectuaron durante el estiaje y tuvieron el propósito de llevar por otro cauce las aguas del río. Este desvío fue temporal y dejó seco un tramo del cauce original para permitir la construcción de la cortina.

La primera fase consistió en construir diversas ataguías aguas arriba y aguas abajo. Estas pequeñas represas o terraplenes formados de materiales graduados que tienen un núcleo impermeable desviaron el río para permitir la excavación de los túneles y luego lo encauzaron hacia los mismos para mantener aislado

no para permitir la excavación de los túneles y luego lo encauzaron hacia los muelles para mantener seco y seco el espacio entre ambas ataguías, es decir, la zona de construcción de la cortina.

La construcción de los dos túneles de desvío de El Cajón requirió trabajar desde nueve direcciones simultáneamente: dos de entrada y dos de salida de cada túnel; una para interceptar diagonalmente los dos túneles principales y, a partir de esta intercepción, dos para atacar hacia la entrada y dos hacia la salida de ambos túneles. Una vez desviadas las aguas de la zona donde se desplantó la presa por medio de las ataguías y los túneles, se procedió a limpiar el cauce del río extrayendo material hasta llegar a la roca sólida, donde se podía apoyar el pedraplén. Aguas arriba fue ubicado un cárcamo de bombeo que funcionó durante todo el tiempo de construcción del pedraplén para mantener la zona seca, limpia y firme.

Tractores, dragas, retroexcavadoras, camiones de volteo, cargadores, bombas y demás equipos adicionales fueron necesarios para limpiar el cauce del río. Las depresiones se llenaron con concretos dentales. Podemos decir que las obras de desvío consisten en dos túneles de sección portal, localizados en la margen izquierda del río, excavados en roca revestidos de concreto hidráulico en la plantilla y paredes; así como de concreto lanzado en bóveda, diseñados para transitar la avenida de diseño ( $6\,481\text{ m}^3/\text{s}$ ). Los portales de entrada y salida se excavaron en roca. Cada túnel cuenta con una lumbrera revestida de concreto para alojar y operar los obturadores accionados por malacates estacionarios para el control del flujo de agua.

Los trabajos se complementan con dos ataguías construidas con materiales graduados, el núcleo impermeable de ambas está ligado a una pantalla impermeable construida sobre aluvión, hasta la roca sana del fondo del cauce del río, para evitar filtraciones hacia la zona de construcción de la cortina, garantizando la correcta construcción del núcleo y pantalla.

Es importante mencionar que para obtener las condiciones adecuadas para el desplante del plinto (base cuadrada de la columna), consistente en mantener seca dicha zona, fue conveniente realizar la construcción de las ataguías antes del período de lluvias. En el caso de la estabilización de las excavaciones se realizaron los tratamientos al macizo rocoso, consistentes en pre-anclajes, anclajes, concreto lanzado; además en los portales de entrada y salida se utilizaron ademes a base de marcos metálicos. La lumbrera de cierre final es la que en definitiva evita el paso del agua por el túnel No. 2, para de esta forma dar inicio al llenado del embalse. Su revestimiento se dio por medio del procedimiento de cimbra deslizante izada con sistema hidráulico.

### **Obras de contención**

La presa y la pantalla de inyecciones son también conocidas como las obras de contención, mismas que tienen como finalidad contener y embalsar el agua, cuya energía potencial se usa para generar energía eléctrica. Estas obras se dividen en cortina, plinto y cara de concreto.

La cortina ha recibido diversos elogios fundamentalmente por las características específicas de la misma; es quizá la más conocida de las estructuras que componen una presa debido a que contiene y embalsa el agua. La corona de la cortina tiene una longitud de 640 metros y una altura de 178 metros, similar a la altura de la Torre Latinoamericana en la Ciudad de México. Su componente principal es un pedraplén hecho de materiales graduados construido en varias etapas con el objeto de dar las condiciones requeridas para el colado de la cara de concreto.

Los materiales necesarios para la construcción de la cortina se obtuvieron de un banco de roca denominado El Vertedor. También se extrajeron los agregados para la fabricación del concreto, previo tratamiento según el tipo de material requerido. Una vez extraída la roca mediante perforadoras, explosivos, tractores y camiones, se procesó mediante trituradoras y cribas para lograr los distintos materiales en las cantidades y calidades deseadas, un volumen comparable a diez pirámides del Sol. Estos materiales se acarrearón al sitio de su colocación para extenderlos y compactarlos en capas, espesores y número de pasadas predeterminadas.

El plinto —palabra de origen italiano que refiere a una estructura de concreto armado anclada a la roca—, también conocida como zapata de cimentación, tiene una longitud de 1 750 metros. Sirve para apoyar la

también conocido como zapata de cimentación, tiene una longitud de 1,750 metros. Sirve para apoyar la cara de concreto y como plataforma para la inyección de la masa de roca. El plinto y la cara de concreto se unen por medio de una junta perimetral de cobre. Una vez limpio el cauce y las laderas de ambas montañas, se procedió al colado del plinto, ahogando en él los ductos por los que posteriormente se inyectó la masa de roca. Esta operación incluyó el cimbrado, el armado del acero de refuerzo, la colocación de la junta perimetral y la colocación de los ductos para la inyección.

La cara de concreto se encuentra sumergida bajo las aguas y consiste en una estructura de concreto armado apoyada en el plinto y la cortina. Tiene un área aproximada de 110,000 m<sup>2</sup> y un volumen de concreto de 63,030 m<sup>3</sup> (suficiente para construir unos 20 estadios de fútbol). Se coló por etapas en tramos de 15 metros de ancho; la continuidad del colado se logró por medio de juntas de construcción de cobre y PVC.

### **Obras de generación**

Las obras de generación son la obra de toma, la casa de máquinas, la galería de oscilación y el túnel de desfogue. En conjunto son el corazón y la razón de ser de este magno proyecto. Es aquí donde la energía potencial del agua almacenada (5 mil millones de m<sup>3</sup>) en el gran lago de 188 metros de profundidad y 60 kilómetros de largo, se convertirá gracias a la fuerza de gravedad primero en energía cinética, luego en energía mecánica y finalmente en energía eléctrica, para regresar después mansamente al río, de donde fue arrebatada y llevada al centro de la montaña.

La obra de toma es de concreto reforzado y rejillas metálicas. La estructura de control cuenta con dos compuertas deslizantes de servicio operadas con servomotores.

La conducción del agua hacia la casa de máquinas es mediante dos túneles circulares a presión, de concreto reforzado en su primera parte y posteriormente revestidos con camisa metálica. Por su parte, la casa de máquinas se encuentra alojada en una caverna excavada en roca. Sus losas, muros y bóveda son de concreto reforzado, equipada con dos grupos turbogeneradores, las turbinas son de eje vertical. Se ingresa a ella mediante un túnel de acceso vehicular hecho especialmente para dar cabida a las partes más grandes de los equipos a instalar. Cuenta con un sistema forzado de ventilación por medio de tres lumbreras verticales y una lumbrera más para contener todos los cables de control, fuerza y medición.

En la casa de máquinas se instalaron dos grúas con la capacidad conjunta para realizar el montaje y los servicios de mantenimiento de todos los equipos y sistemas auxiliares de los turbogeneradores. También se instaló una turbina auxiliar de eje horizontal para suministro de energía eléctrica de los servicios auxiliares operados por la central en caso de emergencia.

La energía se conduce a través de lumbreras verticales hasta la superficie, por medio de buses (conductores de circuitos para distribuir datos o corrientes de alimentación) de fase aislada a los transformadores que van a elevar el voltaje de 17 a 400 kv. La subestación es del tipo blindado, con dispositivos en atmósfera de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y se aloja en un edificio construido en una plataforma a cielo abierto; de manera similar se ubican los transformadores de potencia, casetas de ventilación, control, baterías y la subestación blindada de servicios auxiliares de la central con una tensión 13,8 kv.

### **Obras de excedencia**

El canal de llamada, la zona de control, el canal de descarga, la cubeta deflectora y el canal de salida, ubicados en la margen derecha del río Santiago, se conocen en conjunto como obras de excedencias. Todas ellas se excavaron con explosivos a cielo abierto y se construyeron con concreto armado que fue transportado al sitio por ollas revoledoras montadas sobre camiones. La excavación tenía que llegar hasta el nivel de desplante de las estructuras de concreto en la zona de control. El material aprovechable de la excavación se envió para su colocación en la cortina y el no aprovechable a la zona de desperdicio, la cual se encuentra bajo las aguas del área.

En general, el procedimiento utilizado para la excavación de estas estructuras también se usó para la obra de toma y para la zona de la subestación de las obras de generación.

Antes de iniciar el revestimiento de concreto de cada una de las estructuras de la obra de excedencias, se comprobaron los niveles, se retiró todo el material suelto por medio de un equipo neumático y posteriormente se procedió al armado del acero de refuerzo. Para colocar el concreto se utilizaron los

métodos de tiro directo efectuado por las mismas ollas revolvedoras, y por medio de bandas transportadoras se bombeó el concreto a través de unas tuberías de aluminio conectadas entre sí por medio de abrazaderas y mediante un tramo de manguera flexible al final de dicha tubería con la finalidad de facilitar su colocación. Para compactar el concreto se utilizaron vibradores neumáticos, eléctricos y de combustión, con un diámetro acorde al tipo de armado. También se usaron vibradores de contacto para las zonas de difícil acceso y para los acabados aparentes. Cuando el concreto adquirió la resistencia requerida se procedió a realizar el descimbrado e, inmediatamente, se aplicó la membrana de curado para proteger dichas estructuras de concreto. Al mismo tiempo se preparaba la junta de construcción para el siguiente colado. Así se retiraron todos los restos de lechada para dejar el agregado vivo e iniciar el siguiente colado. Para ello se aplicó un aditivo que permitió la liga o adherencia entre el concreto viejo y el concreto nuevo. Dentro de esta etapa se contempló la construcción de las denominadas estructuras de control, diseñadas para el caso de que las aguas del embalse suban arriba del límite permisible debido a las lluvias o a una creciente del río Santiago. Su procedimiento fue el siguiente: primero se construyeron las pilas intermedias —inmensos muros de 30 metros de altura— utilizando cimbra deslizante de caras paralelas a partir del eje del cimacio en la base de las pilas, y cimbra convencional en el eje del cimacio, en la zona de cambio de sección de las pilas. Entre colado y colado se prepararon las juntas de construcción para dejar el agregado expuesto y se aplicó el aditivo de adherencia antes del siguiente colado. Inmediatamente después de la construcción de las pilas, se iniciaron los colados masivos en el cimacio.

Esta estructura curva sirve para frenar la velocidad del agua y permitir que escurra con menos ímpetu por los canales del vertedor. Los colados se efectuaron en diversas etapas, incluido el dentellón del atraque. Una vez terminados se pudo armar y cimbrar la galería de inspección que pasa por el eje del cimacio, utilizando una cimbra convencional. Luego siguieron los colados por bombeo y a tiro directo, de acuerdo con las elevaciones del cimacio.

Antes de colar las losas del piso de los canales vertedores, se instaló una malla formada con tubos de concreto perforados y empacados en un filtro de grava-arena, con el objeto de lograr el drenaje de la estructura. Esta tubería se distribuye en líneas espaciadas cada 10 metros, en sentido transversal y longitudinal. Los canales de descarga se construyeron colando losas de 10 x 9.40 metros. Al mismo tiempo que se colaban las losas se levantaban el muro divisorio y los muros laterales. De esta manera, siempre se conservaba un avance de 80 metros en las losas, ya que los colados se iban alternando. Para colar estos canales se utilizaron los tipos de cimbra fija, deslizante y jumbo metálico. Para la colocación del concreto se utilizaron los métodos normales de tiro directo, canalón, bombeado y con banda. La obra de excedencias está diseñada para un gasto máximo de 14 864 m<sup>3</sup>/se inicia en el canal de llamada, excavado a cielo abierto.

Por su parte, la zona de control está formada por el cimacio (moldura cóncava y convexa en forma de "s") y pilas de concreto reforzado para conformar seis vanos, estos espacios huecos están equipados con compuertas radiales operadas por servomotores para el manejo del agua que, por demasías, llegue al embalse de la presa.

El canal de descarga de 91 m de ancho es de sección rectangular revestido con concreto reforzado, cuenta con seis aireadores en el piso y está dividido por un muro longitudinal rematando en una cubeta deflectora (de desvío de la corriente). Estos son en términos generales los trabajos realizados para hacer visible un proyecto de magnitud e importancia internacional, donde diariamente trabajaban más de 5,000 personas. El Cajón ha dejado un gran número de referencias obligadas que se concretan en números fríos que no hacen mención de las historias que hay detrás de este gigante energético. Los esfuerzos continúan con la vista puesta en la Yesca, disputada por ICA y las empresas de Carlos Slim.

### El Túnel de desfogue

A decir de CEMEX en su libro XV Premio Obras CEMEX: "El túnel de desfogue es

### Premios al por mayor

El año pasado, en el marco del centenario de su fundación, CEMEX celebró la XV entrega del Premio Obras CEMEX; uno de los galardonados fue FREL

una estructura subterránea de 335 metros de longitud, que sirve para descargar hacia el cause del río Santiago, inmediatamente debajo de la cortina de la presa, el cause del agua que desde el embalse principal había sido conducido por gravedad hacia las turbinas generadoras de electricidad en el cuarto de máquinas. Después de impulsar las turbinas, esta agua es conducida hacia una galería de oscilación, de donde se dirige hacia el túnel de desfogue que a su vez, devuelve el agua del cauce natural del río". CEMEX destaca el hecho de que "el túnel tiene una sección de pórtico con paredes verticales de 7.65 metros de ancho, sobre las que se abre una bóveda con arco de medio punto con radio de 7.65 metros también. El piso del túnel tiene un ancho de 15.30 metros con lo que la sección del túnel se inscribe en un cuadrado perfecto".

Ingenieros y Arquitectos, en la categoría de Construcción de Conjunto Habitacional Niveles Medio y Alto, por la obra específica del desarrollo Costa Ventura.

Por su parte, el Instituto Mexicano del Edificio Inteligente (IMEI) los condecoró con su trofeo anual, toda vez que cumplió con cada uno de los requisitos que marca la guía que se les entrega a los participantes inscritos. El ingeniero Rodolfo Hernández Cerón, presidente del IMEI, comenta para Construcción y Tecnología que un factor determinante para la obtención del premio fue el que el ingeniero Marcos haya destacado la importancia del concreto en la construcción del proyecto Costa Ventura, por el clima propio de la ciudad de Acapulco y porque su mantenimiento prácticamente es nulo. Hernández Cerón abunda en su explicación y señala que Costa Ventura cumple prácticamente con todo el catálogo de la guía del IMEI, pero en la parte de bioclimática, que

es una parte que se considera fundamental, hay elementos que incluso sobresalen;

"Si bien se utilizó concreto para aminorar los efectos de las cargas térmicas, también consideraron muchas áreas verdes e integración de espacios, balcones, jardineras, etcétera, y se respetó al cien por ciento la recomendación de la PROFEPA, lo que no es muy común.

Ese fue un punto muy importante para otorgarles el premio. Se trata de un proyecto que cumplió prácticamente con todo desde la primera evaluación pero, por si fuera poco, las pocas recomendaciones que se les hicieron las pudieron cumplir en un par de meses.

Asimismo, agrega: "La compañía del ingeniero

Marcos siempre está construyendo algo, y puedo asegurar que sus proyectos se caracterizan por utilizar materiales y equipos de alta calidad... cuidan muchísimo los detalles. Un ejemplo muy claro de esto es un hotel que ellos construyeron en Cancún; se trata del Meridien, que fue el único que abrió sus puertas a los tres días de haber ocurrido el huracán Wilma que azotó a la región en 2005. El hotel brindó servicio completo porque no sufrió daños en su estructura, pero no fue suerte", sentencia.

### Renovarse o morir

El ingeniero Marcos Sethon comanda una empresa que tiene en su personal los mejores cimientos posibles. Todos ellos, en equipo, estudian cada uno de los proyectos y buscan que cada nueva edificación sea diferente entre sí, aunque siempre se busca que conserve la marca de la casa. Si usted va a Costa Ventura —dice el presidente de FREL— salta a la vista la diferencia entre nosotros y los edificios vecinos, es decir, que inmediatamente se nota el sello de nuestra firma.

Nosotros tardamos en proyectar una obra de esta envergadura aproximadamente entre seis y nueve meses, dice el desarrollador; somos optimistas no obstante que en la actualidad existe mucha oferta de inmuebles de todo tipo. Yo creo que los condominios de buena calidad, que hay pocos, tienen mejor aceptación, sobre todo en esta época en la que hay una explosión total. La gente quiere ahora vivir con más prisa y disfrutar al máximo su juventud. Lo que contrasta con generaciones pasadas en la que la sociedad era un poco más

### Grandes Aportaciones

Las aportaciones que El Cajón otorga a la ingeniería de presas y obras hidráulicas son las siguientes:

Se dio acceso por el camino de 43 kilómetros en 9 meses.

Se construyeron los túneles de desvío con rugosidad compuesta que duplica la confiabilidad en sólo 9 meses.

Se excavó la casa de máquinas en 9 meses.

Se innovó la práctica mundial en el diseño de este tipo de presas, al incluir zonas de transición.

Se colocaron materiales en la cortina con un promedio de 500,000 m<sup>3</sup>, alcanzando así unos 800,000 m<sup>3</sup> mensuales

máximo de juventud, lo que contrasta con generaciones pasadas en la que la sociedad era un poco más estable”.

### Beneficios al por mayor

La creación de 10 mil empleos directos e indirectos.  
El mejoramiento en las vías de acceso, para beneficio de 20 mil habitantes pertenecientes a 40 comunidades.  
La generación media anual de 1 mil 228 Gwh, igual a 1.5 veces el consumo anual del estado de Nayarit.  
Una capacidad instalada de 750 MW, lo que equivale a encender 7.5 millones de focos.  
El ahorro anual de dos millones de barriles de combustóleo.  
Un aumento en la generación firme de la Central Hidroeléctrica Aguamilpa, por la regulación del río Santiago y sus afluentes en la cuenca.  
Diversificación de las fuentes primarias de energía en el Sistema Eléctrico Nacional.

El futuro le depara proyectos importantes al despacho FREL, y si ahora están construyendo una nueva fase de Costa Ventura, no se trata de un proyecto único porque al mismo tiempo trabajan en la edificación de condominios en Cancún, Los Cabos y Huatulco.

Es hora, dice el ingeniero Marcos, de ayudar al país con el desarrollo de obras turísticas, sobre todo si consideramos que somos vecinos del país más poderoso del mundo y que en Europa nos ven como un gran atractivo turístico”.

**Temas relacionados**

**Su opinión**

### Artículo El cajón grandeza en infraestructura

- REGULAR
- BUENO
- MALO

Votar

[El arquitecto de la blanca](#)

[El arquitecto que vino del frío](#)

[Gota de Plata](#)

[Problemas causas y soluciones](#)

[El arquitecto que no sabía dibujar](#)

[Vivienda de Concreto](#)

[El sello de Farrater el Castellon de la plana](#)

[Capacitar y asesorar tarea de primer orden](#)

[El arquitecto sin adornos](#)

[Un aeropuerto para el siglo XXI](#)



# Llenos de orgullo

Los Editores.



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

En esta edición de Construcción y Tecnología —con enorme orgullo y satisfacción como mexicanos— presentamos como tema de Portada los trabajos realizados para la creación de la titánica Central Hidroeléctrica El Cajón, ubicada en el estado de Nayarit, sin duda alguna, la obra de infraestructura hidráulica para generar energía eléctrica más importante de México en muchos años la cual, como sabemos, fue recientemente inaugurada por el presidente Felipe Calderón Hinojosa. Con esta grandiosa construcción, la ingeniería mexicana nuevamente recibe aplausos por su calidad constructiva, por lograr cumplir metas complejas y, sobre todo, por brindarle a la población grandes beneficios.

Y no sólo El Cajón nos enorgullece, también nos motiva a la reflexión positiva lo que le presentamos al lector en la sección Arquitectura, donde podrá conocer uno de los más recientes trabajos de uno de los arquitectos mexicanos que ha hecho del ferrocemento su material de expresión preferido: Javier Senosiain, quien de nueva cuenta da cátedra en torno a la Bioarquitectura. Estos dos ejemplos de construcción —uno desde una perspectiva más ingenieril y el segundo en estrecho vínculo con las formas, la filosofía y el diseño— son una pequeña muestra de lo que se está haciendo en México. Tanto las pequeñas como las obras colosales, sin duda alguna, son el más claro muestrario de las enormes posibilidades y genialidades de los mexicanos. Finalmente, les queremos comentar que en esta edición iniciamos la sección “Invitado especial” donde estarán presentes notables investigadores de talla internacional que han dedicado años de su vida al estudio de la ingeniería, la arquitectura, la construcción y la tecnología. Abre nuestra sección el dr. Paulo Helene —miembro del Consejo Editorial de nuestra nueva publicación arbitrada Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo—, notable ingeniero brasileño quien reflexiona sobre el arte de proyectar y construir estructuras.

Su opinión

## Artículo Llenos de orgullo

- REGULAR
- BUENO
- MALO

Votar

- [Grandes novedades](#)
- [Una atenta invitación](#)
- [Cuestión de prioridades](#)
- [Fe de erratas](#)
- [Trayectoria impecable](#)
- [Reunión mensual de ACI](#)
- [Un pequeño gran homenaje](#)
- [Premio Obras CEMEX 2007](#)



## Grandes novedades

El pasado 2 de agosto el gigante del cemento, Holcim, concluyó con gran éxito la operación de compra de acciones de la empresa canadiense Cementos St. Lawrence, que consistió en 14, 269, 360 acciones clase A ofrecidas a Holcim, lo que representa el 94.48% de las acciones de accionistas minoritarios.

También le fueron ofrecidas otras 555,969 acciones especiales clase 1 (que representan el 100% de las de este tipo) con lo que las condiciones para que la operación se realizara se cumplieron. Holcim pidió a CIBC Mellon Trust Company, depositario de las ofertas, que acepte todas las acciones clase A y las acciones especiales clase 1, con ello ahora tiene 25, 974, 534 acciones clase A (lo que representa el 96.89% de este tipo de acciones) y el 100% de las acciones especiales clase 1.

El pago a los accionistas lo realizará en un tiempo razonable, según anunció la cementera.

Cabe decir que Cementos St. Lawrence produce y comercializa cemento, concreto, agregados y otros servicios para la industria de la construcción. La compañía opera en Canadá (Québec, las provincias canadienses del Atlántico y Ontario), y en la costa del Mortero Maestro, producto mediante el cual refuerza su posición en el mercado de cementos. Dicho insumo, desarrollado en el Centro Tecnológico del Concreto (CTC), de Holcim Apasco, ofrece un rendimiento hasta 40% superior, comparado con las mezclas elaboradas con cemento y cal y otras de mortero convencional, además permite ahorros —incluyendo la mano de obra— de hasta un 25% en aplicaciones de albañilería. Ofrece mayor rendimiento, alta trabajabilidad, mayor dureza e incluso cuidado de la salud al evitar quemaduras que causan las mezclas tradicionales en manos y ojos por el uso de cal. Francisco Fernández, Director de Distribuidores de Holcim Apasco señaló: “Este nuevo producto brinda un valor agregado tanto a los usuarios finales como a los centros de venta de materiales para la construcción, ya que a los primeros les garantiza trabajos de albañilería bien hechos y protección a su salud y a los segundos contar con un producto de calidad superior a los que se encuentran en el mercado.” En este

sentido Fernández agregó “En Holcim Apasco estamos convencidos de que estar atentos a lo que el mercado necesita y el desarrollar nuevos productos y servicios enfocados al usuario final, es esencial para consolidar nuestra posición en el mercado, por lo que prevemos que con este nuevo mortero ofreceremos una solución efectiva a una necesidad específica en el rubro de aplicaciones para albañilería”.



ereciva a una necesidad específica en el rubro de aplicaciones para albanilería , puntualizo.

En cuestiones ambientales Holcim Apasco —quien desde junio de este año es nuevamente socio del Instituto del Cemento y del Concreto IMCYC— planea reducir para el 2010 más de 20% las emisiones de bióxido de carbono por tonelada de cemento, tomando como referencia el año 1990, así como una cantidad semejante en las emisiones de óxido de nitrógeno, óxido de azufre y polvo por tonelada de cemento producida respecto al 2004; además, continuará con la sustitución de combustibles tradicionales por alternos. Otro de los asuntos importantes que Holcim maneja y que ya se avecina, es el segundo Concurso Holcim Awards para América Latina que promueve la construcción sostenible en todo el mundo. Las inscripciones ya están abiertas en [www.holcimawards.org](http://www.holcimawards.org); dicho periodo concluirá el 29 de febrero de 2008.

*Por Antonieta Valtierra con información de Holcim Apasco.*

## Una atenta invitación

La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, (CMIC) y Petróleos Mexicanos organizan la Segunda Reunión Nacional de Seguridad Industrial y Protección Ambiental: Pemex y los Empresarios por la Seguridad Industrial y la Protección Ambiental en México, que se llevará a cabo los días 8 y 9 de octubre en la ciudad de Mérida, Yucatán.



En la reunión se abordarán entre otros temas: Cambio climático, Propuestas del Gobierno Federal para la Protección Ambiental en México; Nuevas prácticas para la conservación ambiental en el Desarrollo de Proyectos de Infraestructura; Impacto del ruido interoceánico en el medio ambiente así como Sistemas de administración de la Seguridad Industrial en México, entre otros interesantes temas.

Los organizadores invitan a todos los interesados a participar en este encuentro que, sin duda alguna, es una gran oportunidad para reflexionar sobre la importancia de la participación de todos en las tareas a realizar, para contribuir a alcanzar el desarrollo sostenible y sustentable de las comunidades, contribuyendo a la formulación de políticas públicas que propicien el cuidado de los ecosistemas sin frenar el proceso de desarrollo económico.

## Cuestión de prioridades

Una de las más importantes prioridades de la Canadevi —ampliamente tratada durante los trabajos del XXI Encuentro Nacional de Vivienda— es impulsar la calidad de la vivienda que desarrollan sus afiliados, con el fin de ofrecer a las familias adquirentes una inversión segura que cuente con garantía contra defectos y vicios ocultos y con la información y documentación necesaria para operar correctamente el mantenimiento y las ampliaciones o mejoras de la casa habitación.

La meta es asegurar la calidad de la cadena productiva de los proyectos inmobiliarios y certificar los procesos de construcción, de atención al cliente y servicio de posventa, en principio. Para ello, hay que insertar en las empresas desarrolladoras los temas relacionados con la calidad; leyes y reglamentos relativos al desarrollo urbano, la industria y la ecología; las normas y regulaciones aplicables al uso de insumos y al uso y disposición de recursos naturales como agua, gas y energía eléctrica, así como los avances tecnológicos y las

nuevas técnicas que complementen y mejoren los proyectos y la edificación.

En consecuencia, Canadevi ha trabajado en este proceso más de dos años, iniciando con la participación en el grupo de trabajo convocado por el ONNCCE (Organismo Nacional de Normalización) para elaborar los “Criterios para la Certificación de Desarrolladores de Vivienda” y continuando con la promoción a sus afiliados del proceso de certificación sobre calidad en procesos constructivos, implementado por el Instituto Tecnológico de Monterrey para tal efecto. A la fecha se trabaja con 54 empresas en cinco delegaciones de la cámara: Nuevo León, Comarca Lagunera, Sonora, Jalisco y Valle de México y 35 empresas han recibido al

menos un certificado y 4 la re-certificación. Por otra parte y en coordinación con el Infonavit se está llevando a cabo la certificación de asesores de crédito de vivienda, que avala la preparación y competencia de estos agentes en lo que se refiere a trámites, procedimientos e información sobre financiamiento hipotecario.

La Sociedad Hipotecaria Federal realiza acciones para evaluar proyectos que integran la oferta nacional de vivienda nueva y usada a través del Registro Único de Vivienda y para certificar las características técnicas, físicas y constructivas de las viviendas que forman parte de los proyectos viables de otorgarles apoyo financiero. Lo que sigue, es la certificación de servicios de posventa que está por iniciarse formalmente también con el Tecnológico de Monterrey, habiéndose ya implementado en dos empresas de Nuevo León. Posteriormente se buscará la certificación de todos los procesos que garanticen la producción de viviendas acordes a la normativa aplicable y que sean seguras, habitables, durables, sustentables, bien ubicadas y bien comunicadas.

*Con información de Canadevi.*

## Fe de erratas

En el número 230 de esta revista, no se mencionó dentro del artículo “Gas Natural: Un proyecto alternativo” —basado en el documento Concreto y energía: proyecto de regasificación LNG energía Costa Azul— la participación directa en la elaboración del texto del arq. Francisco Javier Arenillas Cuétara, quien ocupa el cargo de Gerente de Plaza en CEMEX Concretos.

## Trayectoria impecable

La empresa Grupo Cementos de Chihuahua, SAB de CV (GCC) ha sido reconocida por segundo año consecutivo por el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI) como una de las empresas socialmente responsables de México. Dicho reconocimiento es otorgado a las empresas que cumplen satisfactoriamente cuatro aspectos principales en este ámbito: calidad de vida en la empresa, ética empresarial, preservación y cuidado del medio ambiente y vinculación con la comunidad.



Otra de las enormes acciones que GCC ha efectuado este 2007 y que va encaminada a favorecer la calidad de vida de la comunidad, es la constitución de la Fundación GCC.

El principal objetivo de la Fundación es formar profesionistas con una visión global en su área de estudio. Para realizar este compromiso se otorga una beca a candidatos que cumplan ciertos requisitos para que realicen sus estudios en universidades de alto nivel en el extranjero. Otro de sus objetivos es apoyar a otras fundaciones y/o instituciones mediante donativos, creando sinergias con ellas en beneficio de la sociedad. Respecto al otorgamiento de becas, uno de los requisitos marca que al término de su preparación en el extranjero, los profesionistas se reintegren a la sociedad y economía del estado de Chihuahua, aporten los conocimientos adquiridos y sean un pilar para el mejoramiento del estado y consecuentemente del país y, de esta manera, trasciendan en él.

Con información de Grupo Cementos de Chihuahua.

## Reunión mensual de ACI

Sika —reconocida empresa de materiales químicos para la construcción— estuvo a cargo de la reunión mensual del American Concrete Institute (ACI), delegación Centro Sur, a fines de julio en un conocido restaurante de la colonia Polanco, en la Ciudad de México.

La tarde comenzó cuando el ing. Juan Carlos Cárcamo —Gerente de Ventas Técnicas de Sika Mexicana— habló de la empresa y dio algunos adelantos sobre los nuevos productos que lanzarán al mercado. El tema

central de la plática fue “Retracción del concreto”, la cual fue dictada por el Gerente de Servicios de Sika Colombia, Carlos Arcila López. Durante la charla se plantearon diferentes soluciones para evitar el agrietamiento y la fisuración en las construcciones debido a la retracción del concreto, el cual es un problema común causado por la falta de humedad, la temperatura y la carga excesiva.

Entre los asistentes al evento estuvieron el presidente de ACI, José Antonio Rangel, María Bernal, Gerente Administrativo de ACI, así como representantes de las principales concreteras, constructoras, laboratorios de materiales químicos para la construcción, organismos gubernamentales y contratistas. Cabe decir que durante el evento se dio el resultado de las elecciones internas de la ACI para la mesa directiva del 13ro. Consejo directivo, donde se eligió al ingeniero técnico de Sika Mexicana, Felipe de Jesús García. El evento fue cerrado con un ameno cóctel.



## Un pequeño gran homenaje

El pasado 23 de agosto se inauguró en el Museo de Arquitectura del Palacio de las Bellas Artes una interesante exposición dedicada a uno de esos arquitectos que siempre son recordados con gran admiración por muchos maestros de la arquitectura: el arq. Antonio Pastrana. Gran representante del movimiento posrevolucionario en el área de la construcción, en la cual desarrolla una arquitectura radical; quien, a partir del racionalismo de Villagrán, y del radicalismo de Juan

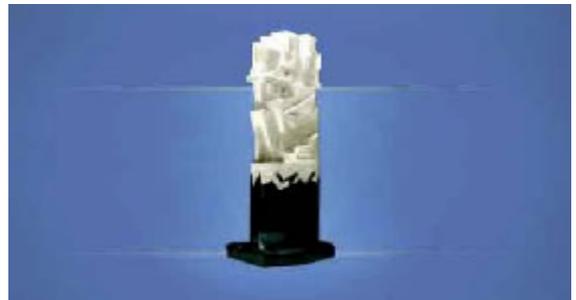
O’Gorman, conjuga una metodología proyectual que provoca una ruptura en la denominada arquitectura moderna de su momento, mediante proyectos innovadores y también transgresores de la forma común, pero con una enorme planificación integral entre lo social y lo urbano. En este sentido, Pastrana proyectó siempre con miras a las clases populares. Con los proyectos como el del casino, gimnasio y baños para la Ciudad Universitaria (1950), Pastrana formó parte de esa élite de arquitectos e ingenieros mexicanos que intentaron consolidar una alternativa arquitectónica interviniendo en la planificación urbana. Cabe decir que la exposición permanecerá abierta hasta el 25 de noviembre.

*Gabriela Celis con información del Palacio de las Bellas Artes.*

## Premio Obras CEMEX 2007

El Premio Obras CEMEX es un reconocimiento que se otorga anualmente a los mejores exponentes de la construcción en concreto.

Como sabemos, las obras son calificadas por un jurado compuesto por 15 especialistas en construcción, destacados a nivel internacional, así como académicos especializados y editores de revistas y libros de renombre con carácter autónomo y donde CEMEX no tiene injerencia en sus decisiones.



Los objetivos de este premio son: fomentar el desarrollo de la cultura global de la innovación continua en la construcción. Estimular y mejorar la calidad de las obras arquitectónicas, y con ella la calidad de vida de sus habitantes. Reconocer el talento de nuevas soluciones constructivas, conceptuales, técnicas, y estéticas. Alentar la competitividad en el diseño y ejecución de obras realizadas en concreto a través del intercambio entre las diferentes culturas arquitectónicas del mundo. Fomentar la lealtad de nuestros clientes actuales, y motivar la participación futura en el premio así como promover el consumo del producto y captar nuevos clientes. Cabe decir que está considerado el premio de construcción de mayor alcance, reputación e influencia en México.

Está enfocado a la construcción-ejecución y el diseño, no sólo a la arquitectura. Cabe decir que el premio reconoce la sustentabilidad y accesibilidad en las construcciones. Aunado a esto, para difundir los trabajos, CEMEX publica un libro conmemorativo que se ha convertido en una referencia de las tendencias futuras en la construcción pública. La ceremonia de premiación será el 25 de octubre en Cintermex, en Monterrey, Nuevo León.

Con información proporcionada por CEMEX.

### **OBRAS NACIONALES CONVOCADAS AL PREMIO**

<b>Infraestructura y Urbanismo</b>	Ciudad deportiva y paso inferior.	Aguascalientes, Ags.
	Cortina y Vertedor de Pres Hid. El Cajón.	Santa María del Oro, Nay.
<b>Desarrollo de obra industrial</b>	Regeneración urbana Paseo Constituyentes.	Querétaro, Qro.
	Bodegas del Ejido.	Carr. Municipal Cancun- Tulum, Municipio.
<b>Construcción de edificación institucional</b>	Nuevo prototipo de naves STIVA.	Solidaridad, Q.Roo.
	Centro de servicios Palace (CEDIS).	Sta Catarina. N.L. Cancun, Q. Roo. Mérida, Yuc.
<b>Construcción de conjunto habitacional</b>	Seminario menor.	Solidaridad, Q Roo
	Hotel Grand Sirenis.	Carr. Municipal Cancun- Tulum, Municipio.
<b>Diseño de edificación Institucional</b>	Edificio comercial.	Solidaridad, Q.Roo
	Torre Aura.	Zapopan, Jal.
<b>Residencia unifamiliar</b>	BAHLAY.	Acapulco Gro.
	Torre Miravalle.	Monterrey, N.L
<b>Diseño de conjunto habitacional</b>	Tienda Puma y salón de trofeos.	Coyoacan, D.F.
	Seminario menor.	Mérida, Yuc.
<b>Vivienda de interés social</b>	Grand Sirenis Mayan Beach.	Akumal, Q Roo.
	Flat ISSA.	Puebla, Puebla.
<b>Accesibilidad Nac</b>	El santuario.	San Pedro Garza García.
	Casa en San Ramón.	Mérida, Yucatán.
<b>Vivienda de interés social</b>	Temístocles 12.	D.F.
	EOS Acapulco.	Acapulco.
<b>Accesibilidad Nac</b>	Torre Miravalle.	Monterrey
	Joyas del desierto.	Torreón, Coah.
<b>Accesibilidad Nac</b>	Vida.	Escobedo, N.L.
	Centro de Investigación Campus El Encino.	San Pedro Garza García, N.L.
<b>Accesibilidad Nac</b>	Biblioteca de Ciencias de la Salud de la UADY.	Merida, Yuc.
		Oaxaca, Oax.
		Querétaro, Qro.

Biblioteca infantil BS.  
Regeneración urbana Paseo  
Constituyentes.  
Casa del Uro.  
Grand Sirenis Riviera Maya.  
Vida residencial.

**Edificación sustentable (Nac)**

Monterrey, N.L.  
Akumal, Q Roo.  
Escobedo, N.L.

# El arte de proyectar y construir estructuras

primera parte

**Con la participación del doctor Helene iniciamos esta sección donde personalidades del mundo del cemento y del concreto nos brindarán sus valiosas reflexiones e ideas..**



En la Edad Media, en catedrales como la de Notre Dame, los constructores exploraron —con sus arcos góticos y bellos espacios internos— los límites de sofisticación y combinación de la roca natural, bien trabajada, como materia estructural.



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

Nuestro invitado especial es profesor titular de la Universidad de Sao Paulo, USP , así como Presidente del Instituto Brasileño del Concreto, IBRACO N. Ha presentado más de 192 documentos publicados en congresos, conferencias y diarios y es miembro de diversos comités científicos. Entre las distinciones que le han otorgado están el Prêmio “La Giralilla de La Habana” por su trayectoria profesional, el Award of Merit, del International Concrete Repair Institute, sólo por mencionar dos reconocimientos.

años. Pero, si reflexionamos un poco vemos que no son muchos los materiales constructivos de dichas estructuras; por lo tanto, los arquitectos e ingenieros siempre tuvieron que utilizar creativa e inteligentemente esas escasas opciones a través de proyectos y obras originales. Al respecto, se pueden enumerar los principales materiales estructurales y apenas llegan a cinco: madera, arcilla y cerámica, roca, acero y concreto armado y presforzado. El hielo, el coral, el bambú, y otros materiales, no pasan de ser “curiosidades regionales”. El concreto de cemento Portland

es el más reciente de los materiales constructivos de estructuras; puede ser considerado uno de los descubrimientos más interesantes de la historia. Su descubrimiento a fines del siglo XIX y su uso intensivo en el XX, lo transformaron en el material más usado por el hombre después del agua, revolucionando el arte de proyectar y construir estructuras cuya evolución siempre estuvo asociada al desarrollo de las civilizaciones a lo largo de la historia de la humanidad.

En la antigüedad, los egipcios fueron grandes constructores; dominaron el arte de construir estructuras con bloques de roca, pero no agotaron el potencial de ese material. Tiempo después, los ingenieros medievales usaron la piedra en la construcción de espectaculares iglesias góticas, explorando los límites constructivos de estructuras en roca. Cabe decir que la roca comenzó a ser utilizada como tecnología alrededor de 2,750 a.C. en Egipto, permaneciendo como el más importante de los materiales estructurales por 4,500 años hasta la llegada del acero y de las estructuras metálicas, con la revolución industrial (de 1750 a 1850).

**Los arquitectos egipcios inventaron los métodos y procedimientos**

Al contemplar la historia de la humanidad, principalmente el aspecto escrito por obras de arquitectura e ingeniería, es interesante constatar cómo los grandes cambios en la forma de construir se deben al descubrimiento de nuevos materiales estructurales y cómo el dominio del conocimiento sobre los materiales estructurales han marcado el poder y desarrollo de las naciones a lo largo de los

*para trabajar correctamente la roca como un material de construcción de estructuras estables y durables, en sustitución de la madera y la arcilla.*

### **Concreto, desarrollo, ciencia y tecnología**

Dos de las más desarrolladas y poderosas sociedades actuales —la estadounidense y la canadiense— consideran la inversión en el estudio de las estructuras de concreto como una de las más importantes inversiones en ciencia y tecnología para obtener y mantener la calidad de vida de sus pueblos y el liderazgo de su parque industrial. Esas sociedades entienden que el profundo conocimiento sobre el concreto coloca y mantiene a su industria en la frontera del saber, asegurando su alta competitividad.

Hasta hace casi dos décadas, en 1989, la National Science Foundation de Estados Unidos y el National Research Council de Canadá aprobaron el apoyo financiero a los consagrados programas del Center for Advanced Cement-Based Materials (ACBM)<sup>2</sup>, en la universidad de NorthWestern y Béton, Canadá<sup>3</sup>, en Sherbrooke, en el entendido de que el estudio del concreto debe estar incluido en el conocimiento estratégico de la “inteligencia” de sus países al lado de los recursos naturales, salud, biotecnología y electrónica del espacio exterior, entre otros. Con la misma visión moderna e incluyente, la Federal Highway Administration

(FHWA), en Estados Unidos y la Comunidad Europea han hecho grandes inversiones buscando un conocimiento de las estructuras de concreto. Esas sociedades han comprendido, desde hace años, que ese material y sus estructuras aún tienen mucho por desarrollarse por lo que vale la pena apostar a ese conocimiento.

El resultado no podía ser mejor. El concreto de cemento Portland ha experimentado tal evolución en las dos últimas décadas que se puede llamar una verdadera cuarta revolución en el arte de proyectar y construir estructuras. La reconocida revista Scientific American ([www.sciam.com](http://www.sciam.com)) publicó más de 250 documentos en los últimos diez años sobre descubrimientos y desarrollos en el concreto. Por su parte, Science News on line ([www.sciencenews.org](http://www.sciencenews.org)) ha publicado numerosas innovaciones en tecnología del concreto tales como HPC; HSC; UHPC; Translucid concrete (Concreto translúcido); GFRC; SFRC; Self-cleaning concrete (Concreto con autolimpieza); Reactive concrete powder (Polvo reactivo de concreto); Fibers concrete (Concreto con fibras), y muchas otras. También la revista Popular Science Magazine ([www.popsc.com](http://www.popsc.com)) reconoce el “conductive concrete” (concreto conductor) como la más importante innovación del mundo en 1996 (una década atrás). Por su parte, en 2005/2006, el National Building Museum, en Washington, Estados Unidos, presentó la exposición New architecture in concrete, cariñosamente llamada “Liquid stone”, con 30 innovaciones en el campo de la tecnología y de las estructuras de concreto. En Francia, el Musée des Arts et Métiers, en París, estuvo presentando de 2005 a 2007, la gran exposición Bétons: Étonnez-vous! (Concretos:

¡Asómbrese!), en donde es posible sorprenderse con la historia y la contribución del concreto para mejorar la salud y la calidad de vida de los pueblos. Esa es la visión que se pretende dar, en este artículo, a ese material de construcción: un material actual y de importancia vital para la economía y para el llamado “construbusiness” (negocio de la construcción); fundamental para la arquitectura moderna; rico y versátil para escribir la historia contemporánea a través de monumentos originales y durables; y principalmente, un material fundamental para el desarrollo de la ciencia aplicada, de la ingeniería y de la calidad de vida de un pueblo, suficiente e indispensable para estar entre las inversiones prioritarias tanto en las grandes como en las pequeñas naciones.

### **Los primeros pasos en el proyecto y la construcción de estructuras**

Para entender las otras tres primeras grandes revoluciones en el arte de proyectar y construir estructuras, se debe comenzar retrocediendo 48 siglos cuando la sociedad egipcia reconoció la enorme contribución del brillante político y alquimista Imhotep<sup>4</sup>, nombrado, por primera vez en la historia de la humanidad, con el título de Arquitecto, ya que la denominación de ingeniero civil se adoptaría muchos siglos después.

La denominación de arquitecto se debe estrictamente al hecho de que él había proyectado y construido la

La denominación de arquitecto se debe exactamente al hecho de que él había proyectado y construido la primera pirámide durable del planeta —la pirámide escalonada de Zoser, hecha en bloques de roca— así llamada en homenaje al entonces faraón Zoser. Ese mausoleo, que substituyó a los anteriores, probablemente de madera, arcilla y cerámica, se mostró mucho más durable y competente para proteger para la eternidad los restos momificados de los faraones.

Eso ocurrió alrededor de 2,750 a.C. y esa forma de proyectar puede ser considerada la primera gran revolución. Los egipcios, mejor dicho, Imhotep, introdujo —probablemente sin saberlo— el concepto de vida útil en la construcción civil. Para tener una idea de la revolución que eso representó para la sociedad egipcia y para la humanidad, se puede citar que, muchos siglos después, otros pueblos apenas daban sus primeros pasos en el arte de construir estructuras. Por ejemplo, en Inglaterra, otro monumento monolítico, Stonehenge<sup>5</sup> —que data de 2,300 a. C, o sea, después de más de 300 años— era todavía mucho menos elaborado desde el punto de vista de la ingeniería de las estructuras.

Los arquitectos egipcios habían descubierto los métodos y procedimientos para trabajar correctamente la roca como un material de construcción de estructuras estables y durables, en sustitución de la madera y la arcilla, hasta entonces los más usados. Apenas 200 años después —no sin antes sufrir por algunos colapsos de otras pirámides que los ayudaron a evolucionar— los arquitectos egipcios proyectaron y construyeron la pirámide de Khufu, en homenaje al faraón Khufu o Keops, considerada una de las 7 maravillas de la antigüedad, con 147 m de altura.

Con ese material de construcción, consiguieron levantar una de las más durables y resistentes obras de ingeniería de la humanidad; ahora con cerca de 4,500 años, aún majestuosa, muestra al mundo el poder y el desarrollo de la civilización egipcia. Después, otras grandes civilizaciones, tales como la griega, la persa, la romana, la maya, la inca, la azteca, y los grandes arquitectos de la Edad Media y del Renacimiento utilizaron la roca y escribieron la historia de la humanidad por medio de sus obras seguras, hermosas, funcionales y durables, que complementan e ilustran la historia tradicional escrita con letras y palabras en pergaminos.

***Los cimientos del puente de Brooklyn, en Nueva York, fueron  
construidos originalmente en albañilería de bloques de  
roca, pues no había aún concreto armado***

En la Edad Media, Las catedrales de Colonia y Notre Dame exploraron —con sus arcos góticos y bellos espacios internos— los límites de sofisticación y combinación de la roca natural, bien trabajada, como materia estructural. Las edificaciones de esa época, entre tanto, estaban restringidas a vanos en forma de arcos o bóvedas con dimensiones inferiores a 45 m, paredes soportantes, pisos y cubiertas planas de madera y con vanos muy limitados, lo que impedía construcciones altas y con grandes espacios internos.

### **Las maravillosas estructuras metálicas**

La segunda gran revolución en el arte de proyectar y construir estructuras, ocurrió con la Revolución industrial; es decir, a fines del siglo XVIII y principios del XIX, con la llegada del acero para la construcción de estructuras. Fue entonces cuando la ingeniería consiguió construir puentes de grandes claros. El primero de ellos fue el puente metálico construido en 1781, en arco y todavía con modestos 30 m de luz, denominado Coalbrookdale Bridge, situado en Telford, región reconocida como el centro de la revolución industrial, en Inglaterra, y que hasta ahora se encuentra en uso peatonal.

En 1883, los norteamericanos sorprendieron al mundo construyendo el puente de Brooklyn, en Nueva York. Es interesante notar que los cimientos de ese puente fueron construidos originalmente en albañilería de bloques de roca, pues no había aún concreto armado. Se trataba y trata de un puente suspendido por cables de acero galvanizado, patentados y proveídos por John Augustus Roebling, propietario de la más famosa casa de cables y cuerdas de acero de la época. Roebling acabó también proveyendo cables para el Golden Gate (de 1936), con cimientos de concreto. Todavía en el siglo XIX, utilizando de manera magistral este nuevo material de construcción, Gustave Eiffel proyectó y construyó una de las más emblemáticas obras de

ingeniería: la torre Eiffel. Hasta esa época el acero estructural venía siendo utilizado principalmente para construir puentes y torres, empleándose poco en edificios que aún continuaban siendo construidos con paredes estructurales de albañilería portante y pisos de madera.

Para alcanzar un uso más amplio fue necesario que el que era hasta entonces un nuevo material de construcción de estructuras —el acero estructural— y la tecnología derivada de éste, recibiesen el impulso de dos importantes descubrimientos y de sus respectivas patentes. El primero, en 1853 en el estado de Nueva York, en donde Elisha Graves Otis desarrolló el primer elevador seguro, sin riesgo de quedarse atorado, utilizado aún en edificaciones altas en el mundo. En la práctica, el primer elevador eléctrico Otis fue instalado en 1889 en un hotel de Nueva York. El segundo —también en los Estados Unidos— es la contribución de Leroy Buffington, quien en 1888 patentó la forma de construir estructuras a través de un esqueleto reticular (pilones, vigas y losas) en sustitución de las paredes soportantes, que pasaron a tener apenas la función de protección, revolucionando la forma de proyectar y construir edificios.

Esos desarrollos dieron origen (en 1891), al inicio de los rascacielos, con la inauguración del edificio Wainwright, con 42 m de altura, en St. Louis, en Estados Unidos. Esa nueva forma de construir fue denominada como la Escuela de Chicago, considerándose al arquitecto Henry Sullivan como el gurú; a partir entonces, el proyecto y construcción de edificios se desarrolló enormemente, siendo la principal forma de construir hasta nuestros días.

**Continuará...**

## Referencias

1 El texto original fue escrito en portugués. La traducción de este idioma al español fue del prof. Gerardo Dávila.

2 A partir de 1989, en Estados Unidos, la National Science Foundation (NSF) reconoce la importancia y empieza a apoyar al Center for Advanced Cement-Based Materials (ACBM), liderado por el prof. Surendra Shah de la NorthWestern University, que junto con otras universidades y el NIST comienzan a investigar y a desarrollar el concreto de forma sistemática y científica, privilegiando tres temas: Waste material utilization (Uso de materiales de desecho); Life cycle prediction (Predicción del ciclo de vida), y High performance concrete (Concreto de alto desempeño).

3 En 1989, el National Research Council de Canadá, y el instituto Network of Centres of Excellence comenzaron a apoyar expresamente los 14 principales centros y áreas de investigación y desarrollo de Canadá, contándose cinco en el campo de Advanced technologies (Tecnologías avanzadas); tres en Engineering and manufacturing (Ingeniería y manufactura); cinco en Health, human development and biotechnology (Salud, desarrollo humano y biotecnología), y uno en Natural resources and environment (Recursos naturales y desarrollo). El proyecto Béton Canadá, liderado por el Prof. Pierre-Claude Aitein de la Universidad de Sherbrook, tienen el siguiente objetivo: La misión de Concrete Canadá es la de posicionar a la industria de la construcción canadiense en la tecnología de punta del concreto, a fin de mejorar su competitividad. Además de otras universidades, se incluyen 65 empresas.

4 Imhotep es considerado como el primer arquitecto y médico conocido por su nombre en la historia. Diseñó la pirámide de Zoser, en Saqqara, Egipto. Pudo haber sido el creador del primer uso conocido de columnas en la arquitectura.

5 El cromlech de Stonehenge está compuesto de un círculo en el cual fueron dispuestos grandes megalitos. Su construcción data de entre 2,500 a.C. y 2000 a.C. Fue en 2200 a.C. cuando tomó su aspecto actual, para lo cual transportaron 32 bloques de arenisca desde las montañas de Preseli, al sudeste de Gales. Cfr. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).

Temas relacionados

Su opinión

[analisec](#)

[Pruebas no destructivas del concreto](#)

**Artículo Paulo Helene: El arte de**

[Para conservar la tersura](#)

[Construyendo verde con concreto gris](#)

[Tecnología de punta y voluntad de servicio](#)

[Los vientos del cambio del concreto](#)

[Nanotecnología](#)

[Las pruebas de cilindros de concreto](#)

[Demolición y reciclaje del concreto y la mampostería](#)

[AVANCES EN TECNOLOGÍA DEL CONCRETO](#)

**proyectar y construir estructuras  
1a parte**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

Votar

1 2 [\[ siguiente >> \]](#)

## Habitar lo orgánico

Gregorio B. Mendoza

Imágenes: Cortesía Javier Senosiain

“Es la formación y no la forma lo que es misterioso”  
Gastón Bachelard

Hablar de singularidades en arquitectura —o en el arte en general— resulta algo difuso y poco conciso debido en muchos casos al cúmulo de influencias que sus creadores poseen o encuentran en referentes históricos, formas naturales, citas literarias o materiales. Sobre esto podemos decir que, ante una arquitectura singular pero valiosa, no queda más que expandir los límites de la familiaridad que se tiene con lo cotidiano:

“Siempre hay nuevas cosas por aprender, otras más por descubrir...”, parece ser el mensaje constante de cada espacio producido por el despacho de arquitectura de Javier Senosiain.



Su trabajo más conocido ha sido denominado por el propio arquitecto como Bioarquitectura, destacando como claros ejemplos de este concepto creativo los proyectos El Tiburón, La Ballena, Casa Flor y El nido de Quetzalcóatl, entre otros a los cual se les une este año la casa habitación Nautilus.

Todas estas obras son, a decir de su creador, “el resultado de la búsqueda por generar espacios adaptados al hombre, semejantes al seno materno o a las guaridas de los animales, otorgando así una armonía entre el hombre, sus necesidades y su ambiente natural”.

El espacio para vivienda Nautilus está ubicado en el Municipio de Naucalpan, Estado de México y surge principalmente por el hecho de que los clientes del proyecto estaban buscando una casa integrada con la naturaleza y que tuviera un carácter más informal. Su casa original fue vendida porque poseía diversos desniveles que provocaban el constante subir y bajar de escaleras. Con el dinero obtenido por la venta decidieron comprar un terreno cuya principal característica era una topografía ascendente donde posteriormente se ubicaría su nueva residencia. El predio se encuentra limitado en tres de sus colindancias ya que en cada una de ellas existen construcciones altas. La cuarta colindancia es la que da al poniente y es la única que cuenta con vistas profundas hacia una zona verde, con montañas en el horizonte.

### La importancia del proceso

Javier Senosiain recuerda que, “desde los primero estudios se definió la zona de la construcción al fondo del predio, quedando al frente el acceso peatonal, el vehicular así como el jardín exterior; además, se dejó una

preciso, quedando al frente el acceso posterior, el remedar del como el jardín exterior, además, se dejó una sola fachada tradicional pero se agregó lo que llamamos quinta fachada (las cubiertas o techos) en el lenguaje arquitectónico”.

Con diversos estudios previos realizados, el arquitecto comentó a CyT que cada una de las características y requerimientos específicos del proyecto se iba cubriendo o mejor dicho, descubriendo: “para desarrollar el diseño y darle forma al espacio que sería habitado fue necesario una profunda observación de la naturaleza. Una observación que nos permitió realizar, como diría Bachelard, una poética del espacio donde el concepto es que desde el interior sea una vivienda-organismo. Así surge Nautilus, casi espontáneamente, nada se impone. Se encuentra la forma en lugar de dar forma; se libera desde afuera; en otras palabras, se intenta ayudar a que las cosas descubran su forma. Aquí la planta arquitectónica es la espiral. Dio la espiral que se fue adecuando en el terreno y para el trazo se dibujó dicha espiral logarítmica”.

El trabajo en maqueta llevó al equipo de proyecto por diferentes cambios hasta que se concluyó que el volumen “pedía” el Nautilus. “Al observarlo desde su boca encontraba el vientre abultado que parecía flotar en el espacio vacío; espacio que al mismo tiempo era volumen. Pensé instintivamente que se podría adaptar al proyecto, aunque me preocupaba que fuera muy forzado y al instante recordé que el cuarto de televisión estaba en esa zona, de tal suerte que podría amoldarlo a la protuberancia del vientre.” Señaló Javier Senosiain.

El arquitecto declara que en ocasiones se pregunta y reflexiona ¿si es la primera vez que ha copiado tal cual un elemento de la naturaleza para adaptarlo a un proyecto? Responde que para él la naturaleza es la mayor fuente de inspiración pero el respeto a la misma consiste en observarla, extraer de ella la esencia, sus principios; Interpretarla no copiarla. Creo que el proceso ha sido interesante, lúdico, divertido... lo mejor, como diría en El Principito, es el proceso del cultivo de la rosa más que el resultado.”

### **Un valioso proyecto arquitectónico**

Al acceder desde el exterior se sube por una escalinata y al pasar al interior del Nautilus a través de un gran vitral se genera una experiencia espacial viviendo la secuencia de un recorrido, en donde ni las paredes, ni el piso, ni el techo son paralelos. Espacio fluido en tres dimensiones que se puede percibir en la dinámica continua de la cuarta dimensión al caminar en espiral sobre la escalinata, con la sensación de flotar sobre la vegetación.

Dos elementos destacan: la sala que emerge del jardín interior y la mesa del comedor que sale del muro. Espacio continuo, amplio, integral, liberador de formas y luces cambiantes que siguen el ritmo natural de los movimientos del hombre.

La vida social de la morada fluye en el interior del Nautilus sin divisiones. Con los muebles como parte misma de la casa, se integran también al ser humano y éste con la naturaleza a través del jardín interior del hogar. Ascende la escalinata en espiral, continúa por el vestíbulo, pasa por la sala de televisión cobijada por el vientre del Nautilus y fluye el espacio hacia arriba de la escalera caracol al estudio desde donde se observa el paisaje montañoso. En la parte posterior del cuerpo orgánico queda envuelta la zona íntima y de servicio: recámaras, vestidores, baños y cocina.

La metáfora buscada es lograr sentirse como un habitante interno del caracol; como el molusco yendo de una cámara a otra, como morador simbiótico de un enorme claustro materno fósil. En el manto del molusco, las glándulas que están localizadas a lo largo de la orilla producen un líquido de carbonato de calcio, el cual endurece la forma de la concha. De algún modo el líquido mezcla cristales en distintas capas que aumenta la fortaleza del exterior de las paredes y un acabado nacarado en el interior.

Análogo a la baba del molusco, el ferrocemento —padre del concreto armado— es un elemento sumamente plástico que permite ser moldeado e incluso esculpido, casi como la plastilina en manos de un niño. El proceso constructivo del ferrocemento es el mortero (arena, cemento) combinado con un esqueleto de varilla de 3/8” colocado en espiral y radialmente cubierto por dos mallas de gallinero una interior y otra exterior.

La cimentación, muros, pisos, techos y muebles trabajan como un cascarón de ferrocemento de 4 a 5 cm. de espesor lo que le da la rigidez estructural es la

Fidelidad con el ideario

El arquitecto Javier Senosiain Avila ha combinado la

cm. de espesor lo que le da la rigidez estructural es la forma total en espiral continua de doble curvatura. En resumen: literalmente, la morada es un gran caracol que estructuralmente trabaja como tal.

Para la ventilación existen dos ductos bajo la tierra, al penetrarlos el aire del exterior se enfría o se calienta conforme a la estación del año; en la época de calor el aire se enfría, y refresca la casa fluyendo por el caracol en espiral; empujando el aire caliente hacia arriba y saliendo por la parte alta del Nautilus. En cambio cuando la temperatura exterior es fría el aire al penetrar por el ducto calienta la casa.

Desde la obra negra los clientes tuvieron interés en que los muros interiores fueran pintados con algún material que diera la apariencia del nácar del Nautilus; para el exterior también insistieron en copiar el patrón de las líneas ocre que tiene el caracol. "Yo no estaba muy convencido porque sentía que era como hacer una escenografía, pero como ellos se identificaron desde el primer momento con la forma, pedí que se maquillara uno de los modelos de maqueta para tener una idea más concreta del acabado. Sigo pensando que en esta obra fue el caracol el que fue determinando la continuidad en cada uno de los detalles formales, estructurales, espaciales o funcionales, pues siempre nos remitíamos al original para encontrar las soluciones a los problemas. Al ver la maqueta me topé con la sorpresa de que era ese el acabado que necesitaba la fachada."

Gran parte de la nueva residencia quedó muy parecido a la forma del Nautilus, aumentándole en la parte baja y al centro un espacio —medio baño— que transmite los esfuerzos del centro del Nautilus al terreno. En la parte alta al centro quedó un estudio y el depósito de agua en forma ascendente terminando en punta.

Durante la construcción el comedor y la sala se reubicaron para obtener mayor superficie verde en el interior; "la sala originalmente se diseñó circular; sin embargo, al ver en un libro en planta el florero ondulado que diseñó Eero Saarinen, pensé que se podría adaptar en el jardín como la sala, lo copié tal cual en la planta arquitectónica y se hicieron pequeñas modificaciones", dice Senosiain. Hoy, los moradores pueden ver parte de su visión formal realizada: el proyecto responde fielmente a la encomienda de construir un lugar estrechamente vinculado a la naturaleza pero al mismo tiempo domesticado por el hombre. La filosofía utilizada por Senosiain es concreta: "el ser humano no debe desprenderse de sus impulsos primigenios, de su ser biológico. Nunca deberá olvidar que proviene de un principio natural y que la búsqueda de su morada no puede desligarse de sus raíces; se debe evitar que su hábitat sea antinatural".

El arquitecto Javier Senosiain Aguilar ha combinado la docencia con el ejercicio profesional y la investigación. Egresó con mención honorífica de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1972. Desde entonces, imparte las cátedras de Taller del diseño y Teoría de la Arquitectura. Desde 1989 a la fecha ha colaborado como sinodal de numerosos exámenes profesionales.

En la actividad profesional ha desarrollado proyectos y construcciones dentro de las cuales ofrece una ventana crítica con la cual pretende contribuir a la creación de espacios más confortables vinculando la tecnología y la naturaleza, para de esta forma generar experiencias singulares dirigidas al encuentro del hogar del hombre.

Gran parte de sus principios rectores de proyecto y construcción que ha explorado para generar su arquitectura están presentes en el libro Bioarquitectura, en donde es posible observar la constante cercanía que se obtiene con ese pasado del hombre —olvidado por la modernidad— dónde el ser humano no es más que integración con los espacios que ocupa.

Temas relacionados

Su opinión

[El arquitecto de la blancura](#)

[El arquitecto que vino del frío](#)

[Gota de Plata](#)

[Problemas causas y soluciones](#)

[El arquitecto que no sabía dibujar](#)

[Vivienda de Concreto](#)

**Artículo Habitar lo orgánico**

- MALO
- REGULAR
- BUENO

Votar

**El sello de Farrater el Castellon de la plana**

**Capacitar y asesorar tarea de primer orden**

**El arquitecto sin adornos**

**Un aeropuero para el siglo XXI**

**1** [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#) [10](#) [11](#) [12](#) [13](#) [\[ siguiente >>\]](#)

Ing. Raúl Huerta: Le saludo y le digo lo siguiente: leo la revista de ustedes desde 1964, con todos los cambios que ha habido, de presentación y diseño que ha tenido en 43 años y quiero felicitarlos porque la revista tiene un alcance internacional y ahora publica obras importantes, no sólo obras de ingenieros sino también de arquitectos destacados de México y del mundo entero, incluso de escultores.

Deseo pedirles, si está a su alcance, publiquen algo de las nuevas siete maravillas del mundo, listado en el que México se vio favorecido con la inclusión de la pirámide de Kukulcán, localizada en Chichén Itzá. Creo que si pueden publicar un resumen de la estructura y sistema constructivo de cada una de ellas. Les agradezco su atención a la presente.

Estoy inscrito con ustedes y su revista me llega mensualmente. Veo también como algo muy importante, los cursos que ustedes organizan periódicamente y he asistido a algunas de las conferencias que publican con anticipación y donde puede programarse su asistencia a ellas.

Atentamente: Ing. Arq. Hugo Zamora Rubio,  
Irapuato, Guanajuato.

*Estimado ing. arq. Zamora Rubio.*

*Nos da mucho gusto el ver que lleva ya usted varias décadas de ser un fiel lector de nuestra revista; esperamos que esta relación lector-CyT continúe por mucho tiempo. Por otro lado, le comentamos que estamos preparando un documento para ser publicado en un número próximo, sobre el tema que usted tan atinadamente nos recomienda. Igual que usted, pensamos que la inclusión de la pirámide de Kukulcán en la lista de las Nuevas siete maravillas, no sólo nos debe llenar de orgullo sino también debe servir para generar nuevas reflexiones sobre su historia, proceso constructivo y principales características. Agradecemos sus palabras y esperamos seguir contando con su lectura mensual de CyT.*

*Los editores.*

---

• **Revisión del documento “Diseño de losas sobre el terreno”**

• **La calidad: un asunto de durabilidad 1a parte**

• **Producción vertical de postes y pilares redondos y huecos de concreto reforzado 2da parte.**

• **Mortero para aplanado y acabados 3a parte.**



PAVIMENTOS

**Revisión del documento “Diseño de losas sobre el terreno”**

Una noticia reciente del Instituto Americano del Concreto (ACI) es que el ACI 360 “Diseño de losas sobre terreno” ahora está revisado y disponible, actualizando la anterior versión de 1992 del documento. Lo que se considera más importante acerca del nuevo documento depende del punto de vista de cada contratista, ingeniero o propietario quienes tienen sus prejuicios acerca de lo que es más significativo. Para ayudarle a descifrar de qué manera el documento actualizado podría ayudarle, he aquí una breve lista de los cambios y adiciones significativos.

- Propósito. El prefacio al documento declara con mayor claridad que los mejores diseños e instalaciones de losas aún se agrietan y ondulan, y esto ha de ser considerado como algo natural en el concreto. La intención es definir características del material para aliviar los problemas de los contratistas y diseñadores sobre los que no tienen control. En la guía de 1992 esta contracción y ondulación se consideraba como un problema a resolver. El miembro del Comité, Joe Neuber, de Neuber Concrete, Kimberton, Pa., piensa que esta es una distinción importante pues los contratistas se ven exonerados de una responsabilidad que no les corresponde.
- Juntas de construcción. El antiguo documento recomendaba que las juntas fueran colocadas cada 24 a 36 veces el espesor de la losa. El nuevo documento señala que el espaciamiento de juntas no exceda los 4.5 m. La suposición es que hay poca información disponible sobre pruebas para la mayoría de los materiales de concreto locales, de modo que las mezclas deben considerarse como “mezclas de concreto de alta contracción” y el espaciamiento de juntas no debe exceder los 4.5 m. (En el ACI 360, véase 5.2- Mecanismos de transferencia de carga).
- Transferencia de carga. Hay ahora una sección completa en el Capítulo 5 de las nuevas guías acerca de la transferencia de carga y dispositivos para la transferencia de carga. Esto apenas se menciona en la versión pasada. Proviene del reconocimiento de que las juntas, con frecuencia, son el primer lugar en donde se requiere mantenimiento, y que la trabazón del agregado no proporciona suficiente transferencia de carga a través de las juntas, especialmente en el caso de pisos industriales. Los diseños cambiantes de los carros montacargas agravan este problema, ya que concentran más y más las cargas y levantan objetos más pesados.
- Barreras de vapor. El uso o la falta de uso de materiales para barreras de vapor y en dónde deben ser colocados se discute mejor en la nueva guía.
- Refuerzo ligero a través de juntas de contracción. Las guías anteriores aconsejaban a los diseñadores y contratistas detener el refuerzo antes de las juntas de construcción, a fin de permitir el máximo movimiento en la junta y para desalentar el agrietamiento a la mitad del panel. La información más reciente está cambiando esta teoría en las nuevas guías.

Las nuevas guías del ACI 360 están en mayor acuerdo con las guías del ACI 302. Si usted es un propietario, ingeniero, diseñador o contratista, necesita estar al tanto de los cambios. Estas nuevas guías representan el

ingeniero, diseñador o constructor, necesita estar al tanto de los cambios. Estas nuevas guías representan el pensamiento del estado del arte. Referencia: Concrete Construction, enero 2007.

## PREMEZCLADOS

### La calidad: un asunto de durabilidad 1a parte

Estamos atrincherados en la época del precio bajo y el Aseguramiento de la calidad (QA: Quality assurance), y uno se pregunta si el QA es lo peor que se ha introducido clandestinamente en la industria del concreto en años recientes. El Aseguramiento de la calidad, en teoría, debería haber mejorado la práctica del concreto, pero, *¿lo ha logrado? ¿O es como el caso del lobo, al que se hace responsable de la seguridad del gallinero? ¿Qué es lo importante para el concreto actualmente? ¿Es la calidad o lo que nos interesa realmente es el desempeño y la durabilidad?* La durabilidad no está teniendo la atención que merece. Las dos principales normas del diseño del concreto se refieren a una vida de 60 años para estructuras y de 100 para puentes; sin embargo, hay sólo una pequeña diferencia discernible, o no la hay en absoluto, en los requisitos de estas dos normas. *¿Se debe esto a que nosotros realmente no sabemos qué es lo que afecta la durabilidad?*

Estas normas reducen los requisitos de durabilidad al grado y al recubrimiento del concreto relacionado con descripciones bastantes amplias del medio ambiente. *¿Es esto suficiente para proveer durabilidad adecuada para un periodo especificado? ¿Qué es lo que entendemos por durabilidad? ¿Es el periodo de tiempo esperado en que la estructura servirá a su propósito de diseño?* El propósito puede convertirse en algo sin sentido y el edificio haber desaparecido, de modo que *¿debe ser el diseño de una naturaleza tal que pueda ser adaptado a un uso nuevo y todavía desconocido? ¿El cliente inicial tendrá deseos de incluir el costo de la adaptabilidad de su edificio para algún propietario futuro?* ¡Yo creo que no! De modo que, *¿cuánto tiempo debe de durar una estructura de concreto? ¿40 años? ¿Una vida reducida afectará la sustentabilidad?*

La mayor parte del concreto en Australia se usa para pavimentos y losas de pisos, y únicamente un pequeño porcentaje para construir estructuras y en aplicaciones de ingeniería civil. *¿Es el concepto de durabilidad algo que debe ser aplicado a todas las estructuras de concreto o sólo a estructuras importantes?, o ¿únicamente a aquellas expuestas a ambientes agresivos?*

En los últimos 50 años ha habido conferencias internacionales dedicadas a la durabilidad. Las primeras se concentraron en la acción de la congelación y sobre cómo mejorar el desempeño en la congelación y deshielo en pavimentos de concreto sometidos a los efectos de las sales descongelantes. Después vino un largo periodo de investigación dedicado al agrietamiento de miembros estructurales y al desarrollo de fórmulas para controlar los anchos de las grietas. La investigación posterior fue dedicada a la corrosión del refuerzo y a la acción de cloruros. Entre estos periodos se estudió el impacto de los sulfatos y el efecto de las reacciones álcaliagregado. Referencia: Brendan Corcoran, miembro vitalicio del Instituto del Concreto de Australia.

## PREFABRICADOS

### Producción vertical de postes y pilares redondos y huecos de concreto reforzado 2da parte.

Vertech Technology fue la empresa encargada de solucionar los problemas listados en el número anterior de CyT. Desde 1989 la empresa Hume Brothers Pty Ild se ha dedicado o continuar la labor tecnológica iniciada por Vertech, basándose en las ideas innovadoras de Graeme Hume y Don Hume. Ambos han tratado los temas de los diseños del acero, el concreto pretensado, el concreto premezclado, el transporte del material, el diseño y los análisis técnicos, así como los diferentes avances tecnológicos. Desde 1992 se dedicaron principalmente a perfeccionar la aplicación de la tecnología a la producción de postes de concreto

dedicaron principalmente a perfeccionar la aplicación de la tecnología o la producción de postes de concreto así como a solucionar los problemas técnicos que se les habían planteado. Durante este tiempo se desarrolló en gran medida la capacidad técnica de la empresa y se registraron patentes importantes a la vez que se preparaban otras que se registrarían más tarde. La aplicación de los sistemas tecnológicos de Vertech se había limitado hasta ese momento a la producción de postes de concreto, aunque también se puede emplear en la fabricación de postes de concreto huecos. Los gastos cada vez mayores que conlleva el desarrollo técnico se cubrieron con el aumento del capital base y con la fundación de la empresa Vertech Hume. El resto del capital se invirtió en la comercialización del sistema.

### **El sistema Vertech**

El sistema es único en el mundo. Se trata de un núcleo situado en el interior y un molde al exterior, que se encuentran fijados verticalmente a un poste de apoyo, que al unirse se tiene una cámara en forma de barra. El poste se fabrica de abajo hacia arriba. La malla de refuerzo se cuelga en la cámara. El concreto se bombea a la cámara y, posteriormente, se comprime de forma que se ejerce la suficiente presión como para sacar el agua sobrante. El molde y el núcleo se pueden separar inmediatamente, ya que el concreto se queda adherido a la malla de refuerzo. Una vez fabricado el poste, éste se transporta desde la estación de producción hasta el sistema de almacenamiento de carrusel situado al lado de la estación y que contiene compartimentos separados en los que se somete al concreto a un proceso de curado al vapor.

### **Posicionamiento en el mercado**

El objetivo esencial de Vertech Hume consiste en fomentar el sistema tecnológico de producción de concreto de Vertech distribuyendo las plantas de producción de postes de Vertech tanto a los nuevos fabricantes de postes como a los que ya existen en el mundo. A los fabricantes se les da permiso para utilizar este sistema tecnológico en determinados sectores. Al mismo tiempo, la empresa continúa con su política de perfeccionamiento continuo de su patente mundial atendiendo a la gran cantidad de derechos de autor con los que cuentan y al amplio conocimiento técnico del que hoy día disponen. Para poder llevar a cabo este proceso de expansión, es necesario que se tengan en cuenta los siguientes parámetros:

- La capacidad de reconocer las nuevas oportunidades que se presenten de contratos de concesión o de compra-venta.
- La cooperación con empresas de suministro eléctrico a la hora de planificar la infraestructura.
- La supervisión del proceso productivo que se lleva a cabo en las empresas de los clientes, especialmente durante las primeras fases de producción.
- El conocimiento y seguimiento de las diferentes propuestas que se planteen con el fin de perfeccionar los sistemas tecnológicos.
- La supervisión de las medidas de protección y confidencialidad.

Referencia: [www.vertechhume.com.au](http://www.vertechhume.com.au)

## **MORTEROS**

### **Mortero para aplanado y acabados 3a parte.**

Acerca del modo y forma de aplicación del revestimiento, cabe decir primero que existen innumerables elementos que pueden sumar o restar al polinomio del fisuramiento del revestimiento. Una de las características a determinar es verificar si el revestimiento se ha aplicado en una capa o han existido varias. En este campo la diversidad de técnicas es infinita según sean las cuadrillas, las áreas regionales e incluso las tradiciones. Pero entre ellas existe una modalidad consistente en aplicar de forma rápida y proyectando con la plana sobre el revestimiento una primera capa de "barrido" o "embarrado" que trata de tapar el área del soporte a revestir. Intentando consolidar una interfase soporte-mortero —que si bien puede tener un cierto significado de confinamiento del área a revestir— puede tener irremediables efectos si ésta se hace con retraso o sin la preparación previa del soporte mediante humectación.

Esa capa fina de barrido se caracteriza por ser delgada en espesor e irregular en el contacto con el soporte, de forma que si éste tiene avidez de captación de agua rápidamente desecara al mortero de barrido (se observa fácilmente por su pérdida de color hidratado); ineludiblemente la capa definitiva del revestimiento se acomete pasado el tiempo en que el albañil ha embarrado toda la superficie a revestir y consecuentemente esta capa última del revestimiento se sostiene sobre la capa embarrada que desgraciadamente ha podido ser desecada dando como consecuencia un revestimientos inconsistente, tendiente al desprendimiento.

Esta patología se observa comúnmente debido a que el mortero de revestimientos puede encontrarse en buen estado a lo largo de todo su espesor mientras que la interfase soporte mortero carece de poder adherente y resistente. Este fenómeno de la capa de barrido y su conexión con el soporte se puede llevar a la aplicación de aplanados multicapas, considerando que cualquier desecación de alguna de ellas, bien sea por succión del soporte o por evaporación superficial, puede dar lugar a una interfase mortero-mortero que elimine la consistencia requerida para dicha unidad de obra.

### **El curado del revestimiento una vez finalizada su aplicación**

En este caso la pérdida del agua de combinación para el conglomerante se “escapa” por evaporación del mortero en contacto con la atmósfera. Para ello existen numerosos ábacos, tablas y expresiones matemáticas que en función de parámetros atmosféricos y del propio mortero evalúan el volumen de agua que se pierde por este fenómeno y en definitiva volvemos a sumar porciones de agua de mezclado y de combinación que el mortero necesita para conformar el material pétreo que requiere la obra. Existen muchas referencias reglamentarias donde se remarca sobre este efecto pernicioso de la evaporación e indican exigencias de curado en los aplanados y revestimientos

Analizadas estas posibles causas, ante la aparición del fisuramiento de un revestimiento ¿cuál es el fenómeno que se produce en el interior del mortero? La respuesta es clara y en función del estado de su interior podremos deducir cuál de las tres causas principales han participado más en el colapso. Si se caminara a lo largo de una sección transversal de una capa de revestimiento en sentido soporte-interior-exterior nos encontraremos con las siguientes zonas:

a) El soporte tendrá pocos componentes hidratados del cemento en el interior de su red porosa, el aspecto exterior del soporte se encontrará liso y con un cierto aspecto de ladrillo sucio. La interfase soporte-ladrillo prácticamente no ha existido.

b) La capa más interna del mortero, la que está en contacto con el soporte, se encuentra con una gran cantidad de cemento anhidro, los componentes de silicatos cálcicos del tipo C, S y C se encuentran presentes de manera significativa en la difracción de rayos X, característicos de que no han evolucionado con la hidratación. Esta capa interna posee además una alta porosidad, más que la de todas las capas que se detectarán a lo largo de la sección transversal del revestimiento. El análisis microestructural descubre claramente los gránulos de partículas de cemento anhidro, la alta porosidad también microestructural así como una composición rica en calcio, silicio, aluminio y hierro, propias del cemento sin hidratar. Se trata, por tanto, de la capa interior del revestimiento encargada de interconectarse con el soporte, creando una superficie poco o nada interrelacionada ni compacta, protagonista de la falta de adherencia que se requiere.

c) A continuación pasamos a una capa interior del revestimiento ya alejada de la superficie del soporte donde se incrementa la densidad del mortero, mejora algo la porosidad y los componentes del cemento aparecen más hidratados.

Sin embargo, el grado de hidratación es realmente pobre respecto del poder potencial que el mortero podría tener; la porosidad se mantiene en el rango alto de lo que debiera ser un buen mortero, observándose los huecos de aire en la pasta cementante y en su interfase con los agregados. Se trataría, por tanto, de un mortero con potencialidad pero pobre en prestaciones. Mejor que el de la capa interna anterior pero pobre en su consistencia.

d) Finalmente se pasa a la capa exterior del mortero, la que se encuentra en contacto con la atmósfera. En este caso tendremos una finísima capa de mortero (inferior al milímetro) de aspecto consistente, resistente y compacto. En esta capa hay componentes hidratados del cemento e incluso componentes asociados con la carbonatación de la portlandita; se identificarán algunos componentes anhidros, baja porosidad, buena interfase con los agregados y en general una pasta cementante formada principalmente por productos de

hidratación. La explicación de esta capa viene formulada principalmente por el efecto que el pulido realiza sobre ésta.

e) Última capa. La aportación del pulido humectado en agua y su efecto de fricción sobre la lámina exterior del mortero confieren en un espesor ínfimo un efecto de compactación y humectación suficiente como para cerrar mejor el poro y aportar una humedad mínima suficiente como para hidratar los compuestos del cemento en esta superficie. Alguna actuación de curado tímido puede favorecer un mayor espesor de esta capa.

El análisis del soporte deberá centrarse en la capacidad de éste para succionar y absorber el agua del mortero. Igualmente deberemos determinar el grado de porosidad accesible al agua en volumen y su densidad. Los valores obtenidos podrán estar o no dentro de los límites marcados por las diferentes reglamentaciones y normas en vigor pero, con independencia de las conclusiones que de ellos se deriven, hay que evaluar el conjunto de agua que vamos restando al mortero. Este tránsito por las capas del revestimiento caracteriza la patología de la contracción. Si a ellas les sumamos los movimientos y tensiones a que van a estar sometidas en la fachada, obtendremos como resultado la "arenización" del revestimiento y su colapso.

*Fuente: Eduardo Navarrete, Cemento Hormigón.*

[Temas relacionados](#)

[Su opinión](#)

#### Artículo Revisión del documento

- BUENO
- MALO
- REGULAR

[Especialización en la ingeniería Mexicana una necesidad](#)

[Cimbras que incrementan la producción](#)



# Un producto comprometido

Juan Fernando González G..

En 1999, Adolfo Aguilar Zínser escribió un fantástico artículo donde despertaba la sensibilidad acerca del grave problema que viven las grandes metrópolis del mundo, particularmente la Ciudad de México, con relación a la falta de agua y la deficiente recarga de los mantos freáticos



◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

Aguilar Zínser decía que “los problemas hidráulicos del Valle de México tienen su raíz en una simple ecuación: por cada tres litros de agua que los capitalinos extraemos del subsuelo, recargamos dos. En otras palabras, estamos liquidando las reservas acuíferas de este valle que otrora fuera una de las zonas lacustres más prodigiosas. Por ello, la ciudad tiene que cubrir su déficit con el traslado de agua desde fuentes cada vez más lejanas por lo que los costos de esa operación alcanzan dimensiones demenciales”. El politólogo explicaba que la Ciudad de México no cuenta y no contará nunca con recursos suficientes para enfrentar con obras públicas su inmenso problema hidráulico. La pronta detección y reparación de fugas, la rehabilitación de pozos, la construcción del acuífero y demás acciones son todas medidas agradecibles, pero no atajan la cuestión toral: el desequilibrio entre la cantidad de agua que la ciudad consume y la que captan sus fuentes naturales de abastecimiento. Ese hecho resulta trágico, si se considera que el Valle de México recibe una precipitación pluvial promedio de 800 milímetros al año, suficiente para cubrir el déficit de líquido y generar remanentes que den estabilidad a nuestros suelos movedizos”, decía. Aunado a esto, en el Distrito Federal, el caudal perdido por la expansión de la plancha asfáltica alcanza la impresionante cifra de 140 mil millones de litros, aproximadamente 44 metros cúbicos por segundo.

## Hay una salida

Hace 12 años se desarrolló un producto que puede ser la solución a la recarga de los mantos freáticos y a las inundaciones que sufre año con año la Ciudad de México. Se trata del aditivo Ecocreto, el arma secreta para la construcción de pavimentos 100% permeables, que está patentado y protegido internacionalmente por el ingeniero Jaime Grau, y los arquitectos Germán Guevara y Néstor de Buen Unna. Esta clase de pavimentos surge de la mezcla de granzón, cemento tipo 1, agua y el aditivo Ecocreto, que forman una pasta similar al concreto hidráulico, tan maleable y resistente como éste. Sin embargo, cuando el novedoso material seca

deja una superficie plana continua, porosa, con gran resistencia a la compresión y a la flexión, de aspecto agradable y con el color de preferencia del cliente. Lo verdaderamente fundamental, es decir, la filosofía de la empresa, es que el agua de lluvia pase libremente al subsuelo y con ello se recarguen los mantos freáticos.

## Concreto permeable

- No lo afectan agentes externos como: hidrocarburos alifáticos, hidrocarburos aromáticos, solventes clorados, metil isobutil cetona, acetato de etilo, isoforona, alcoholes, aceites vegetales, aceites minerales.

- Es resistente a los rayos UV, a la salinidad y a álcalis.

- Resistencia a la compresión: 108 a 300 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

- Resistencia a la flexión: 30 a 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Peso volumétrico: 1,600 a 1,800 Kg/m<sup>3</sup>.

- Permeabilidad: 100%

- Absorción: 20.5%

- Cantidad de agua en 1 m<sup>2</sup> saturado Espesor 6 cm / 13.75 lts.

Espeor 8 cm / 18.00 lts.

### Tecnología de punta

Además de ser tecnología de punta mexicana, tiene todos los rasgos que exige la sustentabilidad pues no contamina el medio ambiente durante los procesos de fabricación y colocación. Algo por demás interesante es el hecho de que el pavimento permeable demolido es reciclable, fácil de hacer con los agregados pétreos de la zona en donde se va a utilizar y un medio de recuperación de los mantos acuíferos de las ciudades que lo apliquen. Ecocreto se presenta como un sistema para la recuperación y aprovechamiento del agua pluvial por medio de pisos y pavimentos porosos, un tipo de concreto hidráulico totalmente permeable, que ayuda a resolver de forma económica y sencilla el problema del agotamiento de los mantos acuíferos, con la ventaja adicional de que se puede utilizar en aplicaciones de uso común como son calles, plazas, banquetas, estacionamientos, centros comerciales, etcétera. El Ecocreto es similar al concreto hidráulico común, pero se fabrica sin materiales finos como la arena, la cual es sustituida por el propio elemento de invención mexicana, el cual reacciona con el cemento, potencializándolo y provocando un rápido aumento de su resistencia durante los primeros minutos de fraguado. El resultado es una mezcla porosa, muy maleable, fácil de usar y colar, de muy alta resistencia a la compresión (más de 300 kg/cm<sup>2</sup>) y una extraordinaria resistencia a la flexión (hasta de 60 kg/cm<sup>2</sup>).

### De viva voz

Los directivos y propietarios de High Tech Concretes, empresa que produce Ecocreto, charlaron con Construcción y Tecnología en torno a su producto, las vicisitudes por las que han pasado, la calidad de su aditivo y la importancia de contar con la experiencia necesaria para hacer de cada obra un trabajo hecho a la medida. El arquitecto Néstor de Buen Unna, socio fundador de la compañía, relata que conoció al ingeniero Grau cuando negoció con él la elaboración de unos postes especiales que aplican en un

### Ventajas de Ecocreto

- Todas las superficies son 100% permeables.
- Se eliminan los charcos y el acuaplaneo de las llantas de los autos.

- Permite la conservación de los microclimas, debido a que la filtración del agua contenida en su interior se realiza lentamente; de esta manera, parte del agua se evapora y hace que se mantenga un ambiente húmedo.

de unas pastas especiales que aplicarían en un edificio que estaba remodelando. En ese tiempo, Grau recibió el encargo de hacer unos adoquines permeables para la delegación Iztapalapa, lo que llamó la atención de Néstor de Buen, quien de inmediato le propuso que se asociaran para explotarlo juntos. Cuando finalmente arrancó el proyecto, 20 meses después del hallazgo, “nos dimos cuenta que para poder construir con un concreto permeable necesitábamos hacer bases permeables para pisos permeables; lo más cercano era el adopasto, que se construye en la forma tradicional. Durante los siguientes meses intuimos y empezamos a desarrollar el sistema constructivo que hoy día usamos”.

Fue en la Expo CIHAC de 1996 cuando se presentó al público Ecocreto. “Ya habíamos registrado la marca y de ahí para acá nunca hemos dejado de invertir en el desarrollo del producto. Todos los recursos que han ingresado, inclusive los que nos iban a tocar a nosotros, los hemos invertido en el desarrollo de tecnología. Por eso, hoy día el producto que estamos manejando tiene mejoras considerables y sustanciales, las cuales han aparecido de un mes a otro, o de un año a otro. Parece increíble, pero el producto que tenemos hoy es más barato que en 1996, con mayor resistencia y velocidad en la aplicación. Hoy podemos decir que hemos construido alrededor de un millón de metros cuadrados de Ecocreto, entre México y Estados Unidos”, asevera. ¡Aguas con los piratas! El arquitecto De Buen comenta que dentro de muy poco iniciarán algunas obras en Costa Rica y en El Salvador, y que en unos días más asistirán a una expo internacional de productos sustentables, en Taiwan, donde el gobierno de ese país les solicitó que presentaran la tecnología de Ecocreto. “Como puede ver, el interés es muy grande porque tenemos el reconocimiento de ser la empresa líder en este terreno; ha habido muchas imitaciones que nos han hecho daño, pero no porque nos roben la chamba, sino porque la gente que las utiliza se decepciona del producto y creen que se trata de Ecocreto, cosa que no es verdad”, explica. El licenciado Alejandro Vázquez Gómez, responsable del área comercial de High Tech Concretes explica que el invento del aditivo podrán ser imitado por alguna persona, pero nadie tiene la experiencia y la investigación en torno al procedimiento de instalación de las bases, “que se puede decir que tiene entre 70 y 80 por ciento de importancia para crear un sistema de pavimento complejo.

En eso hemos invertido mucho, en investigaciones, porque no nada más se trata de decir: ‘ya tengo una mezcla, la instalo y es un concreto permeable’, no, porque en todo esto tiene que ver mucho las resistencias con respecto al desarrollo de las bases, qué tipo de bases son, para qué tipos de obras y en qué tipo de subsuelos. Asimismo, hay que cuidar cómo controlar el agua dentro de las bases, porque si no lo hacemos correctamente puede mermar la resistencia del pavimento; vaya, que cualquiera puede hacer el aditivo o algo muy parecido, pero si no tiene los años y la experiencia estructural en bases, por mejor que sea el pavimento no funcionará como debe hacerlo”, enfatiza.

ambiente húmedo.

- No es más caro que otros pavimentos de concreto.
- Es compatible con otros materiales usados para pavimentos.
- No requiere de mano de obra especializada, ni de maquinaria sofisticada para su instalación.
- La superficie es antiderrapante, pero plana y menos ruidosa que en otros pavimentos.
- Adquiere sus características de resistencia en 72 horas.
- Se puede hacer en varios colores y con distintos tipos de piedra.
- Su base y sistema constructivo es más barato que los tradicionales.
- Se puede fabricar directamente en obra mediante el uso de trompos o revolvedoras para concreto; o bien, se contrata la mezcla en plantas de premezclados de concreto.
- Se puede instalar a mano mediante el tradicional método de colado, aplicando después una vibro compactación con placa, o se puede aplicar con una máquina finisher para pavimentos de asfalto, logrando colocar por día hasta 1,500 m2 por turno.
- Su uso disminuye la inversión en drenajes hasta en un 40% para el manejo de aguas pluviales.
- Es un producto limpio en su aplicación ya que no se deja cascajo ni basura de obra.

### Características técnicas de Ecocreto:

- Se trata de un aditivo semilíquido, no explosivo, no inflamable, no venenoso, especial para la mezcla y fabricación de concretos permeables.
  - Se puede usar como un aditivo para aumentar la resistencia a la compresión y a la flexión en concretos hidráulicos.
- Viscosidad: 1500s 2000 cp. • Densidad: 1,5 a 1,6.
- Proporción de mezclado de cemento por mezclar. 4 a 5% en volumen de aditivo sobre peso
  - Presentación En cubetas de 19 litros y tambos de 200.

### Voluntad política

Ha habido representantes de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal y algunos diputados del Congreso convencidos de los resultados que se obtendrían con el uso masivo del Ecocreto en la Ciudad de México. Como ejemplo, se encuentra el apartado que se le dedicó al Ecocreto en el Informe de actividades de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales ("El Ecocreto, una alternativa para evitar inundaciones"), de la Cámara de Diputados, publicado en la Gaceta Parlamentaria el 24 de octubre de 2005. Antes, en 2003, se consignó en el Diario de debates de la Asamblea Legislativa del

Distrito Federal el siguiente enunciado:

"Se sometió a la consideración de la Asamblea, un dictamen de la Comisión de Uso y Aprovechamiento de Bienes y Servicios Públicos, al Punto de Acuerdo para exhortar al Jefe de Gobierno del Distrito Federal, a que utilice en sus obras Ecocreto". Para fundamentar el dictamen, por la Comisión de Uso y Aprovechamiento de Bienes y Servicios Públicos, hizo uso de la palabra el diputado Marcos Morales Torres. Sin que mediara debate se aprobó el dictamen con 51 votos.

La presidencia instruyó hacerlo del conocimiento del Jefe de Gobierno del Distrito Federal, para los efectos legales a que haya lugar. Estas son dos muestras del interés que ha generado este desarrollo tecnológico en la esfera legislativa, aunque también existe el otro lado de la moneda. Un ejemplo es el de quienes afirman, dice el arquitecto de Buen que "existe la posibilidad de que el agua de lluvia se contamine por la mala calidad de la atmósfera de la ciudad de México, y que esa agua al caer e infiltrarse al subsuelo a través del Ecocreto contaminaría los mantos acuíferos, lo cual me parece una verdadera aberración. Hay autoridades que escucharon esas versiones y no se atreven a tomar la decisión de que el producto se utilice en forma masiva, por lo menos en el Distrito Federal. Si eso fuera cierto, es decir, que hubiera algún nivel de contaminación que pudiera llegar a los mantos, de todas formas nos saldría más barato limpiar esa agua que perderla y no tener los hundimientos que estamos teniendo en Iztapalapa. Pero insisto, pensar así es una aberración. Nosotros, en la Dirección de Obras Públicas, hace 12 años, advertimos que si no se hacía algo la ciudad se iba a hundir".

## Reconocimientos

- Premio Nacional "Al mérito ecológico año 2000", otorgado por la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de la República Mexicana.
- Premio a la Excelencia Ecológica y Ambiental, otorgado por el Movimiento Ecologista Mexicano.
- Greenpeace los distinguió como los descubridores de un pavimento amigo del medio ambiente.

- En agosto de 2000 la Asamblea de Representantes del Distrito Federal emitió un decreto para que se use pavimento permeable en 8 delegaciones de la Ciudad de México, con el fin de crear conciencia de la necesidad de permitir la infiltración del agua al subsuelo.

Alejandro Vázquez Gómez interviene para establecer que es absurdo pensar en que el agua de lluvia pueda contaminar los mantos, “porque eso sería tanto como decir que los mantos acuíferos se recargan con agua potable. Entonces, parecería que la lluvia que cae en los cerros, los jardines o en los terrenos lodosos no está contaminada”, sentencia. La realidad es que si yo pongo asfalto en las calles, a los tres años, en promedio, se deberá reencarpetar; si se pone Ecocreto, transcurrirán tres sexenios en los que nadie podría meter mano para hacer otra obra parecida. Hay muchos intereses cuando se quiere ganar una obra pública, entonces les quitas el negocio”, asevera. “Somos muy competitivos; es más, organizaciones como Wal Mart están utilizando Ecocreto en muchas obras porque sale incluso más barato que el asfalto”, asegura De Buen, quien reitera que “hemos logrado un costo más barato y mayor eficiencia con la nueva fórmula. Cada vez hay más gente preocupada por el tema de la ecología y lo sustentable del producto; de hecho estamos a punto de iniciar una serie de estudios con el Instituto de Ingeniería de la UNAM donde vamos a ver todo lo que hay alrededor del Ecocreto, aunque aclaro que el ingeniero Jaime Grau, quien dirige nuestra planta en Austin, Estados Unidos, hizo todos los estudios con la Universidad de Texas, la cual certificó la calidad de nuestro producto”, concluye.

“Quisiéramos que el lector se quedará con la conciencia de que este es uno de los productos que nos va a ayudar a recuperar el agua de los mantos acuíferos y a prevenir desastres como los que hemos estado viviendo últimamente, dice Vázquez Gómez, “o lo que pasó con el temblor, cuando la cantidad de edificios que se cayeron fueron, en parte, a consecuencia de que el subsuelo perdió elasticidad y no necesariamente porque estuvieran mal construidos”, finaliza.

[Temas relacionados](#)

[Su opinión](#)

[Hacia un Concreto Ecológico](#)

[La construcción y los aspectos ambientales](#)

[Cemex 100 años construyendo](#)

[Festeja Cemex 100 años](#)

**Artículo Un producto  
comprometido**

- MALO
- REGULAR
- BUENO

[Votar](#)





principal imprimir enviar a su agregar a un amigo opinión favoritos

◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

## Una nueva masilla

Nueva en la gama de Beele Engineering es esta masilla de sellado NOFIRNO, la cual puede emplearse en los acabados ignífugos e impermeables de los sistemas de sellado de pasos de cables y tuberías. La masilla se caracteriza por su excelente adherencia y viscosidad por lo que se puede trabajar con este producto sin problemas, por encima de la cabeza.

Esta masilla, de color ocre, es resistente a los rayos UVA y al ozono, y sumamente resistente a las consecuencias negativas de diferentes condiciones climatológicas y térmicas. Aunado a esto, la masilla NOFIRNO no contiene halógenos ni se endurece o envejece durante su vida útil. Tras endurecerse, la masilla tiene una dureza de 60 Shore A, por lo que puede soportar cargas de presión excepcionalmente altas.

La masilla no se consume por el fuego, no se contrae y tras su exposición al fuego forma una capa protectora. Es apta para su aplicación en un amplio campo de temperaturas, de -60°C a +180°C, permitiendo su uso en condiciones árticas en aplicaciones de vapor.

El producto es suministrado en tubos de masilla de 310 ml y se aplica con pistola. Tras aplicarla, la masilla se remata con un paño húmedo o con la mano mojada. La capa superior de la masilla se endurece en dos horas máximo.

Mayores informes: [info@beele.com](mailto:info@beele.com)  
[www.nofirno.com](http://www.nofirno.com)



## Un líder indiscutible

Kohler Co., es líder mundial en la tecnología de productos para baños y cocinas; presenta varios productos de bajo consumo para aplicaciones residenciales y comerciales, con el fin de establecer aún más su liderazgo industrial en productos de plomería de alto rendimiento que ahorran agua.

Hoy, la empresa aumenta su poderoso sistema de descargas de desechos sólidos Class Five —que ofrece a una familia de cuatro componentes, ahorros de agua de hasta 7, 570 litros de agua al año al seleccionar la descarga opcional de 5.3 litros. Aunado a esto, Kohler presenta los urinarios sin agua Steward, de uso comercial en los que se puede ahorrar hasta 55.000 litros de agua



En los que se puede ahorrar hasta 60,000 litros de agua por urinario al año, comparado con un urinario estándar de 5.3 litros.

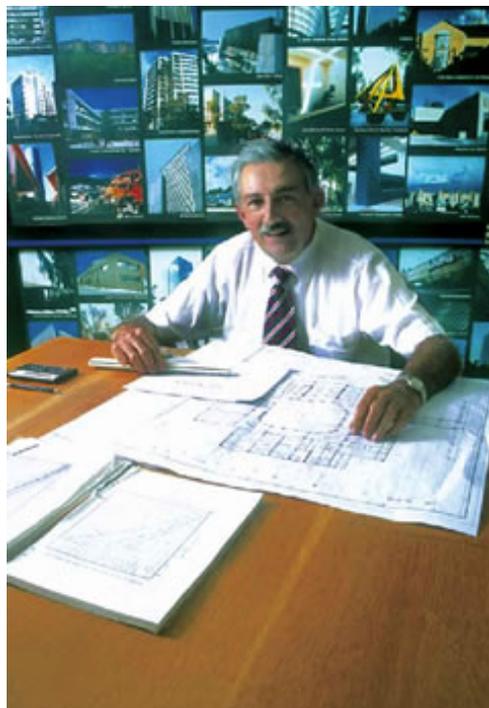
Cabe decir que los mingitorios Steward de operación en seco de esta marca fueron diseñados para ofrecer un rendimiento sobresaliente y, al mismo tiempo, permitir que los usuarios de uso comercial puedan potencialmente ahorrar miles de litros de agua. Además, su geometría no sólo brinda un diseño fresco sino también elimina las salpicaduras.

Mayores informes: [www.kohler.com](http://www.kohler.com)



## El cálculo de la modernidad

Gregorio B. Mendoza.  
Foto: A&S Photo/Graphics.



Con carácter analítico y una buena dosis de sarcasmo, el ing. Raúl Izquierdo enfrenta aquellas realidades infortunadas que vivimos: Habla de la ciudad, de los arquitectos que afirman construir su nuevo perfil, y de aquellos que dicen serlo aunque sólo tienen lo necesario para ser estigmatizados como promotores de sueños.

Al ingeniero Raúl Izquierdo le preocupan muchas cosas, entre ellas, la falta de “realismo” con que algunos edificios son proyectados emulando la estilización de otras urbes extranjeras; la escasa capacidad de diálogo que pueden tener los arquitectos y, sobretudo, la carencia de objetividad ante una actividad que debería de tener como principal premisa la satisfacción y seguridad de usuario: la arquitectura. Él es un ingeniero que a pesar de su vasto conocimiento, sigue buscando fuentes de aprendizaje que lo hacen recordar el por qué definió esta disciplina como su forma de vida.



principal imprimir enviar a galería de su agregar a  
un amigo imágenes opinión favoritos

◀◀ Página 1 de 1 ▶▶

### Siendo ingeniero...

“Mi padre es ingeniero civil; empezó a trabajar en 1942 y todavía sigue haciéndolo. Esto de alguna manera marcó una influencia en mi decisión por estudiar ingeniería, aunque otra parte elemental fue encontrar en las materias que tenían una gran carga matemática mi principal interés académico: en verdad mi única duda consistió en el bachillerato ya que me atraía demasiado la química. Yo siempre supe que terminaría siendo Ingeniero”. Con tres hermanos, de los cuales ninguno estudió algo vinculado con la profesión de su padre, reconoce que es muy claro que más que presión por estudiar la carrera, logró definir su vocación a tiempo y entonces comenzó a trazar su propio camino. “Recuerdo que trabajé algunas veces aquí en la oficina como dibujante; también que el primer proyecto que dibujé lo realicé entre el segundo y el tercer semestre de la preparatoria, en 1971 (fue un proyecto en Tabasco). Después de casi un año en la oficina, empecé a adentrarme en los cálculos y entonces entré a la Universidad Iberoamericana; la UNAM estaba en huelga y ésta duró ocho meses; por ello hice mi examen de admisión en la Ibero y después de haber entrado, a los

dos meses la huelga se levantó. Pensé que era importante darme cuenta si estaría cómodo en la universidad que me había aceptado... así fue y de esa forma seguí hasta culminar mis estudios, pertenezco a la última generación de la Universidad Iberoamericana incorporada a la UNAM”.

una nueva generación de la Universidad Iberoamericana incorporada a la estructura.

### **No tenía el hígado para ser contratista...**

Poco tiempo después, comenzaría a incorporarse a otras áreas que aunque lo enriquecieron, también lo enfrentaron a situaciones que no le fueron del todo agradables pero que hoy, forman parte del anecdotario: “Estuve un tiempo en elevadores OTIS haciendo algunas cuestiones de ampliaciones para oficinas; ahí entendí que no tenía el hígado para ser contratista y eso me sirvió para obtener una formación más integral. Finalmente, comencé mi práctica en el campo de la ingeniería estructural, que es a lo que me he dedicado desde 1977. Ya son treinta años”.

### **Depurarse como ingeniero...**

“Quizás, simplemente me tocó la ventaja de todavía tener que trabajar con la ingeniería estilo clásico o antiguo ya que había muchos métodos manuales, pero nada más. No había computadoras, entonces debías aprender muchos métodos gráficos para resolver problemas reales. Para mí el trabajo comenzaba a tomar sentido porque revisábamos proyectos de otras personas —nuestra oficina era asesor de lo que hoy es Banobras—, entonces se examinaban esos proyectos, que eran por ejemplo: terminales de autobuses, rastros, mercados municipales, etc. Ellos mandaban sus proyectos y nosotros los revisábamos. Yo estuve encargado en revisar aproximadamente doscientos de ellos. Como cada método y sistema de trabajo era diferente; fue algo interesante el entender qué habían hecho, qué querían hacer, ver si se habían equivocado o no y sobretodo, conocer los reglamentos para ver si se aplicaron bien, para sólo entonces poder dar un juicio suficientemente profesional”.

### **Ha evolucionado la ingeniería estructural...**

La evolución ha sido un proceso constante, afirma Raúl Izquierdo; asegura que hay que adaptarse rápido a las exigencias que el mismo mercado presenta. Acerca de esto nos comenta que en aquellos tiempos —ya en la década de los ochenta— empezó el uso de la computación como un servicio externo: “uno contrataba empresas o ingenieros que se dedicaban a hacer análisis estructurales por computadora porque no se tenía acceso a las computadoras tan fácilmente; se tenían que usar computadoras enormes que poseía la UNAM o constructoras grandes.

En la oficina empezamos a manejar el cómputo y compramos programas que eran de muy poca capacidad se podían resolver marcos rígidos de siete y ocho pisos con cuatro crujías y eso se tardaba en resolver en un aproximado de 30 minutos, siendo los elementos a analizar muy elementales, si éstos no se resolvían así se resolvían con métodos manuales y demás, lo cual implicaba mucho tiempo. Para la ingeniería estructural fue un gran avance que se intensificó con el uso de las computadoras personales ya que poseen una capacidad mucho mayor; éstas resolvían hasta 50,000 ecuaciones simultáneas en unos 3 ó 4 min. Lo más interesante es que con el uso de las computadoras también tuvo que ver el cambio de geometría de los espacios arquitectónicos.

Si acotáramos los problemas que sufrieron los edificios en 1985 podríamos nombrar que había una arquitectura más de vanguardia con influencias europeas que, por ejemplo, a nivel estructural utilizaban unas columnas que se alzaban en ciertos niveles derechas y de repente se bifurcaban en la siguiente planta; estos eran elementos que con los métodos manuales no se podía resolver bien, no había manera de hacerlo. Esas cosas se resolvían en muchos de los casos de acuerdo al sentimiento y experiencia del ingeniero”.

### **Arquitectura e ingeniería...**

“Yo creo que siempre la arquitectura ha ido adelante a la ingeniería estructural; o sea, siempre ha habido unas cosas que se salen de lo común y generan elementos que hay que construir de alguna manera. Entonces las primeras ejecuciones salen de la inspiración de los ingenieros y hasta después se van documentando, generando nuevos métodos para lograr una mayor estilización. Así sucedió, por ejemplo, con los paraboloides hiperbólicos”.

### **Su trabajo estructural de la mano del concreto**

### Su trabajo estructural de la mano del concreto...

“México es un país de concreto, desde nuestras culturas prehispánicas —donde comenzaban a utilizar piedra y argamasa. La respuesta del por qué es muy simple: es un material natural, los albañiles saben trabajar y realizar más cosas de concreto que de sistemas alternativos y sobretodo que hay detrás de él una evolución constante que ha permitido generar toda una tecnología del concreto. Hoy podemos encontrar una serie abundante de agregados, aditivos y complementos especiales que permiten utilizar este material prácticamente bajo cualquier exigencia que se requiera; con él puedes controlar sanidad, salinidad, estilización arquitectónica, en fin sus cualidades son abundantes”.

A tres décadas de haber comenzado su carrera en el campo estructural reconoce que a pesar de los innumerables proyectos en los que ha participado (Corporativo Calakmul, Museo del Niño, Villa Olímpica, Terminal 2 del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México, etc.) han existido algunos que lo han marcado de manera importante por cuestiones específicas. Uno de ellos fue el edificio de la Bolsa Mexicana de Valores en el Paseo de la Reforma; ha sido el único caso en el que me tocó trabajar en el anteproyecto estructural aproximadamente unos tres o cuatro meses de trabajo en esta etapa; lo más interesante vendría después ya que era una solución muy particular, se trataba de un edificio edificado previamente, tenía cinco niveles construidos, se había suspendido la construcción

y la habían vendido. Cuando comenzamos a trabajar ocurrieron los sismos de 1985, entonces tuvimos que trabajar con el reglamento de emergencia del 85 que era mucho más severo en las cuestiones sísmicas que el de 1976, y una de las condiciones era el no demoler lo que ya había o demoler lo mínimo posible, entonces teníamos que balancear lo que ya había de cimentación construida, eran aproximadamente 500 pilotes y ya no se podían poner más, entonces tuvimos que quitarle cerca de 10,000 toneladas de peso del proyecto original para no tener que ponerle más pilotes y de ahí fueron saliendo los niveles finales que el edificio tendría, fue algo muy interesante el generar un edificio que fuera lo más grande y espectacular posible como nos los pedían”.

Hoy, su oficina cuenta en su historial con más de 2, 000 proyectos resueltos con los que se ha afianzado no sólo a nivel nacional sino en algunos casos llegando con soluciones a Canadá y Estados Unidos. Sobre la obligación y compromiso de la ingeniería estructural en nuestro país enfatiza que mientras no haya inversionistas o universidades interesados en desarrollar tecnología apropiada a las condiciones específicas del país, estaremos detrás de países que invierten constantemente en la generación de nuevas geometrías que posteriormente son empleadas para generar los edificios más destacados del orbe. “yo creo que ha habido una separación que no debería de existir entre la parte práctica de los proyectos con la parte de investigación; sin embargo, apenas se ha comenzado en México a generar estudios sobre ciertos materiales empleados, como el tabique a nivel de vivienda fomentados por el Instituto de Ingeniería, falta mucho por hacer, el mejor campo de estudio podría ser la Ciudad de México, sus condiciones son de alto nivel ingenieril y esta profesión requiere responder a sus necesidades con un alto sentido de la responsabilidad y la ética.

**Temas relacionados**

**Su opinión**

[El arquitecto de la blancura](#)

[El arquitecto que vino del frío](#)

[Gota de Plata](#)

[Problemas causas y soluciones](#)

[El arquitecto que no sabía dibujar](#)

[Vivienda de Concreto](#)

**Artículo El cálculo de la modernidad mexicana**

- BUENO
- MALO
- REGULAR

**Votar**

**El sello de Farrater el Castellon de la plana**

**Capacitar y asesorar tarea de primer orden**

**El arquitecto sin adornos**

**Un aeropuero para el siglo XXI**

**1** [2](#) [3](#) [4](#) [5](#) [6](#) [7](#) [8](#) [9](#) [10](#) [11](#) [12](#) [13](#) [\[ siguiente >>\]](#)

# Un gran apoyo a Xilitla

*Gabriela Célis Navarro*

La joya en concreto de la Huasteca potosina: la onírica Xilitla de sir Edward James —es decir, lo que se conoce como El Castillo y Las Pozas—, creación de este excéntrico inglés que decidiera hacer de la selva su casa a mitad de siglo XX, hoy está protegida no sólo por un decreto que recientemente declaró a estos conjuntos Patrimonio Artístico, Arquitectónico y Cultural del estado, sino por la conformación de la Fundación Xilitla, la cual invertirá —según se informa en el boletín de prensa enviado a diversos medios de comunicación— 60 millones de pesos para el rescate y conservación arquitectónica de esta extravagante obra proveniente de la mente de James y de un puñado de gente entusiasta que lo siguió haciendo realidad lo que en su mente se generaba.

La Fundación Xilitla está presidida por Roberto Hernández, presidente del Consejo de Administración de Banamex, Robert Pulley, director del colegio inglés West Dean —una de las escuelas de restauración más importantes del mundo y que forma parte de la Fundación Edward James—, Carolyn Egremont, miembro de Edward James Foundation y Lorenzo Zambrano, director general de CEMEX. Se menciona que además de conservar y rescatar este espacio natural-arquitectónico sui generis, la Fundación Xilitla buscará hacer más dinámica la economía de la región a través del turismo.

Como sabemos —y se dio cuenta en diciembre de 2005 en Construcción y Tecnología—, Las Pozas es un lugar donde James, con una imaginación desbordada y contagiosa, proyectó una serie de estructuras que los fanáticos de los estilos denominan “surrealistas” pero que, al verlas en su contexto natural —la desbordante y exótica Huasteca— muchas de éstas piezas esculto-arquitectónicas más bien parecieran hiperrealistas pues baste ver las flores y plantas de la región para descubrir que Edward James lo único que hizo fue expresar en concreto lo que sus ojos veían.

Durante décadas, el noble inglés trabajó en la conformación de más de 30 estructuras en concreto, dispersadas en plena sierra y conectadas con infinidad de escalera; con esta labor, se sabe, dio trabajo a más de 60 familias. Hoy, esta ensoñación en concreto queda protegida de uno de sus más fuertes depredadores: la misma naturaleza en que se encuentra. La obra de James en Xilitla es, sin lugar a dudas, uno de los monumentos al concreto artístico más extraordinarios no sólo de México sino del mundo entero. Por lo cual, resulta un hecho gozoso el que la gran concretera CEMEX, voltee los ojos a proteger tan invaluable documento arquitectónico el cual, hasta hace poco tiempo, subsistía gracias al gran empeño que la familia Gastélum —cuyo padre, Plutarco Gastélum Esquer fuera amigo y dueño de los terrenos, al ser James extranjero— ha puesto por mantener en buen estado tan compleja obra de arte.



Foto: A&S PhotoGraphics



---

**Artículo Un gran apoyo a Xilitla**

- REGULAR
- BUENO
- MALO

Votar



## • Un colega sureño

Si desea adentrarse un poco en la forma en que la industria del cemento se desarrolla en el sur del continente americano, lo invitamos a que conozca la página web del Instituto Colombiano de Productores de Cemento (ICPC), el cual es una entidad gremial que fuera fundada en 1973 por los productores de cemento de ese país con el propósito de fomentar el desarrollo de la industria. Para lograrlo realiza, entre otras actividades, programas promocionales, de asistencia técnica y, obviamente, gremiales, siempre velando por el uso del cemento y de sus aplicaciones, a través de distintas tecnologías.



[www.icpc.org.co](http://www.icpc.org.co)

En la página web del ICPC usted podrá encontrar información general del Instituto, una lista de las publicaciones que tiene a la venta esta organización, información sobre el Centro de documentación de este instituto, estadísticas mensuales, semestrales y anuales, entre otras cifras, así como noticias diversas, entre otras cosas que podrá encontrar. También por medio de la página, podrá suscribirse al Boletín que genera este Instituto con lo cual se mantendrá informado del estado del sector en ese país.

## • Una red de trabajo

La página Concretenetwork.com —la cual viene en inglés— brinda al visitante virtual valiosa e interesante información sobre el mundo del concreto. En ella, podrá hallar, por ejemplo, un gran directorio de productos y servicios —en Estados Unidos y Canadá— relacionados con el concreto; en este sentido, puede encontrar la forma de contratar servicios para especialidades como: concreto coloreado, reparación de cimientos, concreto estampado o mobiliario en concreto, sólo por mencionar algunas. Destaca de esta página la variada información documental que brinda tanto sobre el uso del concreto al exterior como al interior.



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

Por su parte, la revista Concrete expressions puede ser consultada desde esta web. Cuenta además con una sección de ventas —poniéndose en contacto con el autor— a través de la cual se pueden adquirir libros especializados. Fs. en resumen una página bastante completa, acerca del mundo del cemento y del

especializados. Es, en resumen, una página bastante completa, acerca del mundo del cemento y del concreto que resulta no sólo efectiva para nuestros vecinos del norte.

**Su opinión**

**Artículo Exitos administrativos y un recinto para la construcción**

- MALO
- REGULAR
- BUENO

Votar