

ARQUITECTURA • Concreto laminar al extremo

QUIÉN Y DÓNDE • Comunicando arquitectura

ESPECIAL • 40 años de arte urbano en concreto MEJOR EN CONCRETO • Soluciones para grandes claros

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

Octubre 2008 Núm. 245

www.imcyc.com

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

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

\$45.00 ejemplar

Un nuevo
Campus del
TEC

Un mes muy especial

Con enorme expectativa y emoción esperamos a que llegue la fecha, a fines de octubre, en la cual tendrán lugar los Premios Obras CEMEX. Año con año, la cementera los entrega a lo mejor de la arquitectura, la ingeniería y la construcción tanto a nivel nacional como internacional. Estos reconocimientos, sin lugar a duda, sirven a manera de espejo, pues reflejan el estado en que se encuentra la construcción en nuestro país y en algunas regiones del mundo. A todos los que compiten en este importante premio, les deseamos la mejor de las suertes.

Finalista de este concurso, es precisamente la obra que presentamos de Portada: el *Campus* recientemente inaugurado del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (TEC), ubicado en Cuernavaca, Morelos. Se trata de una obra de carácter monumental que no sólo es bella, sino que además muestra un interesante compromiso con el medio ambiente.

Por otro lado, en esta búsqueda continua por establecer sinergias con otras entidades, el IMCYC da cuenta al interior de la revista, del importante convenio que recientemente firmó con la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), en especial con el Sector Industrial de la Construcción, donde se encuentran numerosas empresas de las ramas del concreto premezclado, la tubería de concreto reforzado; así como las de productos de concreto prefabricado y presforzado. Seguramente este convenio nutrirá de manera substancial a ambas entidades y apoyará aún más al ramo de la construcción en México. **c**

Los editores

PORTADA 16

Un nuevo Campus del TEC

El nuevo *Campus* del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, en el área conurbada de Cuernavaca, muestra su espléndida arquitectura en un entorno típicamente morelense.

Foto: Cortesía ITESM.



EDITORIAL	2
Un mes muy especial.	
NOTICIAS	6
Asamblea anual.	
IMPORTANTE	10
Firma de convenio.	
POSIBILIDADES DEL CONCRETO	12
Prefabricados: Diseño térmicamente eficiente con prefabricados (Segunda parte).	
Premezclado: El brazo fuerte del concreto (Segunda parte).	
Bloques de concreto: Innovadores diseños.	
Tubos: Corrosión en pozos de visita de concreto.	
INGENIERÍA	22
Concretos de ultra alto desempeño.	

TECNOLOGÍA	26
Concreto premezclado vs Concreto hecho en obra.	
ARQUITECTURA	30
Concreto laminar al extremo.	
SUSTENTABILIDAD	44
Bloques de concreto muy sanos.	
QUIÉN Y DÓNDE	48
Comunicando arquitectura.	
INFRAESTRUCTURA	52
Pisos industriales de primer mundo.	
ESPECIAL	56
40 años de arte urbano en concreto.	

CONCRETO VIRTUAL	60
MEJOR EN CONCRETO	62
Soluciones para grandes claros.	
PUNTO DE FUGA	72
La prehistoria renace en concreto.	

PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto-método de prueba (Primera parte).

67



imcyc

**INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y DEL
CONCRETO AC**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

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

Tesorero

Arq. Ricardo Pérez Schulz

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez
Dávalos.

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

**Gerencia de Difusión
y Publicaciones**

Lic. Abel Campos Padilla

Gerencia de Enseñanza

Ing. Donato Figueroa Gallo

**Gerencia de Relaciones
Internacionales y Eventos
Especiales**

Lic. Soledad Moliné Venanzi

**Gerencia de Promoción
y Comercialización**

Lic. Gerardo Álvarez Ramírez

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

**CONSTRUCCIÓN
Y TECNOLOGÍA**

REVISTA

Editor

Lic. Abel Campos Padilla

Coordinación General

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

Arte y Diseño

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

Colaboradores

Greta Arcila, Julieta Boy Oaxaca,
Gabriela Célis Navarro, Fernando
González, Mireya Leal, Gregorio
B. Mendoza, Victoria Orlaineta,
Antonietta Valtierra, Santiago
Quesada (corresponsal en España)

Fotografía

A&S Photo/Graphics, Luis Gordoia,
Adán Gutiérrez, Juan Antonio Lopez,
Luis Méndez, Alberto Moreno

Publicidad

Lic. Carlos Hernández Sánchez
Tel. (01 55) 53 22 57 57
chernandez@mail.imcyc.com
Lic. Eduardo Pérez Rodríguez
Tel. (01 55) 53 22 57 58.
eperez@mail.imcyc.com

IMCYC es miembro de:

FIP
Fédération Internationale
de la Precontrainte.

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

PTI
Post-Tensioning
Institute.

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

SMIE
Sociedad Mexicana de
Ingeniería Estructural.

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

PCI
Precast/Prestressed
Concrete Institute.

FICEM
Federación Interamericana
del Cemento.

CARTAS

Les mando un saludo. ¿Me pueden informar cómo se mide la eficacia del curado? Gracias.
Jacinto Rodríguez

Estimado Jacinto: El control de la humedad en el concreto recién mezclado garantiza que las propiedades deseadas se van a alcanzar y que se minimiza la posibilidad de agrietamiento por contracción plástica. Las pérdidas de evaporación que sobrepasan un nivel crítico (0.5 kg/m²/h) pueden causar agrietamiento antes del fraguado inicial. Con base en la velocidad del viento, en la temperatura ambiente y del concreto y en la humedad relativa, se puede estimar la rapidez de evaporación usando un nomograma que aparece en las normas ACI 308 y ACI 305R. Si se supone que el grado de humedad es el adecuado, la resistencia del concreto en la estructura se puede estimar

mediante un índice de madurez que relaciona el tiempo y los incrementos de temperatura en el concreto de campo, con la resistencia de cilindros de la misma mezcla de concreto determinada antes de las operaciones de colocación. Por otro lado, se pueden tomar corazones de la estructura para asegurarse de que las propiedades específicas se han alcanzado. La observación visual de la superficie de concreto podría indicar si se ha presentado agrietamiento debido a la falta de un curado adecuado. Esperamos haber respondido tu pregunta. **C**

Nota: Si desea ponerse en contacto con los editores, hágalo al correo electrónico: loseditores@mail.imcyc.com

Asamblea anual

El pasado 28 de agosto se llevó a cabo la Asamblea Anual del American Concrete Institute (ACI), Capítulo Centro y Sur de México en las instalaciones del Centro Asturiano, ubicado en la colonia Polanco, de la Ciudad de México. Entre el programa de actividades tuvo lugar el cambio de Consejo Directivo donde se anunció que el ing. Felipe de Jesús Gómez Sánchez, sustituye en la presidencia al ing. Felipe de Jesús García Rodríguez.

También la ocasión sirvió para rendirle un merecido homenaje al dr. Sergio Manuel Alcocer Martínez de Castro, Secretario General de la Universidad Nacional Autónoma de México, en reconocimiento a su brillante trayectoria laboral y por sus excelentes logros profesionales, en los que incluye sus valiosas aportaciones al ACI.

Cabe decir que en nuestro país, fue el 17 de agosto de 1990 cuando un grupo entusiasta de profesionales destacados en el ámbito del concreto, encabezados por los ingenieros Víctor M. Pavón Rodríguez, Alejandro Graf López y Amílcar Galindo Solórzano, logra



El ing. Felipe de Jesús Gómez Sánchez, acompañado de su esposa Rita María.

conformar legalmente la "Sección Ciudad de México del ACI". A partir del 3 de febrero de 1994, y gracias al trabajo en equipo de directivos, socios individuales e institucionales, se extiende la operación territorial, logrando que ACI Internacional los reconozca oficialmente como "Sección Centro y Sur de México." **C**

Con información de: ACICD.



Momento en el que el ing. Felipe de Jesús Gómez Sánchez dirige sus primeras palabras como Presidente del Capítulo ACI.



El dr. Sergio Manuel Alcocer Martínez de Castro, Secretario General de la Universidad Nacional Autónoma de México, momentos después de recibir su reconocimiento.

Fotos: Cortesía ACICD.

Entrega de premios

Por séptimo año consecutivo, la Fundación Nuevo Periodismo Iberoamericano (FNPI) y CEMEX reconocieron una vez más a los periodistas latinoamericanos con el Premio Nuevo Periodismo CEMEX+FNPI. Este año la ceremonia fue realizada el 2 de septiembre en el Museo de Arte Contemporáneo de Monterrey (MARCO), Nuevo León. Ahí, el periodista español Iñaki Gabilondo recibió un homenaje por su trayectoria dentro de la radio y por sus 40 años de labor social en el periodismo. Asimismo, fueron premiados los mejores trabajos de: reportaje escrito y fotorreportaje en Iberoamérica, además de ser reconocidos cuatro trabajos periodísticos en la categoría abierta por el Forum Universal de las Culturas.

La selección de los ganadores fue hecha por la FNPI; su presidente, Gabriel García Márquez y Lorenzo Zambrano –director General de CEMEX– entregaron los premios a Cristóbal Peña, del Centro de Información e Investigación Periodística de Chile, por su reportaje sobre la biblioteca del general Augusto Pinochet. La argentina María Eugenia Cerutti, colaboradora de la Revista *Viva*, del Diario *Clarín* y de la Revista *Etiqueta Negra*; también recibió el mismo reconocimiento por un fotorreportaje sobre los problemas causados por torres de alta tensión en un barrio de Buenos Aires.

Los ganadores de la categoría de Premio Forum Monterrey 2007 fueron: Inés Calado, de TV Globo, en la categoría de Conocimiento; Carol Joyce Schohiet, de la Televisión Nacional de Chile, en el área de Diversidad Cultural;

la colombiana Natalia Acevedo de Tele Antioquia, en la sección de Paz, y Marcelo Canellas, de TV Globo, en Sustentabilidad. Cabe decir que en la ceremonia estuvieron presentes, entre las más de 400 personas, el gobernador del estado, Natividad González Parás, Mercedes Barcha –esposa del Nóbel colombiano– y Nina Zambrano, titular del MARCO, entre otras personalidades. Al final del evento, González Parás entregó a García Márquez un reconocimiento por sus 60 años como periodista. ©

Por Antonieta Valtierra, con información de CEMEX.
www.milenio.com y www.vanguardia.com.mx



Foto: Cortesía CEMEX.

GCC entre las 100 exportadoras

Tres empresas chihuahuenses destacan en el ranking de las 100 Exportadoras e Importadoras en México, de acuerdo a un análisis elaborado por la revista *Expansión*. Entre ellas está la cementera Grupo Cementos de Chihuahua (GCC), Interce-

ramic –productos para pisos y recubrimientos–, y Grupo Accel, empresa dedicada a la logística y transporte. GCC comandada por Federico Terrazas Torres, ocupa el lugar 84 en el grupo de las 100 exportadoras en el 2007. Con excepción de Grupo Accel, que tuvo un aumento de 10.9% en la

variación de sus importaciones en 2007 en relación a las registradas el año anterior. GCC e Interceamic reportaron una disminución de 1.0 y 17.1 %, respectivamente. ©

Por Antonieta Valtierra, con información de www.diario.com.mx

Entrega viviendas en Tabasco

Holcim Apasco, en conjunto con Fideicomiso PROVIVAH, entregó 438 viviendas a familias de escasos recursos en Villahermosa, Tabasco. Todo esto como parte del compromiso de la empresa con la reconstrucción del estado tras la devastación dejada por las inundaciones del año pasado. En la entrega estuvieron presentes el Presidente de la República Mexicana Felipe Calderón Hinojosa; el gobernador del estado de Tabasco, Andrés Granier Melo y directivos de la cementera. Gustavo Gastélum, director de Relaciones y Comunicaciones Externas de Holcim Apasco, expresó: "Con la entrega de estas casas, materializamos las promesas de apoyo a los tabasqueños y contribuimos a mejorar la vida de las familias mexicanas más necesitadas". Una vez más Holcim Apasco apoya en el saneamiento y reconstrucción de hogares en comunidades de escasos recursos, apoyado en la alianza formada con PROVIVAH que comenzó en el 2003, después



de que un fuerte terremoto afectó el estado de Colima. Desde entonces y hasta la fecha, la cementera ha contribuido a construir más de 5 mil casas en los estados de Guerrero, Colima, Chiapas, Veracruz y Tabasco; beneficiando a alrededor de 25 mil personas de escasos recursos. **C**

Por Antonieta Valtierra, con información de <http://ve.invertia.com>



Foto: Cortesía Cushman & Wakefield México.

En un punto coyuntural...

En la Ciudad de México, donde convergen las avenidas Paseo de la Reforma e Insurgentes, se está construyendo "Punta Reforma", un edificio de oficinas que sus edificadoras Grupo Moraval –empresa desarrolladora de oficinas en España– y Almena Desarrolladora, pretenden convertir en icono de la ciudad, e inclusive inaugurarlo en noviembre de 2010.

Iniciando el mes patrio, Cushman & Wakefield, firma de servicios en bienes raíces y quien está encargada de comercializar el inmueble, informó que la inversión total asciende a \$170 mdd, cantidad con la que será erigida la torre de 36 niveles (con 40,587m² rentables); de ellos 24 serán de oficinas, siete sótanos y nueve niveles superiores destinados a estacionamientos (con capacidad para más de 1,450 autos). Habrá también locales comerciales en planta baja. Tendrá 15 elevadores y escaleras eléctricas que conectarán la planta baja con el lobby principal. La cimentación y estructura

Lazos familiares

CEMEX dio a conocer a fines de agosto de 2008 que mediante un programa de índole social está apoyando la construcción de infraestructura comunitaria en materia de salud, educación, vivienda y mejoramiento urbano en instalaciones de la Casa para Ancianos Monte Carmelo A.C., en Nuevo León.

Dicho apoyo forma parte de uno de sus programas de responsabilidad social empresarial, en este caso es "Lazos Familiares" que CEMEX, su red de distribuidores en la capital del estado y sus empleados, pusieron en marcha –de manera gratuita y voluntaria–, desde hace varios años. Ahora la ayuda es para el proyecto de ampliación de las instalaciones de la asociación que proporciona alimento, educación, hospedaje y servicio médico a personas de edad avanzada que carecen de medios de subsistencia. La obra constará de la ampliación del área de cuidados intensivos, la construcción de un área de descanso y andadores y finalmente se pintará el inmueble, ubicado en Lamosa 3301, colonia Valle del Mirador, en el municipio de Monterrey, NL.

"Lazos Familiares" apoya la construcción de infraestructura comunitaria en materia de salud, educación, vivienda y mejoramiento urbano, proyectos sociales y productivos, así como los relacionados con la mejora o expansión de espacios de asistencia social. El financiamiento, materiales y mano de obra necesarios provienen de la compañía, de sus empleados y familiares así como de los distribuidores. **C**

Por Antonieta Valtierra, con información de CEMEX.



Fotos: Cortesía CEMEX.

están siendo utilizadas técnicas avanzadas. Asimismo, y debido a que desde su diseño se contemplo la idea de obtener la certificación "Platino" otorgada por el programa *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) del *US Green Building Council*. (Reconocimiento que seguramente obtendrá terminada su construcción). La edificación estará equipada con modernos sistemas operativos que se ofrecen en el mercado internacional para lograr ahorros sustanciales en el consumo de energía, costos de operación y mantenimiento, entre otros.

Algunas otras características que hacen de "Punta Reforma" un "Edificio Verde", es la planeación sustentable en el terreno, el resguardo del agua y la eficiencia de su uso, la reutilización de energía y la preservación de recursos naturales mediante los materiales de construcción utilizados y calidad del ambiente interior. **C**

Por Antonieta Valtierra con información de www.cushmanwakefield.com

Viene Simposio

La Asociación Internacional de Cascarones y Estructuras Especiales (IASS por sus siglas en inglés) e instancias como el Instituto de Ingeniería de la UNAM, la UAM Azcapotzalco, el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural AC, el CONACYT, la Facultad de Arquitectura de la UNAM, la FES Acatlán y el Instituto Politécnico Nacional, invitan al Simposio Internacional IASS 2008 y III Simposio Latinoamericano de Tenso-Estructuras, a celebrarse del 27 al 31 de octubre en Acapulco, Guerrero.

El objetivo de este Simposio es contar con una oportunidad única para debatir temas de actualidad del campo de los cascarones y las estructuras espaciales, a fin de fomentar su aplicación en diversos proyectos con un diseño arquitectónico y estructural sustentable. De ahí la importancia de discutir proyectos e investigaciones recientes que muestren materiales y tecnologías novedosas, y en consecuencia, nuevos diseños e innovaciones tecnológicas. Este importante evento está dirigido a estudiantes, profesores, arquitectos, ingenieros y diseñadores, teniendo en cuenta que los temas se abordan desde la perspectiva de la ingeniería y de la arquitectura.

Este simposio abarca temas como: arquitectura, teoría e historia, diseño conceptual, procesos de diseño novedosos, nuevos materiales, nuevas tecnologías, ingeniería, sustentabilidad, así como ejemplos de diversas estructuras construidas. Cabe decir que previo al Simposio tendrá lugar el Sexto Seminario Internacional de Morfología Estructural "Morfogénesis". **C**

Correspondencia e información en:
<http://iass2008.unam.mx>
Correo electrónico:
iass2008@servidor.unam.mx
Con información de: IASS-SLTE 08.

Con un conjunto arquitectónico de escala espectacular y cálido ambiente, el recién inaugurado Campus Cuernavaca del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (TEC) es sin lugar a dudas, una referencia urbana de gran magnitud que se integra en forma equilibrada al paisaje natural.



Julieta Boy

Fotos: A&S Photo/Graphics.

Un nuevo Campus del **TEC**

En una superficie de 33 hectáreas, localizadas en el municipio de Xochitepec, Morelos –muy cerca de la zona arqueológica de Xochicalco– se alza el primer Campus Internacional del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Esté se desplanta en una zona de lava volcánica y árboles centenarios;

sin duda se trata de un gran reto y fuerte compromiso por parte de los proyectistas para adecuar una obra al espléndido entorno natural morelense.

Proyecto sustentable

Egresado de la misma institución regiomontana en 1973, el arquitecto Juan Carlos Pérez, consultor y diseñador de los campus y edificios

del ITESM y colaborador directo del Instituto desde hace más de 20 años, desarrolló junto con los arquitectos José Ángel Camargo Hajar y Ramón Torres Palomares, el proyecto arquitectónico del Campus Cuernavaca bajo los conceptos de la sustentabilidad, con un diseño que promueve un respeto al sitio y a la naturaleza mediante el uso innovador de materiales y procedimientos constructivos de última generación.



En un proyecto de estas dimensiones, el ahorro energético y de los recursos naturales cobra enorme importancia; por ello, el diseño del Campus Cuernavaca cuenta con un ahorro de consumo eléctrico en los equipos de aire acondicionado mediante nanotecnología así como en la reutilización de aguas negras y grises mediante una planta de tratamiento para muebles sanitarios y riego. También se elabora composta además de que el conjunto cuenta con un invernadero de re-uso interno.

Durante la ceremonia de inauguración, el ingeniero Lorenzo H. Zambrano –presidente del Consejo del Tecnológico de Monterrey– destacó que el nuevo Campus expresa muchas de las cualidades que distinguen al ITESM: “El aprecio y respeto al entorno en donde nos ubicamos, como lo muestra esta arquitectura del paisaje que rescata la belleza natural de Morelos; el uso innovador de la tecnología y de los materiales más avanzados que existen, y el énfasis en el manejo responsable de los recursos naturales, con un especial cuidado del agua”. Cabe señalar que para la construcción de este innovador desarrollo educativo se invirtieron 400 millones de pesos, cifra que incluye la compra del terreno.

Con más de 100 mil metros cuadrados en total de construcción, el Campus cuenta con áreas deportivas y culturales, así como con una extensa zona de plazas, andadores y jardines. Las instalaciones, equipadas con una red de conexión inalámbrica, incluyen salones, salas de universidad virtual, laboratorios de manufactura, medios de comunicación, química, física y biología, negocios, electrónica, redes industriales, redes Cisco, ingeniería industrial, sistemas inteligentes y robótica.

“EL AHORRO ENERGÉTICO Y DE LOS RECURSOS NATURALES COBRA ENORME IMPORTANCIA”.



Pieza monumental

“El emplazamiento del conjunto arquitectónico de dimensiones monumentales, le otorgan al sitio una escala y una visión que ancla el proyecto en nuestras mejores raíces y se proyecta con innovación al futuro”, expresa a *Construcción y Tecnología* el arquitecto Juan Carlos Pérez. En este sentido, el Campus es visible a la distancia en el territorio urbano como hito y desde las alturas como pieza colosal de referencia del paisaje.

La solución arquitectónica se presenta como una propuesta volumétrica monumental, sintetizada con una geometría clara y sencilla. Como punto de origen del conjunto, delimitada por los edificios académicos y punto de reunión de la comunidad y visitantes. La plaza central es un rescate del bosque nativo, diseñado por los arquitectos paisajistas Hubert Roggenmoser y S. Kogiso, generando un micro-

clima al interior del conjunto, con más de 60 mil metros cuadrados de áreas exteriores.

La corona superior que rodea al conjunto, se integra al grupo de edificios como uno solo; además de generar una refrescante sombra, ofrece el efecto Venturi que contribuye a mantener el clima del interior de la plaza en óptimas condiciones para la convivencia. El piso de la explanada fue elaborado con piedra basáltica extraída de la zona. Así describe el espacio el arquitecto Pérez: “Se mezcla el basalto y las diversas especies de árboles que están ahí desde hace cientos de años, dispuestos, evocando la constelación de Antlia”.

Los elementos verticales – también monumentales– que soportan la corona, están elaborados con prefabricados de la reconocida empresa mexicana Pretecsa, con 40 años de experiencia en el ramo, manifestando

el aspecto de solidez, calidad y limpieza estructural que requiere el conjunto.

Presencia del concreto

Con una cimentación de zapatas aisladas y una estructura de concreto armado, la presencia del concreto en la obra es significativa. Realizada con concreto de CEMEX, las propiedades y resistencias fueron dependiendo del elemento a colar, empleando acelerantes en losas, concreto especial de granología baja para muros aparentes; con resistencias que van desde $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$, hasta $f'c=420 \text{ kg/cm}^2$.

Cabe decir que se manejaron agregados de piedra basáltica de la zona en los concretos ciclópeos para muros decorativos o de contención con vista y en rellenos de cavernas en cimentaciones. En los grandes puentes peatonales con muros de cristal

Datos de interés

Ubicación: Autopista del Sol km.104, Colonia Real de Puente, Xochitepec, Morelos.

Inauguración: Enero 2008.

Superficie construida: 105,000 m².

Proyecto arquitectónico: arquitectos Juan Carlos Pérez, José Ángel Camargo Híjar, Ramón Torres Palomares.

Arquitectura del paisaje: arq. Hubert Roggenmoser y arq. S. Kogiso.

Cálculo estructural: SALCONS Salinas Consultores SA de CV.

Sistemas eléctricos: ADISE (Asesoría y Diseño en Sistemas Eléctricos).

Sistemas hidrosanitarios: ing. José Flores, Flores García y Asociados.





que atraviesan de un lado a otro del proyecto, se utilizaron losas de concreto coladas sobre lamina Romsa, apoyadas sobre un elemento metálico.

Sabiendo de la importancia que tiene el concreto en la vida útil de la obra, se llevó a cabo un estricto control de calidad basándose en las normas de CEMEX que se apegan a las del ACI (American Concrete Institute), en donde todas las pruebas al concreto arrojaron resultados positivos siempre por arriba de la resistencia solicitada por CEMEX. Las pruebas realizadas fueron: colado de cilindros de concreto directamente del carro de CEMEX, así como tronado de los mismos a los 7, 14 y 28 días, para saber su resistencia y pruebas de revenimiento antes de colar cualquier elemento. Por su parte, para los fraguados fueron usados acelerantes a 48 y 72 horas tipo convencional; por medio de

curados y sellados de concreto a las 24 horas de colados los elementos se redujo el agrietamiento. En vialidades y estacionamientos se utilizó carpeta asfáltica, con un mejoramiento de suelos con cal y compactación de tezontle como segunda capa (material de la región).

Reconocimientos

Entrando en operación desde el 3 de enero del 2008 –aunque la presencia del Tecnológico de Monterrey en el estado de Morelos tiene 28 años– el Campus Cuernavaca fue reconocido el pasado mes de junio por el Precast/Prestressed Concrete Institute con sede en la ciudad de Chicago, Estados Unidos, en la categoría “Best University/Higher Education Facility”, por su escala espectacular, uso innovador de las tecnologías y por su diseño que considera el

sitio y la naturaleza de la región. Asimismo, este impresionante conjunto dedicado a la educación, también ha sido nominado como finalista en la categoría de Edificación Institucional del concurso Premio Obras CEMEX 2008, competencia que anunciará sus resultados a fines de este mes de octubre.

Colofón

Como complemento y adjunto al Campus Cuernavaca, el presidente de México Felipe Calderón colocó en marzo de este 2008 la primera piedra del Parque Tecnológico, el cual tiene como objetivo detonar la economía del estado a través de la gestión y comercialización de los productos y servicios de centros de investigación e incubadoras de Morelos, apoyando también una sustentabilidad económica de la región. **C**

Firma de convenio

Juan Fernando González G.

Fotos: Alejandra Mateos

El pasado 27 de agosto se firmó un trascendente convenio de colaboración entre el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC (IMCYC) y la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA). Dicho acuerdo establece que se ofrecerá asesoría técnica, cursos y seminarios especializados a los miembros del Sector

Industrial, fabricantes de productos y materiales para la construcción.

La licenciada Faustina García Reyes, presidenta del Sector Industrial de la Construcción, destacó la importancia que tiene la vinculación con el IMCYC: "toda vez que es la entidad líder en los asuntos relacionados con el cemento y el concreto, lo cual nos permitirá, entre otras cosas,



Momento de la firma del Convenio; de izquierda a derecha: lic. Jorge Luis Sánchez Laparade, lic. Faustina García Reyes y lic. Miguel Marón Manzur.

fortalecer el vínculo con las facultades de arquitectura e ingeniería civil de las universidades más prestigiadas del país”.

La directiva señaló que el acuerdo con el IMCYC surgió del interés de sus propios agremiados, quienes reclamaban que hubiera cursos específicos en torno al cemento y el concreto. “Para no empezar de cero”, dijo la dirigente. “Nos acercamos al IMCYC, porque sabemos que es una asociación sumamente prestigiada, que tiene muy bien implementado este tipo de información”. Por su parte, el licenciado Miguel Marón Manzur, presidente nacional de CANACINTRA, mencionó la importancia que tiene el convenio para las diferentes ramas que conforman el Sector Industrial de la Construcción, entre ellas la del concreto premezclado, la tubería de concreto reforzado y la de productos de concreto prefabricado y presforzado.

“Ya era hora de que nos uniéramos y que bueno que sólo transcurrieron 50 años para ello”, dijo en tono bromista el directivo, quien resaltó que esta alianza ofrecerá beneficios palpables a todos los implicados. “Poder aprovechar los servicios que brinda el IMCYC, los seminarios y cursos, las asesorías técnicas en estructuras, el control de calidad y los servicios de laboratorio, es una situación inmejorable para cada uno de nuestros miembros. Sin embargo, esta alianza tendrá beneficios en muchos sectores de la sociedad y no sólo en el de la construcción”.

Por su parte, el licenciado Jorge Luis Sánchez Laparade, presidente del IMCYC, apuntó que la construcción ha sido muy importante en los últimos tiempos para el desarrollo nacional, primero con el impulso a la vivienda y ahora con la incorporación del rubro de la infraestructura. “Nos hemos quedado un tanto rezagados en la parte de implementación de la infraestructura, es cierto, pero no ocurre lo mismo en los conceptos, tecnología y usos del cemento y el concreto porque allí estamos a la vanguardia”..

Sánchez Laparade agradeció la confianza de CANACINTRA en la experiencia y capacidad del IMCYC y estableció que hay plena coincidencia en la preocupación de ambos organismos por vincular a la academia con la industria. “Una muestra tangible de ello son los convenios que hemos formalizado con la Universidad Iberoamericana, la Universidad de Nuevo León y la Universidad Autónoma del Estado de México, que son ejemplos vivos del interés por actualizar a los estudiantes de arquitectura e ingeniería civil en los temas relacionados con el cemento y el concreto”, concluyó. **C**



Lic. Faustina García Reyes, García Reyes, lic. Miguel Marón e ing. Ignacio Lastra.



Dr. Pedro Somera, lic. Jorge Sánchez Laparade, lic. Faustina García Reyes, lic. Miguel Marón e ing. Ignacio Lastra.



M. en C. Daniel Dámazo Juárez y lic. Jorge Luis Sánchez Laparade.

PREFABRICADOS

Diseño térmicamente eficiente con prefabricados 2^{da} parte.

El concreto es perfecto para satisfacer los requisitos de confort térmico humano. La física del flujo de calor en los edificios es la razón del porqué pues nos dice que la energía fluye por conducción, convección, y radiación. En las envolturas del edificio, la conductividad de un material es primordial. El recíproco de la conductividad de un material es su resistividad. Mientras que el concreto es un buen conductor, tiene alta densidad y alta capacidad volumétrica de calor. Esto da al concreto una masa térmica alta. El concreto tiene también dos características que lo hacen ideal para usarse dentro de una envoltura de un edificio: la demora en el tiempo para que el calor viaje a través del material y el factor de decremento. Éstos se combinan para crear la demora térmica o el efecto de volante térmico que permite al concreto que se achaten los picos y las depresiones de temperatura adentro de un edificio: requiere de un largo tiempo para calentarse y de mucho para enfriarse.

Para que el concreto sea un material apropiado para el diseño térmico y la eficiencia de energía en un edificio, necesita estar aislado del clima exterior. El aislamiento y la conductividad de los materiales reducen el consumo de energía e incrementan el confort térmico aumentando las temperaturas superficiales radiantes medias de la envoltura del edificio. Como resultado, se consume menos energía y por lo tanto hay menos emisiones de gas con efecto invernadero.

El aislamiento en el exterior de la envoltura del edificio también reduce la incidencia de condensación. Cualquier material con calor por un lado y frío por el otro puede hacer que ocurra

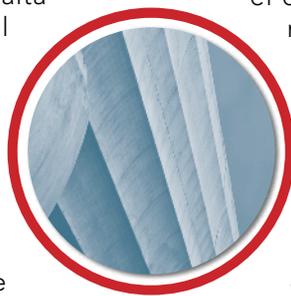
condensación en el lado caliente si se alcanza el punto de condensación.

Si los flujos hacia adentro y hacia el exterior de un edificio son distintos de cero, el edificio necesitará entrada de calor (calentamiento) o remoción (enfriamiento). La diferencia entre las condiciones climáticas y las condiciones internas designadas del edificio crea el nivel de calentamiento o enfriamiento requerido. Esto puede ser satisfecho por medidas pasivas (diseño térmico climático) o activas. La alta masa térmica dentro de un edificio tiene su impacto más significativo en reducir el enfriamiento, un beneficio para un mundo que está enfrentando el calentamiento global.

Los factores de diseño que afectan el diseño térmico de los edificios son: Forma; Estructura; Ventanaje y Ventilación.

Es muy conocido que los puentes térmicos tienen un efecto perjudicial en el desempeño del edificio. También, la combinación de la masa térmica en el interior y el aislamiento en el exterior de la envoltura del edificio incrementa el confort y reduce el consumo de energía. Por esto, la industria de prefabricados ha desarrollado una nueva manera del detallado para eliminar los puentes térmicos y para desarrollar interiores masivos y pesados, aislados del exterior: los paneles prefabricados sándwich que consisten en dos capas de concreto. Son hechos en la planta con una capa central ininterrumpida de aislante rígido. Tienen una delgada piel exterior prefabricada (por ejemplo, de 50–75 mm) que se fija a través del aislante a una sección prefabricada interior más ancha para soportar el peso, usando tirantes no conductores. ©

Fuente: Por Ric Butt, *Strine Design*.



PREMEZCLADO

El brazo fuerte del concreto 2^{da} parte.

Hay tantas bombas de remolque o estacionarias como con pluma y las empresas premezcladoras las usan

indistintamente. Si bien el aspecto del brazo desplegado de la bomba con pluma es imponente, no siempre es el equipo más indicado para ciertos trabajos. Hay que consultar con el proveedor sobre la aptitud de cada equipo en función de las características de su obra. Antes de confirmar el pedido del concreto y del servicio de bombeo, si tiene dudas respecto del espacio disponible para el posicionamiento del equipo de bombeo, de la factibilidad de bombeo en sí por la gran longitud o de lo sinuoso de la tubería o de la posibilidad de desplegar la totalidad de las secciones de la pluma, solicite a su proveedor la visita previa de un técnico o envíe por fax un pequeño croquis acotado que facilitara la elección del tipo de bomba y contar con el número de accesorios y de tubos suficiente para llegar a los lugares más distantes del colado.

Cuando el bombeo se realiza desde la vía pública, el frente de obra debe estar despejado no sólo a lo largo para alinear la bomba y el camión mezclador, sino también a lo ancho para abrir las patas de apoyo que equilibran el peso de la pluma. Es frecuente comenzar con demoras por esperar el retiro de vehículos que pernoctaron en el frente de obra o volquetes. Considere en su plan de trabajo los tiempos necesarios para la instalación de la bomba y el armado de la tubería antes de la llegada del concreto. El tiempo que requiere el personal especializado para el armado, que se hace manualmente con uniones herméticas entre tubos, no es perdido. Cualquier fuga de la lechada de cemento aumenta el rozamiento, genera segregación de los componentes y puede derivar en un taponamiento en esa unión, donde no sólo se puede "perder tiempo" sino también el material que todavía gira en el camión mezclador.

Contemple en su planta la posibilidad de dejar paso en la losa o aberturas en los muros para permitir un tendido "racional" de la tubería hasta la cimbra a llenar. Programe con antelación la secuencia de llenado, no sólo por la aptitud resistente de las cimbras al recibir las cargas del colado, sino también por las demoras que se producen por el desarme de tuberías llenas de concreto.

Antes de bombear la primera carga de concreto se bombea una carga de mortero con una

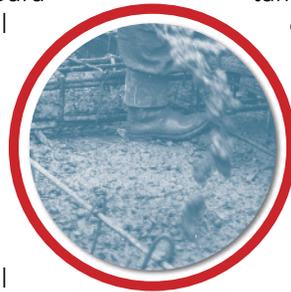
alta proporción de cemento y de consistencia fluida con el objeto de formar la primera película lubricante en las paredes de la tubería. Por práctica y costo se ha reemplazado por un gel lubricante preparado en obra disolviendo el contenido de una o más bolsitas del producto en polvo en agua según una proporción y cantidad que está en función de la longitud de la tubería.

Si bien existe gran variedad de concretos bombeables, no todos los concretos lo son. Las empresas premezcladoras a través de sus departamentos técnicos podrán aconsejarlo sobre resistencias y revenimientos "mínimos", tipo y tamaño de agregados gruesos y aditivos. No adicione al concreto aditivo incorporador de aire (hace muy plástica la vena del concreto puesto que las microburbujas de aire que produce en el concreto son compresibles y absorben la presión de bombeo), ni acelerantes de fraguado (incompatibles con los márgenes de seguridad para eventuales taponamientos). Quedan excluidos también del servicio los concretos pobres y los de bajo revenimiento.

Es imprescindible un buen mezclado que asegure la distribución uniforme de las partículas dentro de la masa del concreto, el chofer del camión mezclador siempre preparará el concreto antes de la descarga en la bomba. Solicite el corte antes de finalizar la descarga del último camión completo, tenga en cuenta que la bomba puede taparse al quedar concreto demasiado tiempo.

La bomba de concreto no es un equipo más, se trata de un equipo de elevado costo inicial para el proveedor de concreto, quizás el más sofisticado con el que cuenta, que requiere personal especializado para su operación y mantenimiento. El uso de las bombas de concreto asegura el cumplimiento de los requisitos tecnológicos para el concreto como producto final y de sus componentes en particular, son de funcionamiento seguro, aumentan el rendimiento y facilitan el trabajo de las cuadrillas de colocación, pueden despachar elevados volúmenes de concreto en tiempos reducidos, llevan eficazmente a una disminución de costos y personal transitorio en las obras, y aseguran la limpieza en toda su zona de operación. **C**

Referencia: Revista *Hormigonar*. Asociación Argentina del Hormigón Elaborado.



BLOQUES DE CONCRETO

Innovadores diseños

Architect Magazine llevó a cabo la primera edición de los Premios R+D, cuyo objetivo es promover el valor de la investigación y fomentar el diálogo entre arquitectos, ingenieros y fabricantes.

Uno de los cinco ganadores se presentó con el título de "12 Bloques", presentado por LOOM, St. Paul, Minnesota. El concursante presentó una serie de diseños únicos para el bloque de concreto estándar. Ralph Nelson y Dan Clark fueron los principales investigadores, y Don Vu fue el colaborador de diseño.

El panel del jurado quedó impresionado por el ingenio de los esquemas de bloques presentados, y resaltó la simplicidad del proyecto total. "El proceso es simple, ya que a partir de una serie de moldes se forman los patrones," dijo Reed Kroloff, director de la academia de arte Cranbrook y del Museo de Arte Cranbrook, Bloomfield Hills, Michigan.

Al reto de ¿Cómo puede reexaminarse, renovarse y mejorar el bloque estándar de mampostería de concreto? Con Planeación.

Aproximadamente se fabrican 18 millones de toneladas de bloques de concreto cada año en los Estados Unidos. Este bloque es un componente de construcción benigno que ha pasado la prueba del tiempo con varias virtudes y pocas deficiencias. Es un material regional y está disponible en varios tamaños, siendo dominante la configuración de 8x8x16 pulg. Sin embargo, es transformable a varios tamaños y bloques, incluyendo muros de contención, pilas secas y paisajes.

El equipo de diseño examinó el ciclo completo de bloques de concreto como un sistema al buscar áreas de mejoramiento. Específicamente se evaluaron las materias primas, la energía involucrada, la transportación, producción, distribución, instalación, tiempo, estructura, acabado, intemperismo, mantenimiento, entropía, desecho, reciclaje, y transformación.

El objetivo principal del proyecto fue definir los

beneficios y deficiencias de los bloques de concreto para mampostería tal cual existen actualmente, y mejorar las formas actuales, tomando en cuenta el ciclo de vida completo del producto. El equipo de investigación se propuso tres áreas específicas para su consideración:

Primero: Los ingredientes materiales que constituyen cada bloque, y de qué manera pueden ser mejorados para ser ecológicamente sensibles, utilizar los materiales de desecho locales, y mostrar características regionales.

Segundo: La resistencia de los componentes de las cimbras de los bloques. El equipo examinó cómo lograr mayor longevidad de los componentes, incrementando los márgenes de tolerancia, permitiendo mayor laxitud en la configuración en la cara de los bloques, y usando nuevas tecnologías para la fabricación.

Tercero: La gravedad, las fuerzas de intemperismo, y el hábitat que define las características y cómo volver a configurar las caras después de estos factores.

El equipo determinó que los bloques recién mejorados técnicamente podían llegar a ser más resistentes, más durables, más sensibles al medio ambiente, y más útiles como superficies una vez instalados.

LOOM se enfocó en condiciones específicas que permitieron pequeños mejoramientos con resultados sorprendentes. De esta investigación emergieron 12 configuraciones diferentes del bloque estándar de mampostería de concreto que pueden redefinir completamente sus usos tradicionales (se consideraron 32 prototipos). Estos bloques modificados crean una superficie visualmente compleja en términos de tamaño, configuración, o patrones, y también puede usarse para formar un medio ambiente en miniatura para sembrar plantas o para apoyar la vida de las aves.

Se presentaron aspectos de los bloques individuales, junto con una vista de un muro de maqueta donde se usan tales bloques. Una serie de otras cuatro presentaciones digitales de los bloques muestra de qué manera el medio ambiente y los elementos interactúan en algunos de los perfiles. LOOM se imagina un material de construcción mucho más dinámico. El bloque de concreto para mampostería estándar súbitamente se vuelve un "no estándar".

Referencia: *Masonry Construction*, febrero de 2008.



Corrosión en pozos de visita de concreto

Los pozos de visita de concreto y de inspección son instalaciones en donde puede ocurrir corrosión. Sin embargo, ésta también se ha observado dentro de los tubos de concreto, en las estaciones de bombeo de aguas negras y en las plantas de tratamiento de aguas negras. Estas instalaciones representan una inversión financiera considerable y necesitan tener un buen mantenimiento para lograr la máxima vida operacional. La protección contra microbios destructivos requiere de revestimientos especializados y conocimiento sobre cómo ocurre la corrosión microbiológicamente inducida.

Xypex, miembro de la Asociación Australiana de Reparación del Concreto ha estado involucrado en la reparación y rehabilitación de pozos de visita afectados por sulfuros de hidrógeno y ácido sulfúrico.

Se sabe que el ataque de sulfatos en el concreto resulta de una reacción química entre iones de sulfato e hidróxido de calcio hidratado y/o los componentes de aluminato de calcio de la pasta endurecida de cemento, en presencia de agua. Los productos que resultan de estas reacciones son hidrato de sulfato de calcio, mejor conocidos como yeso o hidrato sulfoaluminato de calcio, comúnmente conocidos como etringita.

Es importante hacer notar que el agua no es sólo un reactivo necesario en el ataque de sulfatos sobre el concreto, puesto que penetra fácilmente en el concreto a través de la acción capilar, también es el medio para el transporte de sulfatos dentro de la matriz del concreto, dando como resultado la formación de subproductos expansivos en la parte profunda del tubo o estructura.

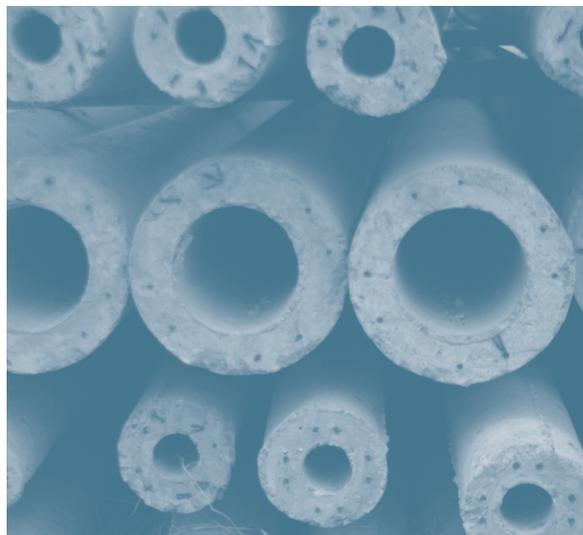
El concreto es un material altamente alcalino y resistente a los efectos de los ácidos fuertes u otros compuestos que pueden convertirse en ácidos. El componente más vulnerable en el concreto endurecido es el óxido de calcio que se disuelve fácilmente y se neutraliza cuando es atacado por los

ácidos. La manifestación más común de este ataque es la erosión superficial que, bajo condiciones de exposición por largo tiempo a condiciones ácidas, puede continuar sin que disminuya.

Existen varios tipos de ataques de ácido en los materiales de construcción. El ataque puede venir de agua que contenga dióxido de carbono libre o lluvia ácida; agua de las plantas de destilación o hielo fundido; aguas negras, y ácidos de las comidas y aquellos generados de desechos orgánicos. También hay altos niveles de sulfatos que ocurren de manera natural en los suelos y regiones en todo el mundo, que dan origen a preocupaciones sobre la durabilidad del concreto colocado en estos ambientes. En las instalaciones para aguas negras, incluyendo túneles, fosos y pozos de visita en particular, las bacterias anaeróbicas producen sulfuro de hidrógeno (H_2S) que se volatiliza en la atmósfera de las aguas negras. El H_2S se disuelve en la humedad que se condensa en la superficie de concreto y que luego se oxida por el ácido sulfúrico que forman las bacterias. Los altos niveles resultantes de ácido sulfúrico dan origen a un ataque bastante agresivo en la pasta de cemento, dando como resultado el deterioro acelerado del concreto.

El proceso de reparación involucra volver a poner otro revestimiento al substrato cementante para restablecer la pérdida de recubrimiento con un material de reparación de alto desempeño. Puesto que el medio ambiente descrito antes es muy ácido, también se requerirá de un recubrimiento interno para proteger el mortero de reparación de concreto alcalino. **C**

Fuente: *Concrete in Australia*, vol. 34, No. 1.





Concretos de ultra alto desempeño

Pierre Rossi

El concreto de ultra alto desempeño (UHPC *Ultra-High Performance Concrete*) ha sido objeto de numerosas investigaciones.

El UHPC tiene una relación de agua-material cementante (w/cm) menor que 0.2 y por lo tanto, puede ser muy denso y tener altas resistencias a compresión. Las resistencias a la tensión del UHPC están limitadas a aproximadamente 8 MPa, y los UHPCs pueden ser frágiles. Para resolver estos proble-

mas, se les agregaron fibras. Aquí se resume el estado actual de la investigación en el concreto de alto desempeño reforzado con fibras de acero (UHPRFC: *Ultra High-Performance Fiber-Reinforced Concrete*).

Tipos

Existen tres tipos principales de UHPRFCs:

Tipo 1: UHPRFCs con altas proporciones de fibras cortas: Un ejemplo es el concreto reforzado compacto. El contenido de fibras para este producto está entre 5 y 10% por volumen, y las fibras no exceden 6 mm en longitud. Las fibras mejoran la resistencia a la tensión del concreto, pero poco contribuyen a aumentar la ductilidad. El material, por lo tanto, se usa en estructuras con altos porcentajes de varillas de refuerzo tradicionales.

Tipo 2: UHPRFCs con porciones intermedias de fibras largas: Los ejemplos incluyen DUCTAL® y CERAMECEM®. El contenido de fibras para estos productos varía entre 2 y 3% por volumen, y las fibras están entre 13 y 20 mm de largo. Las fibras mejoran la resistencia a la tensión y la ductilidad del concreto y se pretende que reemplacen todas o una parte de las varillas de refuerzo que normalmente serían usadas en elementos de concreto presforzado o reforzado.

Tipo 3: UHPRFCs con proporciones muy altas de fibras de varias longitudes: Un ejemplo de este producto es CEMTECMultiscale®. El contenido de fibras de este producto puede ser de hasta 11% por volumen y las fibras cortas pueden variar desde 1 hasta 20 mm de largo. Las fibras incrementan significativamente tanto la resistencia a la tensión como la ductilidad del concreto, y pueden reemplazar todas las varillas de refuerzo tradicionales en un elemento. Al igual

que con los compuestos reforzados con fibras que se forman usando una matriz orgánica, la matriz de un UHPFRC del Tipo 3 transfieren los esfuerzos entre las fibras y asegura ciertas propiedades físicas y químicas del material.

Resistencia a la tensión

Es bien sabido que la orientación de las fibras en un elemento estructural será afectada por las dimensiones de las fibras y el elemento, así como también por el método de colocación del concreto. Si un alto porcentaje de fibras de acero son generalmente paralelas a los esfuerzos de tensión en un miembro, pueden incrementar significativamente la resistencia a la tensión. Por lo tan-



to, el comportamiento en tensión de un UHPFRC puede variar con su aplicación. Por ejemplo, en un UHPFRC colocado en un molde para producir una losa delgada con

nervaduras delgadas, las fibras tenderán a tener orientaciones al azar en el plano en la losa, pero una orientación unidireccional en cada nervadura. Por lo tanto, el miembro tendrá propiedades isotrópicas en el plano en la losa, y propiedades no isotrópicas en las nervaduras, las cuales tendrán resistencias a la tensión más altas en la dirección longitudinal.

Tensión directa

Las pruebas de tensión uniaxiales son difíciles de llevar a cabo apropiadamente y es difícil evitar esfuerzos de flexión o fractura por las mordazas de

la máquina. Cuando la proporción de las fibras bien orientadas (fibras paralelas al esfuerzo de tensión) es alta y el comportamiento de tensión del compuesto es elástico –perfectamente plástica o de endurecimiento con deformación elástica– únicamente la porción elástica de la curva esfuerzo-deformación determinada experimentalmente puede ser representativa, ya que la flexión podría ser un factor después de que se ha iniciado el agrietamiento. A pesar de las dificultades mencionadas, se han determinado resistencias a la tensión confiables. Las resistencias medias a la tensión para los Tipos 2 y 3 de UHPFRCs, por ejemplo, son de aproximadamente 7.7 y 20 MPa, respectivamente.

Aunque pueden usarse para evaluar las características de fractura, los especímenes de tensión con muescas (Fig. 1) no son medios confiables para la evaluación directa de la tensión de un UHPFRC. La muesca perturba la tendencia natural del material a tener grietas múltiples, y cuando se inicia una sola grieta, el espécimen entra en flexión. Si se ignora esta flexión en los cálculos, la resistencia a tensión uniaxial es sobreestimada.

Fig. 1 Disposición para la prueba de tensión uniaxial para un espécimen con muescas.

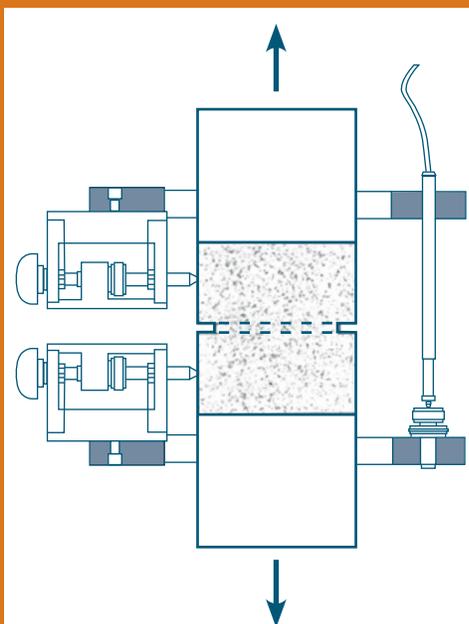
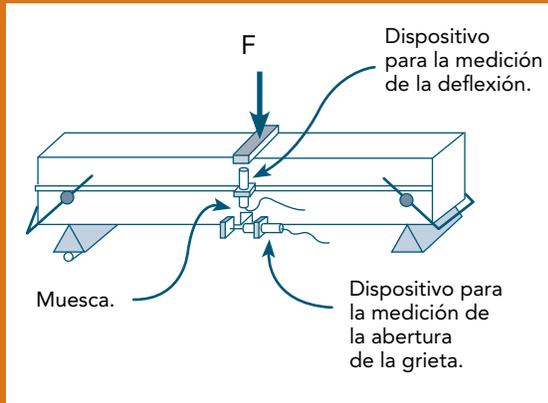


Fig. 2 Disposición para la prueba de flexión para un espécimen con muescas.



Flexión

Pueden obtenerse datos de resistencia a tensión representativos usando especímenes de flexión con muescas (Fig. 2). Se han propuesto recomendaciones provisionales para pruebas a flexión en el punto central de especímenes con muescas y un método para determinar la relación de la resistencia a tensión uniaxial al ancho de la grieta, a partir de estas pruebas. La base del modelo cinemático para determinar esta relación es que únicamente se propaga una grieta localizada, de modo que no es apropiado en el dominio de deformación-endurecimiento, cuando deben aparecer varias grietas (visibles o no). También pueden obtenerse datos representativos de resistencia a la tensión usando especímenes de flexión sin muescas. Al igual que con los especímenes con muescas, se ha propuesto un método para determinar el comportamiento a tensión uniaxial. En este caso, se utilizó una prueba de flexión de cuatro puntos. El comportamiento del concreto es simulado usando un modelo de material elastoplás-

tico en un programa de análisis de elementos finitos, y el modelado se basa en la suposición de que no aparece ninguna localización de agrietamiento en el material. Se ha demostrado que el método proporciona una buena caracterización del comportamiento de tensión uniaxial de un UHPFRC.

Ductilidad

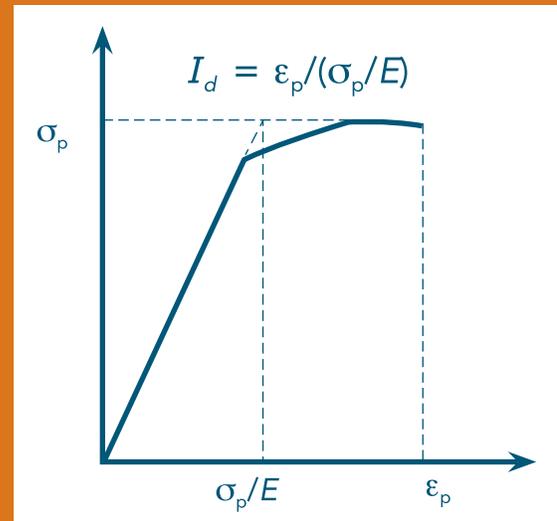
Un objetivo importante para los desarrolladores de UHPFRCs consistía en el reemplazo total o parcial de las varillas de refuerzo tradicionales. De modo que es necesario que el UHPFRC seleccionado asegure un cierto nivel de ductilidad en las estructuras.

Escala material

La ductilidad de la escala material está relacionada con el comportamiento antes de un agrietamiento localizado; es decir, antes de que se desarrolle el esfuerzo pico. El índice de ductilidad (I_d) está dado por: $I_d = \epsilon_p / (\sigma_p / E)$

En donde ϵ_p y σ_p son la deformación y el esfuerzo en el pico en

Fig. 3 Determinación del índice de ductilidad.



la curva de esfuerzo de tensión-deformación, respectivamente, y E es el módulo de Young para el material (Fig. 3). Para comparación:

- Los concretos ordinarios y de alta resistencia tienen $I_d = 1$
- El UHPFRC Tipo 2 tiene $I_d = 1.3$ a 3
- El UHPFRC Tipo 3 tiene $I_d = 17.5$ a 30 , y
- El acero tiene $I_d = 30$ a 60 .

Escala estructural

La ductilidad en la escala estructural es condicional. En primer lugar, las fibras deben estar bien orientadas respecto a las macrogrietas que se desarrollan en la estructura. En segundo lugar, la estructura no debe tener gran espesor debido a que un ancho unitario de la abertura de grietas en un miembro peraltado produce menos rotación y menos ductilidad que la misma extensión de la abertura de una grieta en un miembro menos peraltado (un efecto puramente geométrico).

Para el UHPFRC, un espesor máximo razonable es aproximada-



mente tres veces el largo máximo de la fibra. Así pues, el espesor máximo para un UHPFRC con una longitud máxima de fibras de 30 mm debe ser de aproximadamente 100 mm. Para estructuras presforzadas, generalmente se usarán las fibras en el UHPFRC para reemplazar los estribos para comportamiento en cortante. Puesto que las grietas de cortante son más numerosas y tienen anchos más pequeños que las grietas de flexión en un elemento de concreto reforzado de las mismas dimensiones, la escala estructural es menos importante.

Heterogeneidad

La distribución espacial de las fibras en un UHPFRC es un factor que afecta el comportamiento en tensión, y la heterogeneidad de la distribución de las fibras tiene un fuerte efecto sobre la variabilidad en el comportamiento de tensión. Los factores principales que afectan la heterogeneidad incluyen el método de colocación y la proporción de las fibras.

Puesto que la variabilidad en el comportamiento de tensión es tan importante, debe tomarse en cuenta de una manera rigurosa. Los cálculos de diseño deben incluir valores característicos, no valores y curvas promedio. Los valores promedio no son de gran interés e inclusive pueden llevar a resultados equivocados.

Comportamiento de fatiga

Aparentemente, los estudios sobre el comportamiento de fatiga de los UHPFRCs son del dominio público. Un estudio, sobre el UHPFRC Tipo 2, no proporciona datos suficientes para permitir la determinación del límite de resistencia. El otro estudio sobre el UHPFRC Tipo 3

indica que el límite de resistencia para ese material es el 60% de la resistencia a la tensión característica. En general, los concretos reforzados con fibra parecen tener pobre comportamiento de fatiga. La carga por fatiga es muy demandante en la adherencia de la fibra con la matriz, y por eso afecta de modo importante el comportamiento mecánico del UHPFRC. A medida que la relación longitud de fibras-diámetro se incrementa, la adherencia de las fibras a la matriz se reduce y la sensibilidad a la fatiga se incrementa.

Efectos de los incrementos de esfuerzo

Al igual que con los efectos de la fatiga, existen pocos estudios que describen los efectos de los incrementos en las características mecánicas acentuarse los esfuerzos para los UHPFRCs. Sin embargo, es claro que los efectos crecen al incrementarse el número de las fibras. Para comparación, se probaron la resistencia a la tensión uniaxial para diferentes materiales a base de cemento cargados a un régimen de esfuerzo de entre 10^{-4} y 10 GPa/s. Para cada orden de incremento en la magnitud del régimen de carga, los incrementos en la resistencia a tensión fueron de:

- 0.7 MPa para concretos ordinarios y de alto desempeño
- 0.8 MPa para UHPFRC Tipo 2 con 7.7×10^7 fibras/m³
- 1.5 MPa para UHPFRC Tipo 3 con 1.9×10^{10} fibras/m³

Claramente, los efectos de la tasa se incrementan al aumentarse el contenido de fibras. Los beneficios de la mayor capacidad y ductilidad asociadas con el refuerzo de fibras son más grandes para estructuras sometidas a cargas de impacto que para aquellas sometidas a cargas estáticas.

Durabilidad

Al considerar los UHPFRCs es natural sentir preocupación por el potencial de corrosión de las fibras de acero. Aun cuando las fibras localizadas cerca de la superficie pueden corroerse ligeramente, las pruebas han demostrado que esta corrosión superficial no conduce a pérdida de las propiedades mecánicas. Los estudios demuestran que los especímenes con el nivel de servicio que se agrietan en soluciones acuosas (con y sin cloruro) exhiben calentamiento autógeno en las grietas. El UHPFRC Tipo 2 con aberturas de grietas de 55 a 200 μ m mostraron reducciones de 0% y 12% en la capacidad de soporte después de la exposición a soluciones de cloruro. Después de una exposición similar, los especímenes de UHPFRCs Tipo 3 mostraron un incremento de 14% en la capacidad de soporte comparados con los especímenes de referencia no agrietados almacenados al aire libre.

Para grietas muy finas de menos de aproximadamente 50 μ m, el alivio autógeno parece ser suficiente para evitar daños por corrosión. No se han llevado a cabo pruebas en especímenes UHPFRC sometidos simultáneamente a cargas por fatiga y exposición a cloruros. **C**

Nota: Este documento está basado en el artículo "Ultra High Performance Concretes", publicado por el American Concrete Institute (www.concrete.org) en *Concrete International*, febrero de 2008.

Concreto premezclado vs Concreto hecho en obra

La elección entre el concreto premezclado en planta y el elaborado *in situ* se basa en las circunstancias particulares de la obra en cuestión, en los aspectos técnicos y en los costos beneficios asociados con cada uno de ellos. A continuación se presenta una lista de pautas para justificar su elección y obtener una notable economía final con el concreto premezclado. Atendiendo a que ciertos elementos estructurales de una obra, como vigas, castillos y

La necesidad de obtener elevadas resistencias y reducir los tiempos de colado hacen del concreto premezclado una buena opción.

Cada vez es más frecuente solicitarlo a una empresa de premezclados, que realizarlo en la obra.



pisos, etc., que ocupan volúmenes pequeños, es común que muchas veces, y a solicitud del director de obra se requieran fabricar *in situ*. Pero cuando se necesite un concreto homogéneo de calidad controlada que cuente con el respaldo de la asistencia técnica del proveedor especializado, se deberá recurrir al concreto premezclado. La ventaja más sobresaliente en el empleo de concreto premezclado es la garantía de su producción en cuanto a las propiedades mecánicas del material, avalado no sólo por un riguroso control mediante continuas pruebas realizadas sobre el producto final, sino que además se realizan diferentes controles de los componentes, a través de un tratamiento estadístico de los mismos, y la capacitación permanente del personal involucrado en dichas tareas.

Control de componentes

Todo proveedor de concreto premezclado antes de decidir el uso de una fuente de agregados pétreos, debe determinar sus diversas características físicas, como: peso específico, absorción, humedad y composición granulométrica. Luego de ser aceptados, se debe continuar con ensayos periódicos para volver a evaluar que esas mismas características perduren al recibir nuevos materiales y asegurar la homogeneidad del concreto durante todo el proceso de elaboración.

Su almacenamiento se ha de realizar con métodos adecuados para que no se modifiquen las propiedades indicadas. Los controles periódicos sobre la humedad de los diferentes agregados que intervendrán en la preparación del concreto son muy importantes para considerar la posible modificación de la relación agua-cemento que interviene en forma directa sobre la resistencia del concreto.

El cemento también se controla mediante ensayos normalizados referentes a la finura, resistencia a la compresión, tiempos de fraguado, etc., y con menor frecuencia se realizan análisis químicos dado que, en la actualidad, se trata de un material debidamente controlado por la industria del cemento y que es respaldado por un protocolo de calidad. En el caso de que se decida emplear aditivos químicos, se realizan ensayos en los laboratorios de planta, lo que permite efectuar la mejor elección y dosificación



de los mismos de acuerdo con la mezcla de cemento y agregados que se vaya a emplear.

Concreto y vida útil

El concreto es un material que presenta la particularidad de que puede ser realizado en cualquier lugar y de cualquier manera, pero se debe tener bien en claro que de la forma de ejecución, del control de los materiales, de su colocación y curado, depende la calidad futura de la estructura de concreto en toda su vida útil.

El concreto es uno de los pocos materiales o productos que no son almacenables; por lo tanto, no se puede producir y mantener para comprobar su calidad antes de ser

utilizado en la obra (con excepción de los elementos prefabricados). Esto requiere un cuidado extremo en la selección de las materias primas antes de su utilización y en los criterios de elaboración.

Dosificación por volumen

Si se mezclan con pala o con revolvedora uno o dos sacos de cemento, agregados pétreos, arena y algunas cubetas con agua, se obtiene concreto. A este material preparado en obra solamente se le puede exigir una resistencia acorde a estructuras de menor importancia con resistencias a la compresión bajas. Pero si hablamos de estructuras complejas y con requerimientos especiales debemos de alguna manera apuntar a un eficiente control de la calidad, resistencia y durabilidad.

Muchas veces se cree que un determinado consumo de cemento por metro cúbico de concreto asegure una resistencia a la compresión especificada en el proyecto. Pero esto, generalmente, trae aparejado un elevado contenido de cemento en detrimento de la seguridad que proporciona un buen estudio y control de la dosificación más adecuada para ese concreto que permite, seguramente, optimizar su costo.

Dosificación por peso

La dosificación del concreto premezclado se realiza siempre por peso en las plantas premezcladoras. El operador de la planta recibe del personal del laboratorio las dosificaciones finales con las que debe trabajar, cuyos contenidos están dentro de los límites establecidos por las normas en vigencia, determinando la humedad de los materiales y garantizando de esta

manera una proporción adecuada de agregado grueso y fino, lo que redundará en un concreto más homogéneo, cohesivo en estado plástico y más durable en estado endurecido.

Las balanzas de reloj y las celdas de carga que se emplean como sistema de pesaje de las plantas dosificadoras se revisan y calibran periódicamente, quedando siempre una constancia de dicho procedimiento. Las cantidades utilizadas en cada entrega quedan registradas en el parte de carga emitido por el sistema de automatización, con el objetivo de revisar que realmente se emplearon las cantidades indicadas en las dosificaciones y llevar adelante el control de stock de los inventarios.

Uno de los aspectos más destacables en la producción de concreto premezclado es el elemento humano. Las empresas premezcladoras ponen especial atención en la capacitación y experiencia del personal encargado de manejar la planta, teniendo éste por lo general muchos años de experiencia en el medio. Es así que el encargado conoce a simple vista la trabajabilidad y cohesión del concreto que está produciendo, y junto con el responsable del laboratorio de



Foto: www.asfaltosyconcretos.com

la planta realizan los ajustes adecuados, si son necesarios, para no alterar el contenido de cemento y producir un concreto de calidad.

El control de calidad sobre el producto terminado se realiza de manera rigurosa mediante muestreos en la planta premezcladora o en la obra misma, determinando primero el revenimiento, la trabajabilidad, la cohesión y la elaboración continua de cilindros de ensaye para determinar la resistencia a la compresión del concreto.

Con los resultados obtenidos de estas determinaciones se realiza un registro estadístico para verificar la uniformidad y el cumplimiento de las normas en vigencia de concreto premezclado (Normas NMX o ASTM).

Factores importantes

- a) La ubicación de la obra, accesibilidad y relación con el entorno urbano circundante.

- b) Las clases de concreto y el propósito de las estructuras.
- c) Requerimientos técnicos.
- d) Calidad.
- e) Cantidad total a ser producida.
- f) Tipo y tamaño de cada elemento estructural.
- g) Disponibilidad de concreto premezclado en el ámbito local.
- h) Programa.
- i) Tipo de contrato, diseño y construcción, características del cliente o constructor.

En una etapa siguiente, se debe tomar una decisión entre los dos métodos, premezclado o hecho en obra, después de una evaluación cuidadosa de las opciones comerciales y técnicas, junto con un programa de tareas práctico y eficiente.

Si se considera la opción del concreto premezclado, se debe realizar un análisis de costos. Dependiendo del contrato, se deberá tener en cuenta si se requiere el concreto, por ejemplo, fuera de los horarios normales de trabajo, lo que obligará a incluir costos adicionales, junto con las cargas por tiempos de espera y de carga. Para el caso del concreto hecho *in situ*, la preparación es más onerosa y se vuelve más compleja. Comparada con la opción del concreto premezclado, una cantidad similar de material necesita todavía ser transportada por carretera. Sin embargo, el número de viajes se puede reducir sustancialmente si el material adecuado cumple las normas respectivas y se puede disponer localmente. Los transportes de agregados pueden ser despachados fuera de las horas pico, evitando el tráfico y, con ello, las demoras.

Problemas que se pueden presentar en la preparación del concreto en obra

- a) Reducción de la durabilidad.
- b) Agrietamientos.



Foto: www.serviceerock.com-LVplant.com

- c) Variaciones de la resistencia a la compresión o flexión.
- d) Segregación de los materiales componentes.
- e) Falta de continuidad en el elemento estructural.
- f) Importantes contracciones.
- g) Aumento en la permeabilidad.
- h) Aumento en el sangrado.
- i) Riesgo en la estabilidad de la estructura.
- j) Reducción de la capacidad de adherencia con el acero de refuerzo.
- k) Reducción o variación del módulo de elasticidad.

Ventajas del concreto premezclado

- a) Considerables avances en la tecnología y el equipamiento.
- b) Adecuado control de calidad sobre el concreto suministrado.
- c) Provisión de materiales componentes con pesadas controladas y precisas.
- d) Posibilidad de suministro las 24 horas.
- e) No se requiere espacio de almacenamiento para los agregados y el cemento en la obra.
- f) Eliminación de desperdicios o fugas de materiales.
- g) Menor control administrativo por el volumen y dispersión de compras de agregados y cemento.
- h) Mayor limpieza en la obra, evitando multas por invadir frecuentemente la vía pública con los materiales.
- i) Asesoramiento técnico especializado sobre cualquier aspecto relacionado con el uso o característica del concreto.
- j) La máxima experiencia trasladada al producto y puesta al alcance del usuario.
- k) Conocimiento real del costo del concreto.
- l) Mayores velocidades de colado

En 1872 el ingeniero Deacon expresó que el concreto premezclado, preparado especialmente para ser empleado directamente en la obra sería una gran ventaja para la industria de la construcción. Y así nació la idea del concreto premezclado. Ese mismo año se estableció en Inglaterra la primera planta de concreto premezclado en el mundo. Se continuó en Alemania en 1903, Estados Unidos en 1913, Dinamarca en 1926, Noruega y Suecia en 1937, Australia en 1939, Islandia en 1943, Holanda en 1948, México 1950, Bélgica en 1956, Finlandia y Sudáfrica en 1958, Austria en 1961, Italia en 1962, Israel en 1963 y en Argentina en 1964.

Referencia: Asociación Argentina del Hormigón Premezclado.



- y por consecuencia un avance en la terminación de la obra.
- m) Reducción de colados suspendidos, ya que el productor normalmente cuenta con más de una planta premezcladora.
- n) Disponibilidad de bombas de concreto para concreto bombeado.

Servicios de la industria del concreto premezclado

El concreto premezclado es más que un producto; es un paquete completo de servicios y proporciona un conjunto importante de beneficios al usuario, sea contratista, director técnico o propietario de la obra. Como son tantas las variables involucradas en el producto concreto, hay muchas condicionantes para producir un concreto de calidad, por lo que debe considerarse a la producción de concreto premezclado como un servicio complejo y de carácter dinámico que tiene que ser realizado por especialistas.

El concreto premezclado es un material a entregarse en un sitio

determinado que debe llegar con la frecuencia estipulada a su destino y con la calidad adecuada, que es producto del resultado de la logística propia del proveedor.

Regresando al inicio de este artículo, si la intención es comparar el concreto premezclado con el hecho *in situ* es importante destacar que no sería del todo adecuado hacerlo sólo desde la suma de costos de los materiales componentes, pues existen muchos otros elementos a considerar, que al ser tenidos en cuenta dan como único resultado que el concreto hecho *in situ* es en definitiva mucho más oneroso que el concreto premezclado.

El servicio de la industria del concreto premezclado establecido formalmente no sólo otorga la facilidad de tener volúmenes importantes en un determinado momento sino que además, detrás de cada entrega, hay detalles complementarios al servicio que son motivo de una preparación y cúmulo de experiencias importantes. ©

Referencias:

Asociación Argentina del Hormigón Elaborado.

Concreto laminar al

extremo

Gregorio B. Mendoza

Fotografías: Cortesía Justo García Rubio.

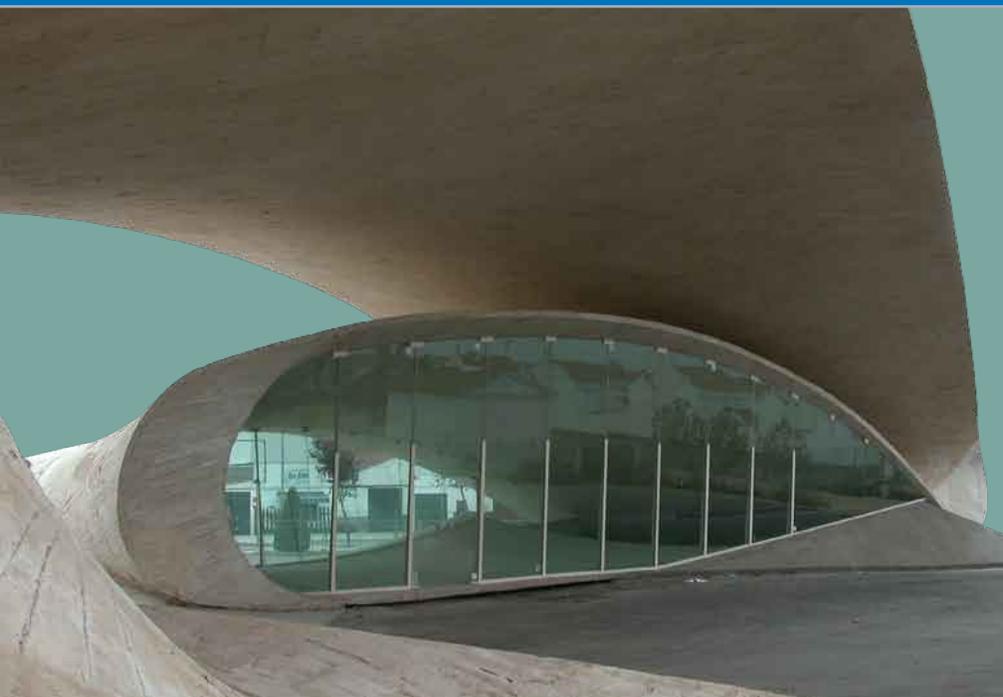
El arquitecto Justo García Rubio recuerda las preguntas que innumerables veces se hizo, al iniciar el trabajo conceptual de este proyecto. Todas ellas relacionadas con aspectos tan contrastantes como el quebrantamiento del contexto arquitectónico, la generación de un nuevo hito en una ciudad pequeña, el uso del material adecuado y sobre todo el cumplimiento de un programa de necesidades que exigía ser resuelto a cabalidad, pero que permitía oportunidades ilimitadas. Nunca imaginó que su

proyecto daría la vuelta al mundo y que Casar, comunidad ubicada a 10 kilómetros al norte de Cáceres –muy cerca de la frontera con Portugal– sería conocido por el audaz y dinámico uso del concreto en una obra, definida ya como un icono indiscutible.

Inspiración infantil

“Este proyecto se ubica en una esquina peculiar; en ella existe una guardería y un colegio que vigilan el camino constante de niños alegres dentro de un mundo de sueños; un parque que se abre discretamente

regalando un remanso de calma, y al final de la calle la puerta de un cementerio, lejana pero coronando el camino. Ahí, entre todo este mundo de personas se encuentra la estación de autobuses de Casar de Cáceres, una encomienda modesta que renunció a las bóvedas tradicionales que por siglos se han empleado para proteger de un sol invencible y una claridad que en ocasiones lastima la vista”, comenta en entrevista exclusiva García Rubio para CyT. Además agrega que los niños fueron quienes tuvieron mayor influencia dentro de la concepción formal.



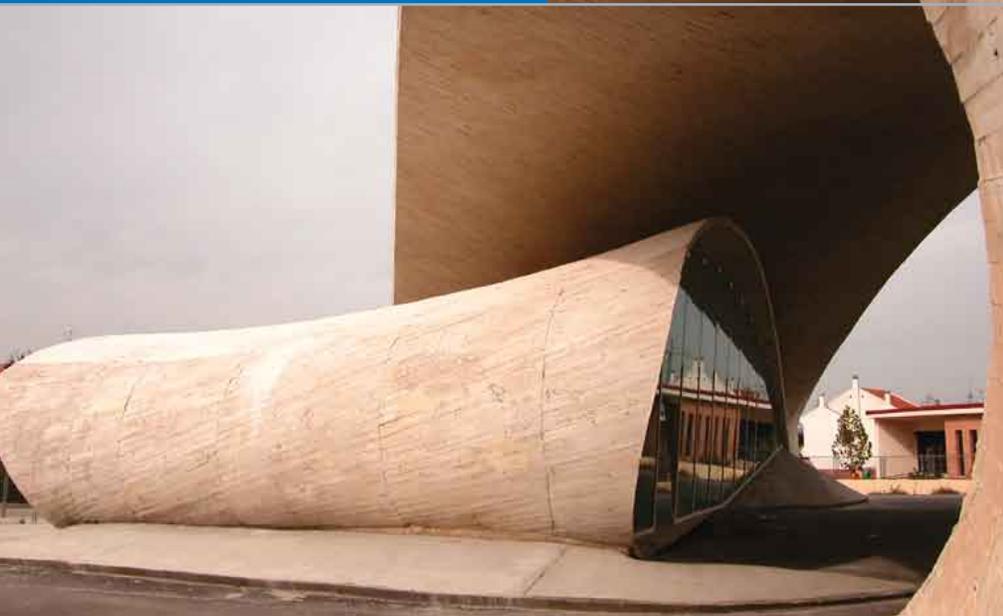
En Casar de Cáceres, España, existe una estación de autobuses donde se ha hecho con el concreto, una escultura urbana transitable.



“Pensamos que teniéndolos tan cerca podíamos generar una arquitectura que no fuera indiferente a su mundo y empezamos a trabajar en una forma que consiguiera naturalidad y funcionamiento. A partir de ahí el concreto, material con el cual trabajaríamos, debería ser transformado en una lámina que se pliega sobre sí misma para albergar todo el programa de necesidades dentro de un cuerpo más que escultórico”.

Así fue. La alcaldía –que encomendó el proyecto– apostó todo por obtener un nuevo emblema al haberle demostrado que los estudios de factibilidad constructiva y económica eran favorables. Comenzando el proyecto el despacho determinó que el recorrido del viajero a la estación, generalmente se realizaba desde el centro del pueblo pasando bajo bóvedas que soportan viviendas de las calles transversales, por ello se decidió no construir un andén sino una puerta emblemática donde los autobuses que entraran o salieran potenciaran en los viajeros la sensación de salir o llegar de viaje.

Este es el motivo por el cual se realizó una losa continua de



concreto armado que en su arranque alberga el vestíbulo y acceso peatonal para posteriormente elevarse, tocar el extremo opuesto y adaptarse a la escala de los autobuses facilitando su abordaje o salida. Sin embargo, plantear esta idea generaría varios retos:

resolver todas las exigencias dentro de un terreno de dimensiones mínimas y manipular con gran precisión el uso del concreto para generar con excelente calidad constructiva; un trabajo singular que incorporaba un sótano con muros de concreto aparente para

ocultar los servicios como almacenes, bar y sanitarios.

Concreto infinito

En el interior, el espacio es sumamente honesto; el trato rústico que se tiene tanto en los muros como losas superiores recuerda las pieles de concreto que desarrolló Le Corbusier. Las vistas que se generan desde el edificio son sorprendentes al no existir ningún obstáculo para ver a través de la cancelería tanto las actividades propias de la terminal, como del exterior. Bien podría considerarse una escultura urbana transitable que funciona ligando las actividades de los lugares que la rodean. A pesar de ello no es sólo un objeto digno de contemplación que resulte incómodo: cada zona es agradable, accesible e iluminada por medio de un ventanal y un vano que permite el paso de luz cenital en su totalidad.

Su carácter unitario lo hace parecer una piedra esculpida gracias a su expresividad y a la personalidad que otorga su materia prima, la cual no permite contemplaciones estáticas; es decir, siempre hay un nuevo ángulo para ser observado. Los usuarios mencionan que es un edificio vivo y singular: "veíamos al concreto como grandes cajas que llegan a imponerse en las ciudades, y ésta obra permitió que el gobierno entendiera las posibilidades de este material a nivel constructivo y de conservación en la imagen urbana", comentó el entrevistado.

Y es que no sólo es formal la propuesta, la solución escogida retoma las investigaciones de geometría constructiva realizadas en la década de los cincuenta, donde la ingeniería estructural logró concretar elementos arquitectónicos más





Acerca del arquitecto

Justo García Rubio (nacido en 1948) fundó su propio despacho con sede en Cáceres y Madrid, España. Ha ganado el primer premio para los siguientes proyectos: Pabellón de Congresos en Cáceres (1988); Hospedería de Turismo en Alcántara (1993); Pabellón de Deportes de Plasencia (1999); en la sede del Instituto de Educación Secundaria en Tiétar (2001) y en el Instituto de Educación Secundaria en Garrovillas de Alconetar (2003). También ha sido reconocido por la Junta de Extremadura con el premio a la Creación Artística por el proyecto de la Estación de Autobuses de Casar de Cáceres y el estacionamiento en Guadalupe.

Una de sus frases resume muy bien su filosofía: "Para mí la arquitectura es primero un trabajo público, construye el medio del ciudadano, lo envuelve permanentemente; al menos se le exige que pueda soportar la mirada de éste".

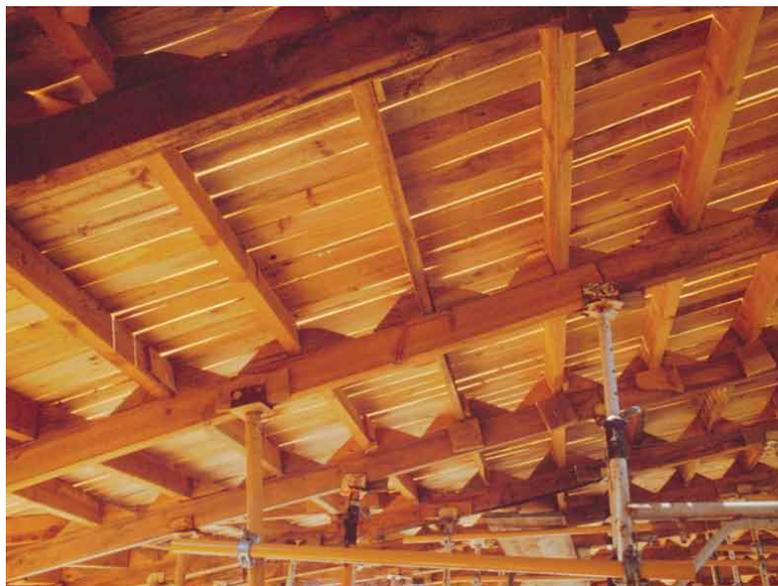
esbeltos, resistentes y eficientes permitiendo una disminución de costos por la respuesta integral que un solo elemento podía resolver. Por ello lo más destacado aquí, comenta el arquitecto, lo configura la cubierta general de andenes que tiene un claro de 34 m de longitud por 14 m de ancho, sometido a esfuerzos de compresión y tensión que por sus características físicas absorbe los esfuerzos por cortante para trabajar como cualquier cubierta tradicional.

Esta estructura trabaja como un conjunto de arcos, con apoyos en los extremos de concreto

gris y un desarrollo en concreto blanco, para lo cual fue necesario conservar toda proporción geométrica vinculada a la altura de 7 m; de esta forma se inició calculando un espesor aproximado a la décima parte de la altura dando como resultado una proporción natural y visualmente coherente. Está claramente definido que la aparente continuidad es justo el punto de fusión entre dos conceptos de criterio estructural muy diferentes: arcos colados *in situ* que se cuelgan a través de una viga perimetral ligada a los soportes postensa-

dos ubicados en los extremos inferiores.

Lo que en apoyos más sencillos puede ser una continuación de la losa trabajando en conjunto con las columnas a compresión y transmitiendo las cargas hasta la cimentación, cobra una peculiaridad diferente aquí. "Resulta tan fuerte el esfuerzo a flexión en los soportes, que ni el aumento de la sección se considera garantía suficiente para evitar la aparición de esfuerzos tensionantes inaceptables en el respaldo del arco, por lo que se optó por postensar estos elementos: delineamos los nervios individuales





de cabeza de anclaje perdida en cimentación y tensamos desde la cara superior. De este modo se pre-comprime la sección de concreto convirtiendo las tensiones en meras descompresiones que no provocan ni deformaciones ni elongaciones que pudieran modificar el perfil geométrico proyectado”, explica el dr. Jaime Cervera Bravo, encargado del área estructural del despacho del arq. García Rubio.

Este planteamiento no se manejó en todo el cuerpo principal, ya que cuando la cinta gira sobre sí misma para recibir los empujes de las lámina menor y la mayor sobre

el apoyo central debe mantener como condición la posibilidad de presentarse libre y flotando sobre la base. En este punto adquieren importancia las flexiones que direccionan los empujes del concreto y que configuran el valor del espesor de la cubierta ya que éste es el determinante de la rigidez respecto a los problemas de flexión de la lámina,” señala Rubio.

Construyendo un emblema

Debe tomarse en cuenta que en este caso se consideró el apro-

vechamiento de la pendiente de la losa para canalizar las bajadas pluviales y prescindir de impermeabilizaciones añadidas. Por lo anterior se realizó un concreto impermeable que dependía en mucho de no generar variantes en el espesor de la losa mayores a 15 mm cada 15/20 cm, por los esfuerzos a los que el elemento sería sometido tanto en los bordes como en el tramo central.

Una vez iniciada la construcción se debía terminar y configurar con precisión cada quiebre o cambio de nivel, quedando este trabajo en manos de un equipo de



Proyecto: Estación de autobuses de Casar de Cáceres.

Ubicación: Ejido bajo s/n, Casar de Cáceres, España.

Arquitecto: Justo García Rubio, Joaquín Macedo Morales y Lorenzo Barrio González.

Estructuras: dr. Arquitecto Jaime Cervera Bravo.

Arquitectos/Contratista: Consejería de Fomento.

Constructor: Grupo Empresarial Magenta.

Losas de concreto:

Tipo A 700 m².

Tipo B 380 m².

Tipo C (sótano) 110 m².

Concreto empleado

Tipo HA-35/B/20/IIa+hidrófugo, con la siguiente dosificación:

Cemento BL II 42.5 R: 430 kg/m³.

Arena 0/6 mm: 780 kg/m³.

Árido 12/20 mm: 960 kg/m³.

Agua: 160 lts.

Plastificante: Pozz-390.

Hidrófugo: Rheomac-700.

Relación Agua-cemento: 0.37 - 0.40.

topógrafos que, haciendo uso de la más alta tecnología controlaron las tolerancias mínimas permisibles en márgenes milimétricos con la finalidad de dejar listas las zonas de trabajo para la construcción de este elemento. De esta manera al llegar al colado en sitio el desafío estaba presente. Sin embargo, la responsabilidad estaba en gran medida sustentada en la calidad del equipo de cimbra utilizado ya que el material seleccionado debería adecuarse fácilmente a la forma. Esto orilló al equipo a estudiar y replantear diversas opciones que garantizaran que no habría desplazamientos ni errores en el momento de verter el concreto.

Conociendo este criterio la superficie de cimbra fue configurada en diferentes capas sucesivas regidas por las generatrices principales de las rectas que se interceptan en la cubierta: una primera de duelas de 20 x 10 cm, la segunda de forma perpendicular con secciones de 15 x 15 cm, y una tercera de 10 x 2.5 cm, que regresa sobre la primera girando de forma vertical para adaptarse a cada quiebre de la curva.

Una vez colado, lo más difícil había terminado. Las fases subsiguientes no involucraban mayor complejidad que dar el tiempo suficiente al concreto para obtener su resistencia óptima y retirar la cimbra utilizada. Algunos meses después de haber iniciado este proyecto las preguntas con las que el arquitecto comenzó habían sido respondidas satisfactoriamente. Pocos creyeron en que la obra pudiera volverse realidad, pero lo que se hizo no tiene antecedente aunque como bien dice Jaime Cervera, "el resultado es una forma elegante que rinde cumplido homenaje a la mejor tradición en soluciones laminares de concreto". **C**



Bloques de concreto muy sanos

Juan Fernando González G.

Cuenta la historia que el primer block de concreto sólido fue construido en 1833 y que dos décadas más tarde, se creó bloque hueco. Ambas invenciones se deben al ingenio y creatividad de diseñadores ingleses.

En 1868, un constructor de apellido Frear fundó la que podría considerarse la primera planta para construir bloques de concreto

en el continente americano bajo una patente propia, la cual tenía la particularidad que agregaba elementos decorativos. Estos elementos constructivos llegaron a Latinoamérica hasta la primera década del siglo XX. Lamentablemente su utilización ha sido marginal a lo largo de todo este tiempo. A excepción del repunte de sus ventas durante las etapas posteriores a los sismos ocurridos en 1957 y 1985; ello, por la facilidad con la que puede instalarse una

planta y la rapidez en el avance de obra.

El bloque de concreto merece mayor atención por parte de los desarrolladores de vivienda, rubro que ha tenido un crecimiento intenso en los últimos años y que podría ser mucho más rentable si se optara por esta clase de materiales, los cuales, están presentes en muchos de los edificios de zonas tan lujosas como Santa Fe o Interlomas. A pesar de sus innegables beneficios económicos, los bloques de concreto son un tipo de material que puede considerarse sustentable ya que no atenta contra el medio ambiente y, además, genera ahorros energéticos permanentes.

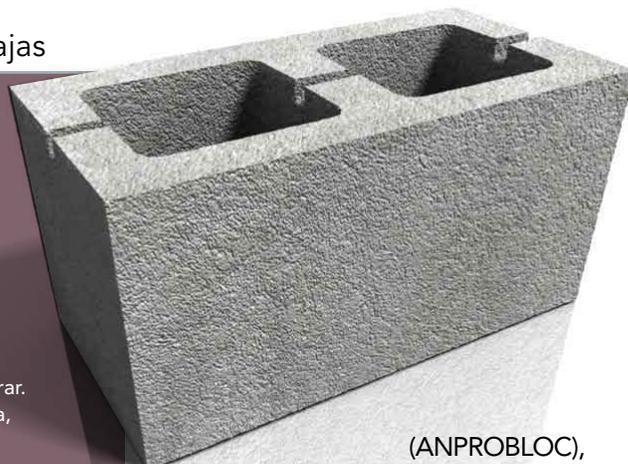
Ventajas al por mayor

Los bloques de concreto son versátiles y su uniformidad permite que las paredes que se levanten sean completamente verticales. Si hablamos de las celdas verticales que se encuentran en los muros que se construyen con bloques de concreto lo menos que se puede decir es que son muy útiles. Sí, porque dentro de ellas se pueden colocar las barras de refuerzo vertical, las tuberías eléctricas, las hidrosanitarias e incluso las que tienen que ver con las telecomunicaciones. Con ello se evita hacer perforaciones en las paredes y se acelera la instalación de los sistemas citados, lo que permite un gran ahorro en tiempo y mano de obra.

Las virtudes de los bloques de concreto van más allá, porque si se cortan en forma de "U" pueden servir para construir los refuerzos superiores de marcos de puertas y los llamados vanos de las ventanas, también conocidos como dinteles. Al utilizar este procedi-

Grandes ventajas

- Sistema constructivo integral.
- Es un material ecológico.
- Mayor rendimiento en la mano de obra.
- Disminuye el uso de mortero.
- Permite introducir instalaciones sin ranurar.
- Evita el uso de cimbra, ahogando castillos.
- Consumo por metro cuadrado: 12.5 piezas.
- Calidad uniforme y garantizada.
- Se pueden fabricar con material reciclado.
- La apariencia que tiene permite ahorros en aplanados.
- Disponibilidad permanente en cualquier época del año.
- No necesita mojarse al momento de su colocación.
- Aislamiento térmico y acústico.
- Sus medidas modulares evitan el desperdicio.



(ANPROBLOC), señala en charla exclusiva con *Construcción y Tecnología* que el propósito con el que nació su organismo es el de impulsar a los fabricantes de bloques de concreto para que la producción de cada una de sus piezas tenga la máxima calidad, sin dejar de lado que puedan brindar asesoría y atención de primera a cada uno de sus clientes.

"Cuando surge ANPROBLOC queríamos dar al producto una gran calidad y el mejor precio, pero ahora estamos inmersos en la preocupación por la sustentabilidad. Por ello, participamos en la elaboración de las normas y también en la investigación para que el proceso de fabricación de nuestros productos no contamine el suelo, el agua y el aire. El uso del block de concreto, dice el directivo, hace que haya considerables ahorros en el uso de energía".

Al utilizar bloques de concreto se protege la integridad del suelo ya que no hay necesidad de grandes extensiones de terreno para instalar plantas o almacenes. Asimismo, se pueden crear pavimentos permeables y áreas verdes transitables, señala el experto, quien dice que una virtud más de este material es la de mantener la calidad del aire al reducir el uso de pintura y la emisión de elementos volátiles, lo cual se consigue al

miento se ahorra tiempo y una buena cantidad de materiales. Por si fuera poco, hay que recordar que los bloques tienen una magnífica adherencia a los recubrimientos debido a su textura; son de baja absorción, lo que evita una mala adherencia por contracción y tienen una alta compatibilidad con elementos a base de cemento. Algo que es particularmente interesante es su capacidad para trabajar en el aislamiento térmico y acústico, lo que se consigue al llenar las perforaciones verticales con materiales específicos para ese fin.

Sustentabilidad

El ingeniero Roberto Carrasco Licea, miembro de la mesa directiva de la Asociación Nacional de Productores de Bloques de Concreto



emplear colores integrales y elementos aparentes. Adicionalmente, hay que considerar que este elemento constructivo impide la formación de moho.

El ahorro de energía al emplear este material constructivo es considerable, asevera el entrevistado, ya que puede fabricarse cerca de las construcciones y con

materiales de la región, lo cual reduce el uso de combustible en el transporte, y algo muy importante: por su masa térmica y las cámaras de aire reduce el uso de aire acondicionado.

Sobre la agrupación, el entrevistado comenta: "Somos una asociación que cobra cuotas muy pequeñas, pero gran parte de ese dinero se dirige a la investigación sobre aditivos, maquinaria y materia prima. Una muestra palpable de nuestra preocupación es el prototipo de una vivienda de 45 metros, que está diseñada de tal manera que no hay desperdicio en la utilización de los bloques de concreto. La casa está construida con material vibrocomprimido: los muros, las losas, los adocretos, los adopastos... y como no utilizamos madera para los castillos protegemos a los bosques al mismo tiempo que generamos un gran ahorro económico. Los ahorros, sentencia el ingeniero Carrasco Li-



cea, son enormes y es por ello que con la misma inversión se podrían construir muchas viviendas más.

Un producto subutilizado

Diversas circunstancias son las que concurren para que la industria de los bloques de concreto sea subutilizada en nuestro país. En principio, las grandes desarrolladoras de vivienda no lo contemplan, tal vez porque su apariencia rompe con los estándares culturales que tenemos en México, que establecen que una fachada sin aplanado no tiene la suficiente calidad. Por otra parte, está la informalidad en la que se encuentra un gran porcentaje de las empresas que fabrican este material.



Saber el tamaño de la industria alrededor de los bloques de concreto es muy complicado, dice el ingeniero Carrasco Licea, pero consideramos que casi la mitad es informal. Muchas fábricas son tan pequeñas que solamente tienen una máquina; es decir, son las clásicas empresas familiares repartidas en la zona de Iztapalapa. Estos negocios contaminan porque no tienen ningún control de las emisiones

del polvo que surge del cemento. Además, es sabido que la tierra se contamina con el aceite con el que se lubrican las tablas porque éste de ningún modo se recicla. Sobre las fábricas, comenta: "Yo creo que en la ciudad de México y su zona metropolitana hay entre 300 y 400 fábricas, pero de ellas solamente 60 son formales. De éstas, sólo 25 empresas forman parte de ANPRO-BLOC", señala el especialista.

Preparado para:
Windows Vista

Cálculo a 64 bits

Cálculo en 2º Orden, una realidad

Paneles de Viento Revit Architecture

Tricalc 7.0

NUEVA VERSIÓN

Cálculo de Estructuras Tridimensionales

2º Orden Real

Viento Automático

IFC: Conexión BIM

Importación de subestructuras

+ info en www.arktec.com/t70.htm

Visitenos en
EXPO CIHAC 2008
del 14 al 18 de Octubre
Ciudad de México
Stand A231

Arktec
Software para arquitectura,
ingeniería y construcción

www.arktec.com/mexico

Leibnitz, 270 - 202, Colonia Nueva Anzures 11590 México D.F.
Tel. (+52)(55) 5254 1160 Fax. (+52)(55) 5254 1190 mexico@arktec.com



Tabla comparativa de muros

Nombre	Unidad	Tabique rojo recocido	Block hueco pesado de concreto	Tabicón pesado	Tabique estriado multiperforado de barro	Block estriado multiperforado de barro
Dimensiones reales	cm.	5.5 x 11.5 x 23.5	11 x 20 x 39	9 x 13 x 27	12 x 12 x 23	12 x 24 x 49
Piezas/ m ²	Pieza.	64	12	36	32	8
Peso	Kg	1.8	11.0	5.5	2.7	12.0
Mortero Lt/m ²	Lt	22.1	6.9	17.3	22.7	12.0
Peso por m ² con mortero	Kg	168	149	240	141	124
Escalerilla m ²	M	0	2.5	0	3.75	1.25
Precio**	Pieza.	\$1.30	\$5.30	\$1.30	\$2.85	\$11.00
Costo de muro por m ²	m ²	\$176.02	\$114.47	\$122.56	\$187.01	\$139.15
Ahorro***		0%	35%	30%	0%	21%
Rendimiento mano de obra	m ² /jor	6	12	7	8	14

**Precio por pieza de material puesto en obra en la zona metropolitana del D.F; mayo de 2008.

*** Ahorro calculado tomando como base el tabique rojo recocido.

Fuente: ANPROBLOC

Por su parte, el arquitecto Miguel Ángel Arrieta García, quien forma parte de Grupo Hermay y es miembro de ANPROBLOC, señala que “muchas gente prefiere otros materiales, como el tabicón o el tabique rojo, a pesar de que ofrecen mucho menos resistencia y son mas caros que los bloques de concreto. Lo que sucede, dice el experto, es que los constructores (sobre todo los albañiles) no están bien informados y se espantan cuando ven el precio por pieza, pero si hicieran un cálculo del total que representa el metro cuadrado construido se sorprenderían del ahorro. Contrario a lo que pudiera pensarse, el block se puede utilizar en edificios de varios

niveles, en estacionamientos y en centros comerciales que lo utilizan en cantidades industriales”, afirma Arrieta García.

Una reflexión

Queda para la reflexión los últimos comentarios de Carrasco Licea, quien lamenta que la industria en general desestime el valor que tiene este producto, el cual puede utilizarse perfectamente en obras de infraestructura. “Debemos reconocer que los bloques de concreto se utilizan muy poco en infraestructura y que su principal demanda proviene de la vivienda. Sin embargo, la gente cree que este material se usa solamente en

Chalco o en Iztapalapa, cuando en realidad muchas de las construcciones de Santa Fe o Interlomas utilizan muchísimo block de concreto”, asevera.

Debemos trabajar para que este material sea apreciado por la gente que toma las decisiones de compra, quienes muchas veces no tienen conocimiento sobre los aspectos de la obra y la construcción. Sin embargo, son los que más debaten el precio sin ver el trasfondo del sistema constructivo. Los mandos medios toman estas decisiones, y no los constructores, quienes son los que están abajo y se enfrentan al desperdicio o a la dificultad de trabajar con material de baja calidad”, concluye. c



imcyc

INSTITUTO MEXICANO DEL
CEMENTO Y DEL CONCRETO A.C.

www.imcyc.com

Un mundo de soluciones en concreto

Asesorías Técnicas

Servicios de laboratorio

Publicaciones

Membresías

Enseñanza, Capacitación y Certificación

Los mejores expositores internacionales

Para capacitarse y mantenerse al día, visite nuestra página web y seleccione el programa de su interés

- Seminarios impartidos en México y América Latina
- Conferencias
- Cursos de capacitación
- Programas de certificación, entre otros

OFICINAS

Av. Insurgentes Sur Núm. 1846 Col. Florida C.P. 01030
Deleg. Alvaro Obregón México, D.F.
Tel.: 01 (55) 5322 5740 Fax: 01 (55) 5322 5743
Email: imcyc@mail.imcyc.com

LABORATORIO

Constitución Núm. 50 Col. Escandón C.P. 11800 México, D.F.
Tel.: 01 (55) 5276 7200

Tania Sánchez Arias.

Retato: A&S Photo/Graphics.

Fotos: Cortesía SAYA.

De hablar sereno y pausado; reflexivo también, el arquitecto Gustavo López Padilla es integrante del grupo de socios que conforma el Despacho de Arquitectura Sánchez Arquitectos y Asociados, denominado también en el gremio con familiaridad y cariño como "Los Sánchez", al que está unido desde hace ya cerca de 35 años.

Gustavo López Padilla confiesa no tener muy claro cómo es que decidió estudiar arquitectura, e incluso reconoce haber deseado ser en algún momento locutor.

¿Locutor? -pregunto incrédula al realizar esta entrevista para *Construcción y Tecnología*.

-“Sí. Yo quería ser locutor. Siempre me ha gustado esto de andar platicando... Tengo 35 años siendo profesor de Teoría y de Historia de la Arquitectura, y me gusta mucho ir a conferencias, a pláticas. Y siempre he disfrutado de alguna manera la comunicación. Pero también, siendo adolescente, me imaginaba mucho la idea de los lugares que habita la gente. Me gustaba apreciar las diferencias entre un lugar y otro; las atmósferas, las calidades vivenciales”.

El amor por la palabra y la interacción influiría más tarde en esa decisión de sumarse a la enseñanza dentro de las filas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Escarbando en los recuerdos, en un momento pudo traer a su mente la memoria de verse a sí mismo de niño, sentado en la Alameda; imaginándose

Comunicando arquitectura



Integrante del grupo de socios de la prestigiosa firma de arquitectura Sánchez Arquitectos y Asociados, en esta entrevista el arquitecto Gustavo López Padilla reflexiona acerca de su quehacer profesional.

pasar por la avenida Juárez, caminando; llevando unos planos... "De pronto tenía yo la imagen; que me parecía agradable, y ¿Qué significaba? No lo sé".

Hay quien dice que de las más profundas impresiones infantiles se forja la vocación; sin embargo, esta imagen onírica no podría haberle hecho imaginar lo que le depararía la vida al penetrar en el mundo universitario. Sobre esto, el arquitecto López Padilla afirma con emoción: "Tuve dos experiencias fantásticas. Desde la preparatoria... ¡En la excepcional Preparatoria número 5! Yo vivía por La Villa y la Prepa 5 estaba por Coapa"... -¿Cuándo decían que había vacas?, -interrogo- ¡No! ¡No decían...! ¡Había vacas!". Y López Padilla rememora su porra con el estribillo característico (¡Alfalfa, vacas y...!). "Yo tomaba un camión en La Villa -que era casi 'la terminal', y el camión llegaba justo a 'la Prepa'. ¡No había más! Después, todo era sembradíos. Incluso la entrada... Fue una experiencia fantástica. Y luego, llegar a Ciudad Universitaria, con los jardines; los murales; donde se respira cultura. Los dos primeros años fue estar todos los días: todo el día. ¡Y ahí vivíamos! Y andábamos haciendo experimentos y locuras... Yo lo gocé como nada; me sentí muy bien".



Escuela Bancaria y Comercial.

Y siendo aún estudiante, se incorpora a la docencia, lo que le ha llevado a no separarse nunca físicamente de la Universidad. “Llegar diariamente a las 7 am. a CU y ver el campus... Y sobre todo llegar y encontrarme con 40 muchachos. Es una experiencia maravillosa”.

Sin embargo, el arquitecto López Padilla empieza a trabajar mucho antes, siendo adolescente. Desde la escuela secundaria decidió que quería ser arquitecto; así, se matriculó en una escuela de dibujo arquitectónico y en la preparatoria se buscó un trabajo. “Si eso es trabajar; era un decir. Anduve en varios despachos al principio y, preparaba el café y le pegaba los sellos a los planos. Y yo quería dibujar”. Más tarde, ya en la Facultad, el arquitecto Humberto Ricalde, por aquel entonces su maestro de dibujo, lo presenta con Augusto H. Álvarez y así fue como se quedó trabajando con él por varios años. Ahí conoció a un joven arquitecto que también laboraba en el taller, Luis Sánchez Renero, quien un día le pide que lo ayude en un pequeño despacho que tenía montado. Fue un domingo cuando

Sánchez Arquitectos y Asociados

Obra representativa

Flora 16, México, D.F. 1986.
 Mercado Público San Ciprián, México, D.F. 1989.
 Vivienda pública, México, D.F. 1997.
 Paradero Zaragoza, México, D.F. 1991.
 ITAM Posgrado, México, D.F. 1991.
 Ámsterdam 120, México, D.F. 1992.
 Instituto de Ingeniería, UNAM. México, D.F. 1996-2002.
 Escuela Bancaria y Comercial, calle Hamburgo, México, D.F. 2003
 Plan urbano de la ciudad de Campeche. 2004.

empezó a trabajar con él. Corría el año de 1973. “De esa fecha para acá hemos estado juntos. Primero, desde luego, fui dibujante, hasta que años más tarde me invitó a ser socio del despacho junto a los demás. Desde entonces hemos trabajado ininterrumpidamente”.

Pero el deseo de comunicar que lo llevó a las aulas, le impuso también la necesidad de escribir. “Esto de escribir, como muchos, empieza desde luego con la poesía. La vida lo lleva a uno a la poesía necesariamente... Resulta que cuando empecé a dar clases había muy poca información, y no había por ejemplo, una materia consolidada de arquitectura mexicana contemporánea. Entonces, yo dije: yo quiero dar eso. No había muchos libros e incluso, las clases, las daba yo en los lugares; enfrente de una obra de Augusto o de Barragán. Y se publicaba muy poco. Entonces esta información de lo que yo veía, de pronto tuve la necesidad de comunicarla”. Fue así que al acercarse a Salvador Pinoncelly, coordinador en ese entonces de una página que tenía el Colegio de Arquitectos como parte de un suplemento en *El Excelsior*, publicó su primer artículo. El tema; fue el edificio de la Bolsa Mexicana de Valores. Cuando la página desapareció tocó puertas y escuchó cualquier cantidad de negativas, hasta

que al toparse con Víctor Roura, editor de la sección de Cultura de *El Financiero*, obtuvo nuevamente un espacio. De aquello hará ya unos 12 años.

“Me gusta mucho escribir sobre arquitectura contemporánea mexicana. Me motiva el que la gente conozca las obras. Que sepa que la obra ahí está, que la hizo fulanito de tal y que puede tener determinados valores, desde mi perspectiva. Se me quedó la costumbre de ir por la calle y si me llamaba la atención una obra, me bajo, me meto, la recorro, platico con las gentes que van a estar ahí, busco los planos y después escribo. Y nunca empieza uno de cero. Parte uno de la experiencia”.

El ideario

“Yo siempre he creído que la arquitectura antes que nada es un servicio. Si la arquitectura no cumple el ser un lugar en donde la gente se pueda proteger, en donde la gente pueda sentir seguridad; en donde no sienta que ahí pueda desarrollar sus capacidades creativas y de toda naturaleza; si eso no se cumple, entonces nada tiene sentido. Y hay una parte artística, desde luego, y una parte científica... Pero no podemos entender la arquitectura sin la gente. Lo más importante es la gente.

Hoy día, las condiciones han cambiado. Con toda esta idea de la

globalización y del neoliberalismo, incluso la noción de los despachos mismos ha cambiado. Ya la idea del despacho con los arquitectos, es hasta un poco romántica y obsoleta. Hoy en día en el mundo como en México, va siendo cada vez más clara la presencia de que son empresas. La tendencia, son empresas que se dedican al desarrollo que implica la arquitectura. Empresas multidisciplinarias que implican grupos financieros, grupos sociales, grupos políticos, grupos jurídicos, grupos de ingeniería; en donde están arquitectos.

Entonces esa realidad, pues ha llevado a que la arquitectura mexicana esté como parte de este movimiento en donde la característica fundamental es la aceptación de la diversidad. Eso me parece muy importante, lo veo como un signo muy positivo. Entonces me puedo encontrar con que existen diferentes manifestaciones de la arquitectura, que tienen valores diferentes y que además la propia dinámica compleja de las ciudades

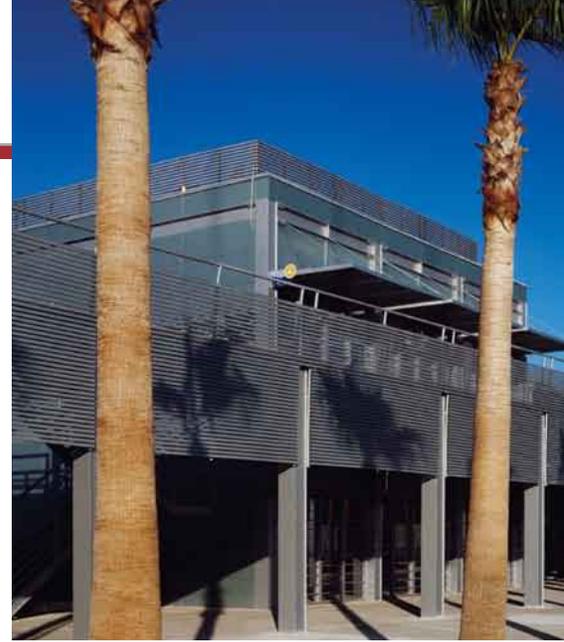
por su propia naturaleza, permite que estas cosas se den. De aquella visión romántica, utópica, esquemática, del movimiento moderno de la zonificación y del orden riguroso existe muy poco en las ciudades. Y nuestro país, no es ajeno a eso. Entonces México está viviendo un momento importante. Creo que incluso la diferencia que había a veces, entre lo que se hacía en el mundo y México, se ha reducido mucho y en este momento existe la capacidad y la seriedad profesional para hacer proyectos de distinta naturaleza, de distinta escala, de manera muy semejante a lo que se está haciendo en Miami. Y sí vale la pena de tanto en tanto hacer un alto en el camino y pensar si eso es lo que queremos. Si eso es lo que corresponde con nuestra economía, con nuestra cultura, con nuestra manera de ver la sociedad; la familia. Si así queremos vivir... Pero vale la pena el decir bueno, ¿queremos seguir por ese camino o queremos irnos por uno que imaginamos que podría ser más congruente con nosotros?"

El concreto desde la visión del experto

"Creo que el concreto ha tenido una presencia importantísima en el desarrollo de la arquitectura moderna; todo el siglo XX y lo que va de éste. Y lo seguirá teniendo. Creo que es un material fundamental en el desarrollo de la ingeniería y de la arquitectura.

Puede tener presencias distintas, pero incluso el concreto siempre está presente. De una o

Instituto de Ingeniería UNAM.



de otra manera. Incluso en estas arquitecturas vítreas o metálicas porque necesariamente necesitan al concreto. Sin embargo, me parece que el concreto es un material que tiene enormes posibilidades de tener presencias mayores como lo ha tenido a lo largo de la historia. Y el concreto ha avanzado de manera interesante también. De aquella idea de ser un material complementario a ser un material de una fuerte presencia estructural y formal. Las calidades que hay en la actualidad de concreto, son fantásticas. Antes, las posibilidades de resistencia eran limitadas. Hoy existen concretos para condiciones diferentes y con unas capacidades de carga sorprendentes... Y va a haber muchas diferencias con esto del concreto transparente. Puede tener muchas posibilidades. Nosotros hemos experimentado con el concreto aunque no como presencia absoluta y dominante. Seguimos en esta idea en que se decía que el concreto era el material; la piedra del siglo XX. Pienso que habría que insistir en los criterios de sustentabilidad.

Y vuelvo a insistir, el concreto es un material fantástico desde el momento en que yo lo puedo moldear. Pensar aquí en México en la experiencia de Candela con el uso de los cascarones de concreto, me parece muy importante y curiosamente es una línea poco explorada en la arquitectura mexicana..." ©





Pisos industriales de primer mundo

Recientemente terminó la construcción de una magna obra: el Centro de Distribución de la cadena de autoservicios Comercial Mexicana, que tiene una superficie total de 30 mil metros cuadrados.

Juan Fernando González G.

No hay duda de que el mundo entero se mueve por los caminos que le marca la ciencia y la tecnología, y ello es particularmente trascendente para la industria del cemento y el concreto, ya que al paso de los años se ha convertido en un pilar de la economía nacional. Ya sea porque las empresas mexicanas se han preocupado por estar a la

vanguardia del desarrollo tecnológico, o porque guardan relaciones estrechas con compañías líderes en el mundo que les transfieren parte de la sabiduría que se origina en sus centros de investigación y desarrollo.

Un ejemplo claro que marca la distancia que tenemos con los países industrializados es la utilización del concreto de contracción compensada, el cual es eficaz materia prima para la instalación de pisos industriales de gran envergadura, toda vez que elimina las molestas juntas que existen entre cada uno de

los módulos sin que exista el riesgo de que surjan fisuras o grietas.

El desarrollo de este tipo de concreto se basa en la utilización de un aditivo que se conoce como elemento K, el cual produce un cemento expansivo que se puede utilizar en grandes extensiones de terreno. En México, lamentablemente, el conocimiento sobre este material es escaso aunque existen ya ejemplos representativos de sus alcances.

El concreto en los centros comerciales

En marzo del 2008, culminó la construcción de una obra monumental que tardó en desarrollarse 14 meses. Se trata del Centro de Distribución de la cadena de autoservicios Comercial Mexicana, el cual se encuentra instalado en la zona industrial de Vallejo, en la ciudad de México, en una superficie total de 30 mil metros cuadrados.

Comercial Mexicana, uno de los consorcios comerciales más grandes del país –propietaria también de las tiendas Office Max, Bodegas Comercial Mexicana, Restaurantes California, Sumesa y las tiendas Al Precio–, entregó el contrato de su centro de distribución a Construimuebles, compañía constructora sumamente reconocida que frecuentemente realiza este tipo de edificaciones.

El ingeniero civil Guadalupe Hernández Ramírez, residente de obra de la mencionada empresa, tuvo bajo su responsabilidad la supervisión del inmueble y la colocación de los pisos de contracción compensada. Por ello, nadie mejor para relatar a *Construcción y Tecnología* los pormenores de esta verdadera aventura y hablar de la importancia que tiene el concreto en la construcción de este tipo de instalaciones.

“El concreto es un elemento constructivo importante en todos los





proyectos; y sin embargo, no tiene palabra, según escuche hace unos años". Así empieza su relato el joven ingeniero egresado del Instituto Politécnico Nacional, quien dice que cuando construyen una tienda de autoservicio el volumen promedio de concreto que se utiliza se encuentra en el rango de entre 3 mil y 4 mil metros cúbicos, lo cual depende de la propia magnitud del almacén, de la extensión de su estacionamiento, de los pisos que se construyan, etcétera.

El concreto está presente prácticamente en todas las etapas de construcción, dice el especialista, quien señala que "después de preparar la superficie elegida, de limpiarla y afinarla, y ya cuando la plataforma está en el nivel de proyecto empezamos con la ejecución de las cimentaciones. Aunque existen diferentes métodos constructivos, aquí, en el centro del país, hacemos una cepa para alojar un elemento de cimentación aislado; hablamos de una zapata aislada, o bien, de una zapata corrida, y hacemos una excavación con equi-

po mecánico, afinamos el fondo y las paredes de la excavación y colamos una pequeña plantilla de concreto pobre, lo que implica la resistencia más baja, de 100 kilogramos sobre cm^2 , que tiene como función impedir que el acero entre en contacto con la tierra porque se puede pudrir.

Luego pasamos a un concreto de 250 kg cm^2 , que es el tipo que normalmente se utiliza para los elementos de cimentación: zapatas, contratrabes, dados de cimentación y losas invertidas. Los cimientos que colamos normalmente son aislados, se cuela el elemento y se hace el montaje de la estructura metálica. Cuando se trata de tiendas a nivel de piso son pisos armados con malla, con una resistencia a 200.

Si hacemos un piso en un nivel superior sobre lámina tipo losa acero, entonces también recurriremos a un concreto de 200. No se requiere mayor resistencia, toda vez que se busca que la lamina losa acero cubra un porcentaje de los requerimientos en carga, dejando

otro poco al acero de refuerzo y otro poco a la capa de compresión de concreto", afirma.

Monumental centro de distribución

El Centro de Distribución de Comercial Mexicana se planeó para que tuviera un piso sin fracturas y con el menor número de juntas constructivas. De este modo, evitarían la acumulación de moho y bacterias, lo que era obligado por la naturaleza de los productos que almacena. Un punto fundamental a considerar eran las temperaturas que habría en dicha estructura, las cuales alcanzan en algunos sectores menos de 22 grados centígrados.

Tras algunas pláticas con diversas empresas dedicadas a la fabricación de concreto, la constructora a cargo del proyecto se reunió con representantes de Latinoamérica de Concreto (LACOSA) para saber todo lo relacionado con el concreto de compactación compensada, el cual tenía todos los atributos tecnológicos que requería la obra

que estaban por iniciar. Así las cosas, tras una serie de preguntas y dudas sobre el comportamiento del concreto en referencia se pactó realizar una prueba preliminar para demostrar los alcances del nuevo material. LACOSA dispuso un terreno de 20 metros de largo por 6 de ancho (el tamaño máximo recomendable para la aplicación del concreto de compactación es de 30 x 30), ubicado en una de sus plantas.

“La piedra que se coló tuvo el margen último; es decir, una relación 3 a 1, y en dichas circunstancias no es tan recomendable porque lo ideal es que se trate de un cuadrado de 30 x 30, 25 x 25 o 20 x 30. Además, hay que señalar que el suelo en que se iba a aplicar la prueba no tenía el sustento del suelo que teníamos en el centro de distribución. Es decir, que el piso de la concretera tenía arena y grava”, explica el representante de Construinmuebles.

Paso a paso

El ingeniero Hernández Ramírez relata pormenorizadamente cada uno de los acontecimientos de ese día: “La primera unidad que tiró el concreto no tardó ni dos minutos en llegar desde el sitio donde cargó. Se empleó la fórmula al cien por ciento. Es interesante decir que se cuidó que el aire que entrará a la zona no traspasara el 3%, con sus respectivos márgenes hacia arriba y abajo, ya que dicha variable puede intervenir en el comportamiento del concreto que se espera.

El concreto de la primera unidad era pastoso, por lo que se extendió con muchas dificultades. Este primer intento nos dejó muchas dudas e incertidumbre porque el concreto no era manejable”, rememora el especialista, quien afirma que en ese momento pensó que lo prometido no se podría llevar a la práctica.

“La segunda olla fue más manejable y la tercera se extendió bien, de tal forma que la gente empezó a darle el pulido. Estábamos a la intemperie con el calor normal de la zona –más o menos 25 grados– con corrientes de aire en un piso granulado; es decir, en condiciones poco favorables. Dejamos que el concreto reposara una semana; se le agregó agua y se le cubrió con plásticos para evitar que el piso tuviera un secado abrupto y perdiera rápidamente la humedad”, afirma.

“Cuando regresamos a ver la muestra descubrimos un piso blanquecino, muy atractivo a la vista, aunque al entrar en contacto con el oxígeno desapareció el tono claro. Fue entonces, dice el entrevistado, que se lavó la superficie para detectar si había fisuras o mapeo, “y sí, desafortunadamente apareció lo que conocemos como piel de cocodrilo”.

Los valores especiales de este concreto no convencían. La gente de LACOSA defendía el producto y hacía referencia a que las condiciones en que se había efectuada la prueba no fueron propicias. “Su actitud fue positiva y en todo momento nos mostraron confianza y respaldo. Me aseguraron que el comportamiento del material sería diferente cuando coláramos los pisos en el centro de distribución, pero la verdad es que me quedé inquieto”.

Un desenlace feliz

Todo estaba en contra de LACOSA porque la constructora encargada del súper almacén tenía pactados sus tiempos y el retraso en la obra podía llevarla a tener pér-



didias considerables. No obstante, se dio un voto de confianza a la concretera para tener una nueva prueba sólo que ahora, directamente en las instalaciones del Centro de Distribución.

“Hicimos una piedra de unos 300 m², sin paso de aire y sol; para evitar al máximo la fricción entre el piso de soporte y la capa de concreto se le adicionó una capa de polietileno

a toda la superficie, la cual estaba perfectamente nivelada, con su plástico, un armado de varilla de media cada 40 centímetros y una sola capa en el tercio al 20 de espesor”. La prueba fue todo un éxito, por lo que se dio el banderazo para que se empezaran a colar cada uno de los tramos (18 en total). No había tenido este tipo de experiencias y tampoco la constructora para la que trabajo”, dice el ingeniero Hernández Ramírez, quien afirma de manera categórica que “son pisos que sí funcionan, muy estéticos y sin cortes. Se trata de piedras enteras, bonitas y limpias que evitan que haya modulación. Sabíamos que estas piedras iban estar sometidas a temperaturas muy bajas, y que sólo en el 10% de la superficie escaparía al frío. Así es porque en el área de almacenamiento de frutas y verduras la temperatura es de 5 grados, hay otra, en la que se alojan refrigeradores de cien metros de largo por 15 de ancho, en la que hay un clima permanente de -3 grados, y una más en la que el frío llega a -23 grados. ¿Qué piso podría soportar estas temperaturas sin sufrir de grietas o fisuras? Sólo conozco éste, el de contracción compensada, una experiencia que nos hizo crecer profesionalmente”, concluye Hernández Ramírez. **C**

"Estación 9", Todd Williams,
Estados Unidos.

Este año se cumplen cuatro décadas de que México se presentó al mundo a través de los juegos olímpicos, a través de un sentido creativo, aportando los conceptos que actualmente rigen las justas olímpicas.



40 años de arte urbano en

Francisco Ortiz Monasterio

Fotos: Cortesía Patronato Ruta de la Amistad,
(Lourdes Grobet/Archivo Pedro Ramírez V.)

Fue en octubre de hace 40 años que en México se gestó este ambicioso proyecto; el de llevar a las calles el arte, reinventar la esencia griega de los juegos olímpicos, al proponer una olimpiada cultural y dos semanas de juegos atléticos. Entre los proyectos más importantes estuvo la Ruta de la Amistad, ideada por Mathias Goeritz y Pedro Ramírez Vázquez. Se trata de un corredor escultórico, el más grande del mundo, de 17 kilómetros de longitud y conformado por 19 obras artísticas constituidas en su mayoría en concreto.

La Ruta de la Amistad se concibió como un espacio en donde las obras, realizadas por artistas de los cinco continentes, se colocarían a una distancia de 1.5 kilómetros, sobre un valle de piedra volcánica enmarcado por una peculiar vegetación.

Las 19 obras tienen entre 7.90 y 22 metros de altura. Entre los autores podemos encontrar los nombres de destacados artistas como,

Ángela Gurría, de México; Willy Guttman, de Suiza; Constantino Nivola, de Italia; José María Subirachs, de España y Alexander Calder, de Estados Unidos, entre otros. Cabe decir que originalmente, la Ruta de la Amistad tuvo como objetivo, el promover los valores culturales de los Juegos del 68, a la vez de servir como enlace de cada uno de los distintos escenarios olímpicos.

Del furor al olvido... y su recuperación.

Tras el paso de los Juegos Olímpicos se desvaneció el entusiasmo por la Ruta de la Amistad. El abandono, desinterés, la contaminación, la

siembra desmedida de árboles; en resumen, la mala planeación urbana posterior llevó al abandono y deterioro de las esculturas.

Teniendo como idea fundamental la restauración a fondo y la conservación de las obras, se conformó a mediados de 1994, el Patronato Ruta de la Amistad —a cargo de Luis Javier de la Torre González—. Se trata de una asociación comprometida que intenta crear un futuro con base en el esfuerzo de mexicanos comprometidos con el ideal original de la Ruta.

Tertulia de Gigantes,
Joop J. Beljon,
Holanda.



Esferas, Kioshi Takahashi, Japón.



Bayer en la Ruta de la Amistad.

Partiendo del lema "Bayer también es cultura", es como este consorcio se integra activamente en el proyecto de conservación de la Ruta de la Amistad, aportando básicamente desarrollo tecnológico e investigación en productos para la conservación de las esculturas, tal es el caso de la pintura antigraffiti, que actualmente recubre a las obras.

A decir de Luis Ramón Ochoa, representante de Bayer Material Science para el proyecto "Ruta de la Amistad", el apoyo del consorcio alemán surgió luego del acercamiento por parte del Patronato Ruta de la Amistad que logró empatarse con los intereses de Bayer en la conservación del patrimonio cultural, específicamente uno tan importante como lo es la ruta para nuestro país.

En entrevista para *Construcción y Tecnología*, Ochoa, acotó que el apoyo al patronato fue respaldado casi inmediatamente por Andreas Mayer Nader y por el dr. Lothar Kahl, directivos en ese entonces de Bayer Material Science, quienes luego de platicar con el Patronato tomaron la determinación de apoyar el proyecto a través del desarrollo de la pintura antigraffiti para las esculturas. Así, Bayer aportó la tecnología y en asociación con pinturas Nervion, desarrolló los colores antigraffiti que recubrirían las 19 obras de la Ruta de la Amistad.

Con una visión a futuro, y con la premisa de apoyar y mantener los espacios culturales, Bayer se comprometió a dotar de la pintura antigraffiti al proyecto de restauración y conservación de la Ruta de la Amistad, desarrollando una resina poliéster, conocida como *Easy to clean* la cual, con el apoyo de pinturas Nervion, mezcló para dar origen a un nuevo producto, decorativo, resistente y de gran durabilidad.

Actualmente, señala Ochoa, la resina se hace con base en un solvente de agua, comprometiéndose de esta forma con la ecología, a la vez que respalda el proyecto de restauración y mantenimiento del Patronato.

En las características de esta pintura antigraffiti, encontramos que prácticamente puede adaptarse a cualquier color, otorga resistencia a la corrosión y contaminación, y es de gran durabilidad, lo que permite ahorrar en el mantenimiento. Asimismo, esta pintura antigraffiti es resistente a químicos y a la abrasión, aunado a su durabilidad, que de inicio, señala, Ochoa, la pintura puede durar hasta 10 años sin problemas de desgaste.

concreto

El proceso de restauración de la Ruta inició en 1996, con el programa Adopta una Obra de Arte, que busca fundamentalmente –según comenta Luis Javier de la Torre– restaurar y conservar las obras y su entorno, así como revalorar las esculturas, reutilizarlas y recuperar en parte, la ecología urbana de la región. Dicho proyecto propone la restauración de las obras una por una; esto con la finalidad de facilitar la obtención de recursos, que desafortunadamente se enfrenta a la barrera del desconocimiento, ya que es sabido que en nuestro país, la cultura se encuentra en un segundo plano.

A decir de Luis Javier de la Torre, la Ruta de la Amistad es un proyecto ideado, creado y producido en nuestro país, con ayuda de algunos extranjeros, sí, pero esencialmente mexicano. Sin embargo, prácticamente a nadie le interesó el proyecto, más allá del momento en que se presentó en 1968. Es por eso, dice el fundador del Patronato, que uno de los



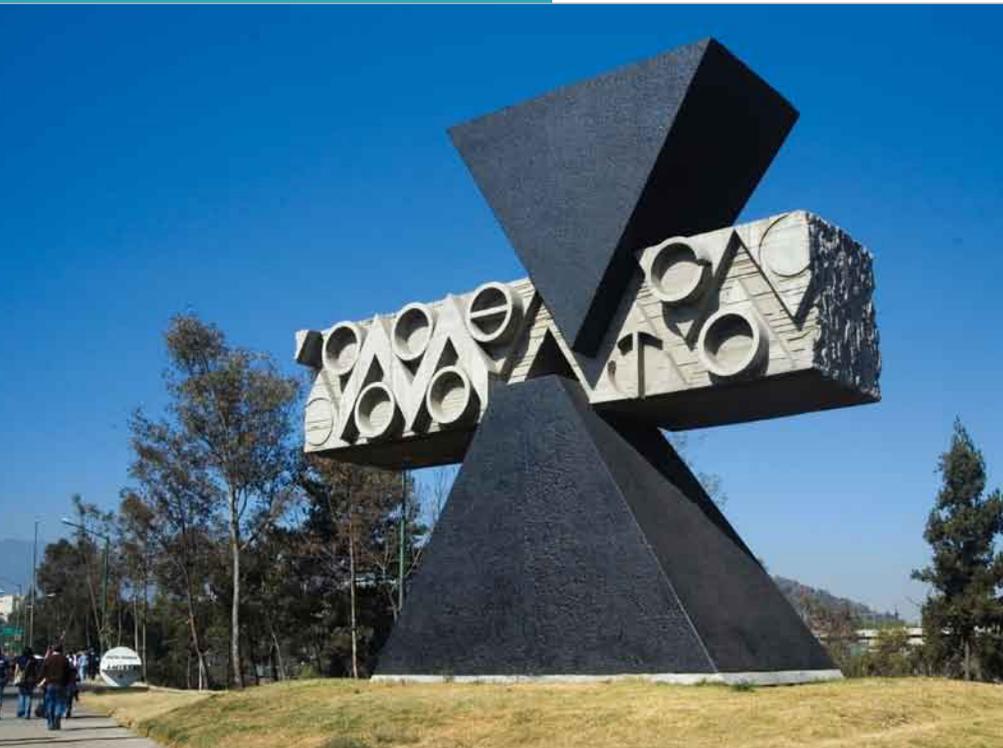
"Estación 17", Mohamed Melehi, Marruecos.

primeros pasos es luchar por que la sociedad revalore el proyecto, y de ahí iniciar la restauración y algo aún más importante: la conservación.

Los diferentes aspectos

Conformado de tres partes, el proyecto inicia con la restauración de las obras, seguido de la conservación y recuperación de los entornos y el uso de las esculturas; es decir, aprovechar los espacios culturales, en este caso las esculturas, como punto de reunión y dar pertenencia a través de la invitación de nuevos artistas que desarrollen conceptos con la escultura además de generar un vínculo entre las obras originales y las nuevas propuestas artísticas.

De la Torre González hace énfasis en que parte del proyecto es el de la recuperación de la ecología urbana. –¿A qué se refiere con esto?: "Sencillo –comenta– buscamos recuperar la flora y las plantas del Pedregal que dejaron de existir hace mucho tiempo".



México, José María Subirachs, España.



El Sol Bípodo, Pierre Székeli, Francia.

La idea es recuperar la ecología urbana de la ruta que para fines prácticos, está segmentada en dos partes: la zona del Pedregal, que se extiende de San Jerónimo a Viaducto Tlalpan, y la segunda, la zona de Humedales, que va de Tlalpan a Cuernavaca. Parte importante con esta recuperación ecológica, plantea de la Torre González, es recuperar las especies endémicas y a su vez crear espacios visuales que ayuden a la recuperación, en pequeña proporción, de los mantos acuíferos. Asimismo, se tiene previsto que con el proyecto se genere un jardín biológico en medio del Periférico, el cual además será auto sustentable.

La importancia de la Ruta de la amistad renace del olvido y se ha convertido en un dador de vida de nuevos proyectos creativos, así como en el reordenamiento vial y del tránsito de la gente, fomentando una nueva cultura social.

Tan actual como en 1968, la Ruta de la Amistad se ha integrado a la modernidad y al crecimiento

de la ciudad, actualmente marca una referencia en cuanto a desarrollo urbano, y ha demostrado que luego de permanecer en el olvido, se puede adaptar al siglo XXI. Tal es el caso de la escultura de Ángela Gurría, en la primera estación, ubicada en San Jerónimo, que logra integrarse con los nuevos proyectos urbanos, como el de los segundos pisos.

¿Quiénes participan y qué hacen?

Esencialmente, señala Luis Javier de la Torre, en la restauración y mantenimiento de las estructuras que conforman la Ruta de la Amistad participan, diversas empresas. Sin embargo, cada una de las 19 obras tiene un "padre adoptivo", que es quien aporta los recursos económicos y materiales para el restablecimiento y mantenimiento. Los participantes, dice el entrevistado, aportan recursos que se dividen porcentualmente, para la restauración y para un fideicomiso que servirá para

el mantenimiento posterior de las obras y su difusión.

Participantes importantes son, señala el fundador del patronato: Bayer Material Science que en conjunto con Pinturas Nervion, desarrollan la pintura antigraffiti, con la cual están dotadas todas las esculturas, y que a su vez las protege contra la contaminación y permite sean lavadas constantemente. A estas dos empresas se suma Karcher México, encargada de la limpieza de las esculturas, y de retirar el concreto en mal estado y posteriormente reponerlo.

Es importante que gracias al apoyo de estas tres empresas, comenta de la Torre González, se ha logrado erradicar prácticamente el graffiti de todas las esculturas que conforman la Ruta de la Amistad, y en contados casos, cuando llega a ocurrir alguna pinta, el Patronato envía a un grupo de asistencia para realizar la limpieza inmediata de la obra.

En esta tarea, colabora de igual forma la comunidad aledaña a las esculturas, quienes al hacerse partícipes protegen las esculturas,

Reloj Solar,
Grzegorz Kowalski,
Polonia.



Datos de interés

En la construcción de la mayoría de las piezas escultóricas que conforman la Ruta de la Amistad se desarrollaron varios sistemas constructivos. Uno de éstos consistió en el colado de los elementos monolíticos, apoyándose con un refuerzo de acero estructural y cimbra de madera. Por su parte, otras piezas fueron hechas con concreto lanzado sobre malla metálica y electrosoldada, con barras de Ø 3/16 pulgadas y soportes de soleras y viguetas I.



La Osa Mayor, Mathias Goeritz, México.



Torre de los vientos, Gonzalo Fonseca, Uruguay.

que ya consideran suyas, y en caso de alguna anomalía la reportan directamente al Patronato. Cabe decir que al proyecto, se sumó la Unidad Antigraffiti de la Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal, que apoya en el mantenimiento y erradicación del graffiti en las obras y paredes de la ciudad.

Una responsabilidad

Al hablar del proceso de restauración, Luis Javier de la Torre hace énfasis en que los únicos autorizados para realizarlas es el mismo Patronato Ruta de la Amistad, pues la Ruta se encuentra bajo un comodato legal. Deja en claro que en ocasiones, cuando ha sido factible, han traído a los mismos creadores a México para que sean ellos quienes restauren las obras. De no ser posible la presencia del artista, las restauraciones se hacen con base a los archivos con que cuenta el Patronato, utilizando siempre colores básicos, para evitar complicaciones en un futuro.

Los trabajos van más allá, pues actualmente el Patronato trabaja en la creación de un archivo, un acervo con los datos exactos de



El Ancla, Willi Gutmann, Suiza.

cada una de las piezas, en donde se plasman las especificaciones de cada obra y su mantenimiento. Conjuntamente con el Gobierno de la Ciudad de México buscan el definir los espacios que han ido ganando y queden legalmente establecidos, para que no puedan ser alterados, que queden como Patrimonio Artístico de la Nación.

El proceso de rescate

El primer paso es lavar a presión la estructura con detergentes biodegradables, con la finalidad de remover las capas de pintura, que pueden llegar a 18 cm. Con agua a presión también se remueve el concreto en mal estado. Posteriormente se retiran o reacondicionan las varillas que quedaron expuestas para luego recubrir con concreto el área en reparación. Finalmente, luego de restablecer la estructura, se aplican selladores y la pintura antigraffiti, que dará color a la obra y quedará como originalmente fue concebida. **C**

EL CONCRETO PREMEZCLADO DE IBEROAMÉRICA



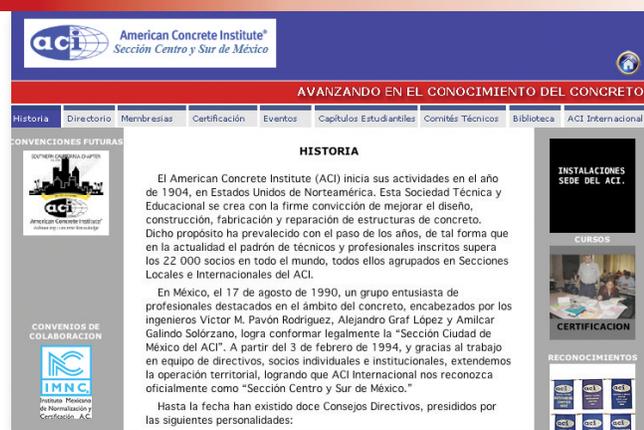
www.hormigonfihp.org/

En la página web de la Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado (FIHP) nos podemos enterar que se trata de una "organización sin fines de lucro, de carácter civil y regional, que agrupa a las asociaciones nacionales o empresas pertenecientes a los países de Latinoamérica y la península Ibérica, dedicadas a la elaboración de concreto premezclado, con el ánimo de intercambiar experiencias, realizar actividades para promocionar el uso del concreto y el crecimiento de la industria". Entre sus objetivos están: agrupar a las asociaciones nacionales o empresas que se dediquen a la elaboración de concreto premezclado; facilitar el intercambio

continuo de información, experiencias y opiniones.; fomentar la realización de congresos; publicar boletines informativos y estadísticos y difundir el uso del hormigón elaborado.

En la página de esta Federación podrá encontrar una reseña histórica de la agrupación; la lista de sus afiliados; las denominadas "Horminoticias", con noticias de la industria del concreto premezclado. También destaca la sección "Hormigón", donde se dan aspectos generales del producto, su historia y consideraciones diversas. c

CAPÍTULO MÉXICO



www.acimexicosc.org/pages/historia.html

El American Concrete Institute (ACI) nació en 1904 en los Estados Unidos de Norteamérica con la convicción de mejorar el diseño, construcción, fabricación y reparación de estructuras de concreto. Dicho propósito ha prevalecido con el paso de los años, de tal forma que en la actualidad el padrón de técnicos y profesionales inscritos supera los 22 000 socios en todo el mundo, todos ellos agrupados en Secciones Locales e Internacionales del ACI.

En México, fue el 17 de agosto de 1990 cuando un grupo entusiasta de profesionales destacados en el ámbito del concreto, conformó legalmente la "Sección Ciudad de México del ACI". A partir del 3 de febrero de 1994, y gracias al trabajo en equipo de directivos, socios individuales e institucionales, se extendió la operación territorial, logrando que ACI Internacional reconozca oficialmente como "Sección

Centro y Sur de México."

Sobre la labor que desarrolla esta sección del ACI, usted puede encontrar información en su página web, la cual presenta entre otras secciones: la de "Membresías", "Certificación", "Eventos", "Capítulos estudiantiles", "Comités técnicos", "Biblioteca", así como un vínculo con el ACI Internacional. Sin duda alguna, la página ayuda al cibernauta a conocer un poco más de lo que este renombrado instituto está haciendo en esta región. c

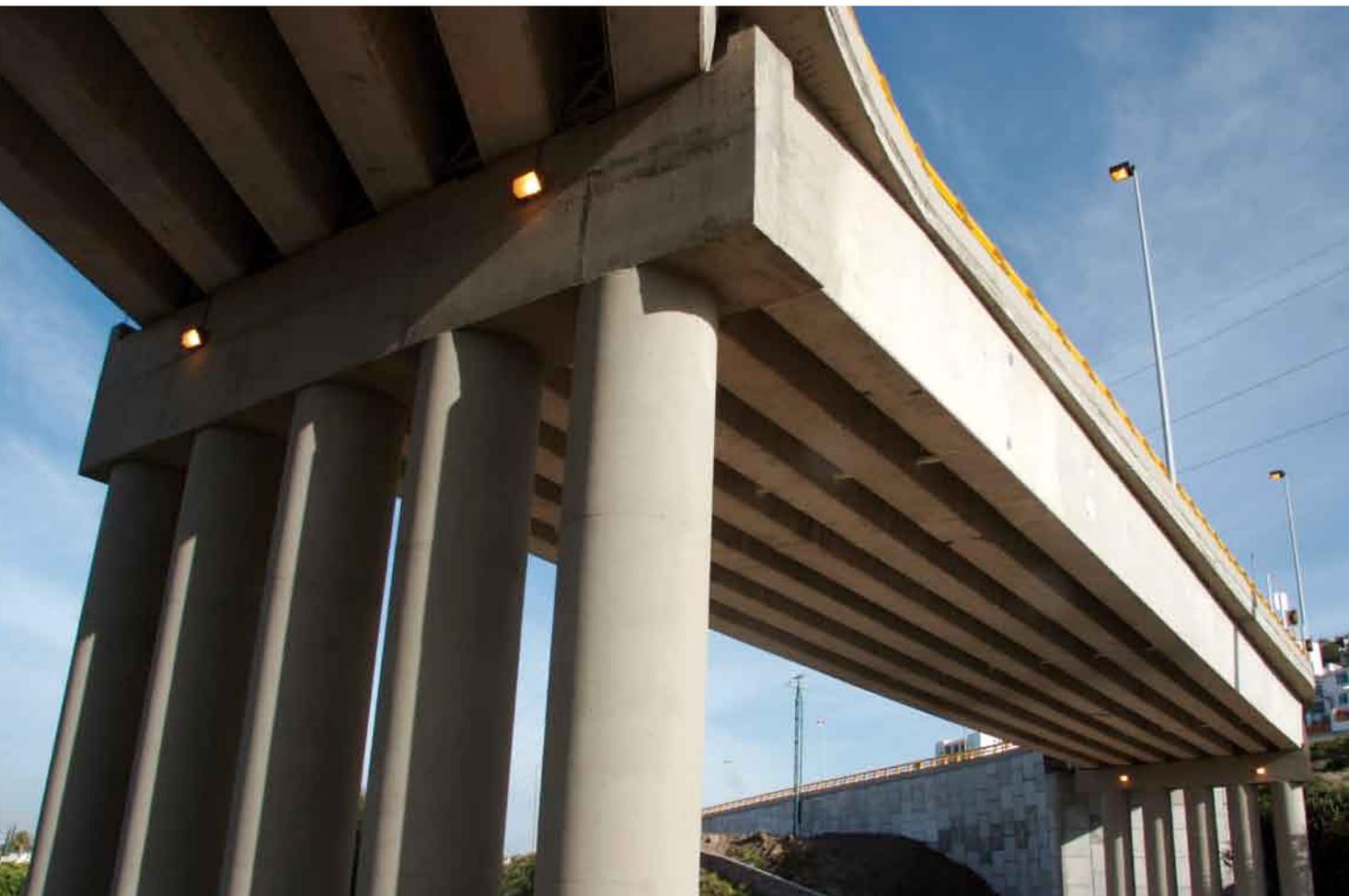
Soluciones para grandes claros

Desarrollar grandes claros es un sueño hecho realidad en la actualidad pues existen empresas que están generando este tipo de espacios a través de los prefabricados.

Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía SEPSA

Servicios y Elementos Presforzados, SA de CV (SEPSA) es una empresa mexicana que fue fundada en 1961, fecha desde la cual se ha comprometido a desarrollar nuevas tecnologías y sistemas que permitan resolver diversos problemas estructurales a nivel constructivo. En su historia se le reconoce por ser una de las empresas que más ha revolucionado la construcción de puentes mediante el empleo de prefabricados y su oferta de productos estructurales. *Construcción y Tecnología* sostuvo una breve pero interesante entrevista con el ing. David F. Rodríguez, gerente de proyectos de esta empresa quien comentó acerca de la generación de soluciones en la creación de grandes claros a través de la prefabricación estructural.



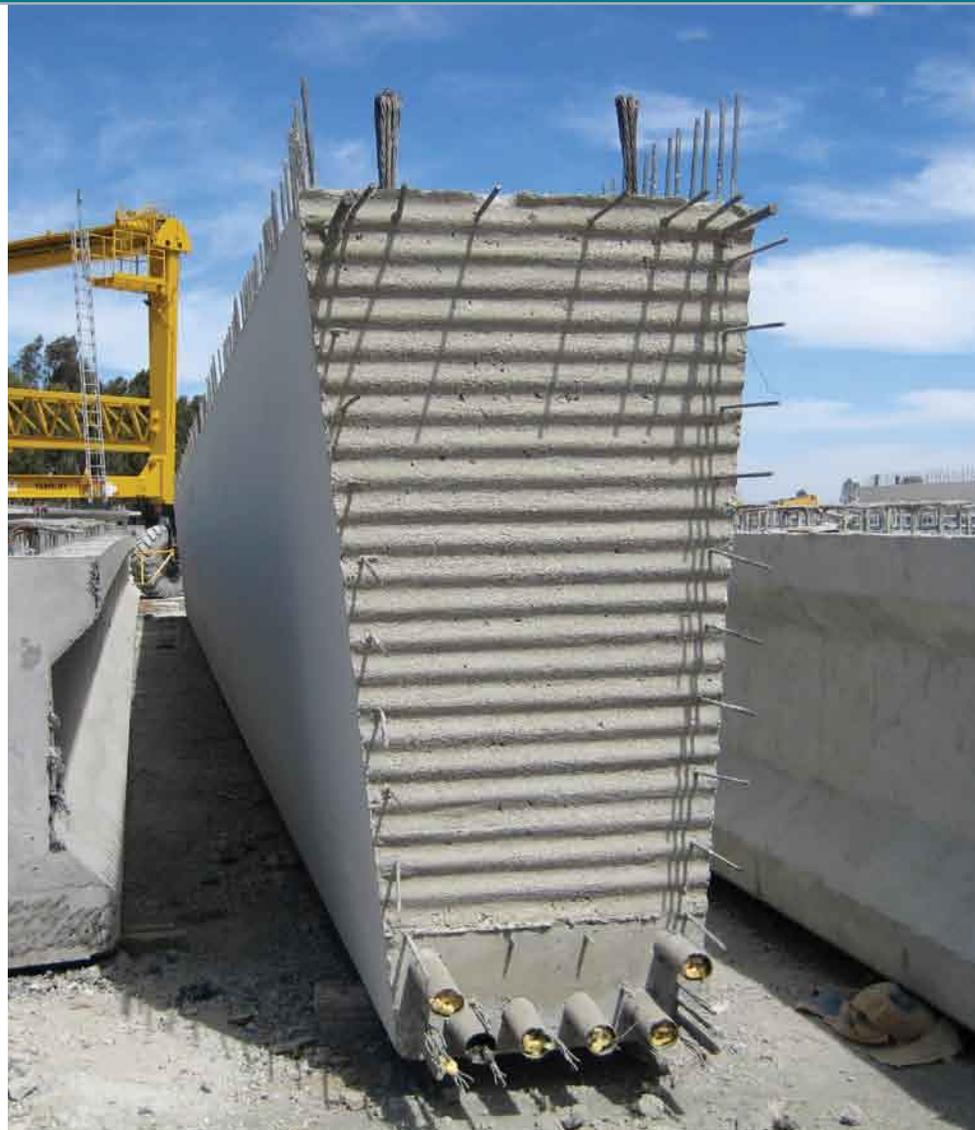
■ ¿Cómo se enfrenta el reto constructivo de generar grandes claros, por ejemplo, en puentes?

“En SEPSA hemos utilizado una técnica para el uso de traveses prefabricadas en puentes de claros de entre 40 y 50 metros. Cuando los proyectos requieren de traveses cuya longitud rebasa las capacidades de los equipos de transporte y/o montaje, o que las carreteras entre la planta de prefabricados y la obra no permita circular con vigas con exceso de longitud por lo cerrado de los radios de curvatura, hemos propuesto y perfeccionado el uso de traveses segmentadas, uniéndolas en obra mediante postensado. Este tipo de técnica ha sido un éxito en puentes construidos en varios municipios de la República Mexicana, donde por la lejanía de la obra con un centro urbano se dificulta el suministro de los materiales de buena calidad necesarios para el colado de estos elementos con presfuerzo activo ya que como señalé, es complicado llevar a la obra, las traveses con la longitud requerida en el proyecto”.

■ ¿Cuáles son las principales características de estos elementos estructurales?

“El uso de traveses segmentadas nace del mismo principio utilizado en las traveses postensadas pero aplicado a elementos prefabricados. Hago notar que el inducir esfuerzos al concreto que ocasionan una contraflecha a las traveses, opuesta a la deformación que van a tener por la aplicación de las cargas a las que se verán sometidas durante su vida útil, se inició de manera práctica con el postensado de los elementos dado que no se tenían los muertos o collarines de anclaje de las plantas prefabricadoras modernas. De tal forma se colaban las traveses dejando ductos ahogados dentro del concreto, una vez endurecido éste, se colocaban cables de alta resistencia por los ductos y se tensaban anclándolos en los extremos de la trabe, con ello se proveía al concreto un estado de esfuerzos de compresión que permitía que la trabe resistiera mayores cargas, con menos materiales.

Así es que con esta base y con el fin de ahorrar tiempos en la construcción de puentes que tenían las condiciones ya explicadas, propusimos el prefabricar



segmentos individuales de traveses que formarían grandes claros, pero que tuvieran la longitud y peso adecuados para utilizar los equipos de transporte y montaje tradicionales, y que su longitud fuera la necesaria para poder ser transportadas al lugar de la obra independientemente de las condiciones del camino. Cada uno de los segmentos de la trabe se diseña de acuerdo al claro total donde formarán parte, además del diseño individual que requieren para ser transportados y manejados en el lugar de la obra”.

■ ¿Cuál es el principal reto de dar solución a este tipo de proyectos?

“Los grandes claros en puentes quedan definidos por el proyecto cuando los accidentes topográficos requieren para ser salvados de elementos con longitudes tales que resulta difícil o imposible el poder llevarlos a la obra con prefabricados tradicionales. Usualmente, para estos casos se emplean sistemas constructivos

Mejor por experiencia...

SEPSA ha usado esta técnica con éxito en puentes como el puente Ceylán, en el Estado de México, que tiene travesaños I de Aashto V modificadas con un claro de 43 metros; en el puente Zautla, en Tlaxcala, que posee travesaños cajón con aletas, con un claro de 29 metros, pero con accesos para segmentos de 12 metros, En el puente Emeterio González, en Querétaro, con claros de 46.6 metros en sección cajón sin aletas. En todos ellos con resultados favorables y que muchas veces han superado las expectativas iniciales. Sin duda, este tipo de soluciones se ve reflejado indudablemente en ahorros económicos ya que evita el empleo de sistemas que son costosos y tardados y, que en muchos casos las comunidades más apartadas no cuentan con los recursos suficientes para desarrollarlos.

como el de puentes empujados, o dovelas que se postensan en el sitio en su lugar definitivo colgándolas de grandes estructuras de acero que las sostienen mientras se van uniendo claro por claro. Estas técnicas son muy usadas en los grandes proyectos de ingeniería pero por la magnitud de la infraestructura que hay que implementar en el lugar de la obra resultan costosos y tardados. El reto fundamental a solucionar que veo, es el conseguir un efectivo ahorro de tiempo y de costo en la construcción de estos puentes”.

■ Planeación y trabajo *in situ*

“Sobre este tema hay diversos aspectos que se deben tomar en cuenta. Por ejemplo, se debe considerar la ruta de la planta de prefabricados a la obra, determinando cuál es la máxima longitud que puede tener el segmento de trabe más largo, una vez hecho esto se procede al diseño de la trabe de la longitud total que requiere el proyecto definiendo los puntos de conexión entre segmentos de acuerdo a la longitud máxima determinada en el recorrido de la ruta y a los esfuerzos después del postensado cumpliendo la condición de que no haya esfuerzos de tensión en la fibra inferior en la zona de la conexión. Una vez diseñada la trabe se procede a la revisión de cada segmento individual, que permita el desmolde y su trabajo como vigas simplemente apoyadas durante el transporte.

La fabricación de cada segmento se hace en la planta de producción de acuerdo a los planos de taller resultado del diseño. Se debe tener especial cuidado en la colocación de los ductos por donde se alojarán los cables para el postensado que unirán cada segmento como una sola trabe. Ya en el lugar de la obra se deberá contar con espacio suficiente para que cada segmento se pueda alinear. Estas maniobras se hacen con los trailers que los transportan y con grúas, por lo que mientras más espacio haya se podrá hacer más fácil y rápido este trabajo”.





■ ¿Qué cualidades debe de tener el concreto utilizado en estos elementos?

“El concreto empleado en la construcción de los segmentos es concreto de resistencia $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$, como el usado en el colado de elementos prefabricados. Dependiendo de las cimbras con las que se cuente, puede ser autonivelante o normal con un revenimiento de 14 cm. Y hablando del concreto que se emplea en sitio para el colado de la junta entre segmentos, éste deberá garantizar la resistencia especificada en el menor plazo posible, ya que si no se cuenta con la resistencia en la junta no se puede llevar a cabo el postensado retrasando a la obra”.



■ Trabajo estructural y proceso de fabricación.

“En lo que respecta al primer tema, puedo decir que estas traveses segmentadas se comportan como traveses postensados; es decir aprovechan las ventajas de los esfuerzos inducidos mediante cables.

Hablando del proceso de fabricación podríamos sintetizarlo en algunos pasos como son los siguientes: alineación de los segmentos de trabe que formarán un elemento de mayor longitud; colocación de

los cables de presfuerzo por los ductos previstos en cada segmento desde un inicio hasta el final de la trabe, dejando puntas salientes para poder ser jalados por el gato de tensados; habilitado de acero en las uniones entre segmentos, para cimbrarlos y colarlos con concreto de resistencia rápida hecho en obra; una vez que las juntas coladas tienen la resistencia mínima para el postensado, se realiza éste mediante el tensado de todos los cables especificados en el proyecto, deformando el cable hasta donde el cálculo del alargamiento se cumpla para garantizar que cada cable tenga la fuerza necesaria y lograr que la pieza trabaje con el momento resistente calculado en el diseño; posteriormente se inyectan los ductos del postensado con lechada para evitar la corrosión de los torones y se sellan los extremos de la trabe que se encuentran remediados del paño extremo para alojar las campanas y cuñas de anclaje, así la trabe queda lista para las maniobras de montaje”. ©

Mejor en ahorro...

El uso de traveses segmentadas prefabricadas permite el ahorro de tiempos, ya que mientras se realizan las cimentaciones en el sitio de la obra, se pueden prefabricar las columnas y traveses del puente. Por su parte, las traveses al ser pre y postensados, permiten que sean más ligeras, de menor peralte y sección. Con esto se tiene un ahorro en materiales, en el peso de la estructura y en el precio de la obra. Sin embargo –sin ser una desventaja– se debe mencionar que esto implica la participación de personal calificado, instalaciones, equipos adecuados y el empleo de materiales de buena calidad así como la existencia de concretos de resistencia al menos de $f'c = 350 \text{ Kg/cm}^2$.

LA PREHISTORIA RENACE EN CONCRETO

Gabriela Celis Navarro

A 390 kilómetros de la ciudad de Santiago, capital de la República de Chile –cerca de la población de Ovalle– se encuentra un extraordinario vestigio en la comuna de Río Hurtado, conocido como Monumento Natural Pichasca. Se trata de un lugar que resguarda restos fósiles de importancia paleontológica. Sin embargo, además de la riqueza cultural y belleza natural del lugar, resulta curiosa la impresionante maqueta de un dinosaurio herbívoro de la especie denominada *Saltaurus Lomicatus*, colocada en una explanada, a tamaño real, con el fin de brindarle al visitante un acercamiento visual y táctil a la antigua fisonomía del habitante prehistórico de esa zona. Se trata de una obra realizada en concreto armado, que tiene 18 metros de largo y 5 de alto. Se calcula que esta reproducción pesa alrededor de 30 toneladas.

Otros “familiares” de este dinosaurio son los que se encuentran en el Parque Cretácico, en Sucre, Bolivia, donde fueron creadas varias especies sobre estructuras metálicas en las cuales en su vaciado, se usó fibrocemento y fibra de vidrio. En este caso, cada dinosaurio fue fijado al suelo y en algunos casos, se tuvieron que hacer zapatas de concreto armado de más de 10 metros de profundidad, para garantizar que las piezas no se vinieran abajo. Con estos “especímenes”, sin duda podemos ver cómo el concreto se puede adaptar a cualquier cosa; en este caso a la historia. **C**



Foto: images.google.com.mx.



Foto: images.google.com.



Foto: pichasaweb.google.com.

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

SIKA	2ª DE FORROS
MOCTEZUMA	3ª DE FORROS
EUCOMEX	4ª DE FORROS
IMPERQUIMIA	3
HOLCIM-APASCO	39
ARKTEC	45
CICM	61

REPORTAJES TÉCNICOS PUBLICITARIOS

EUROMEX	36
SABIC	38

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

Núm 245, octubre 2008