

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO

Volumen 3 • Número 9 • Diciembre 2013

www.imcyc.com

• ISSN: 0187 - 7895



**FRANCISCO
SERRANO:**
**Congruencia
y tenacidad**



El gran factor humano

Mes con mes, la revista del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., presenta en su portada y en sus páginas, el trabajo realizado con concreto, por máquinas, plataformas de software, y demás herramientas tecnológicas. Sin embargo, siempre inmerso, como comandante de esas tecnologías y de esos materiales, está el ser humano con su insuperable imaginación y voluntad. Por esa razón, de unos años a la fecha se tomó la decisión de presentar como artículo de portada, el perfil de un importante personaje, ya fuera de la ingeniería, de la arquitectura o de la construcción mexicana.

En este mes de diciembre, es para nosotros un enorme orgullo el contar en la portada con uno de los arquitectos más importantes de México y del mundo: Francisco Serrano Cacho, un hombre comprometido desde hace ya muchas décadas con la calidad arquitectónica; proyectista y coautor de numerosas obras reconocidas por su estética y propuesta formal y funcional.

Por otro lado, presentamos un artículo a manera de homenaje, a un importante personaje para el Instituto, el arquitecto Heraclio Esqueda, quien fuera tiempo atrás director general del IMCYC y que lamentablemente falleció a principios del mes de noviembre. Una gran pérdida la de este profesional de la arquitectura que estuvo comprometido con el cemento y el concreto de manera contundente.

Finalmente, no nos queda más que desearle a ese gran factor humano que son nuestros lectores, que tengan unas felices fiestas decembrinas y sobre todo, un venturoso 2014. ¡Felicidades! **c**

Los editores



PORTADA 14

Francisco Serrano:
Congruencia y tenacidad

Un reconocimiento a uno de los arquitectos más importantes de México: Francisco Serrano Cacho.



PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Determinación de la resistencia a la flexión usando una viga simple con carga en el centro del claro.

63



76

- 2 **EDITORIAL**
El gran factor humano.
- 6 **NOTICIAS**
Premio CEMEX.
- 10 **POSIBILIDADES DEL CONCRETO**
 - **Cementos belíticos:** Obtención a partir de CV tipo C.
 - **Resistencia a compresión:** Mediciones ultrasónicas.
 - **Agregados:** Poliestireno en la fabricación de concreto.
 - **Adiciones:** Adiciones al concreto y sus propiedades (Parte I).
- 20 **INGENIERÍA**
Fallo estructural del concreto en diagramas de dominio (Parte I).
- 25 **TECNOLOGÍA**
Concreto Lanzado: prospectiva (Parte I).
- 30 **ARQUITECTURA**
La celosía de Siqueiros.
- 36 **ESPECIAL**
In Memoriam:
Arq. Heraclio Esqueda.
- 40 **INTERNACIONAL**
Infraestructura de estabilización.



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

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

Lic. Juan Rodrigo Castro Luna
Ing. Daniel Méndez de la Peña
Lic. Pedro Carranza Andresen

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

Gerencia de Difusión y Eventos Especiales

M. en A. Soledad Moliné Venanzi

Gerencia de Enseñanza

M en I. Donato Figueroa Gallo

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

CONSTRUCCIÓN **Y** TECNOLOGÍA **EN** CONCRETO **®**

REVISTA

Editor

M. en A. Soledad Moliné Venanzi
smoline@mail.imcyc.com

Coordinación Editorial

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

Arte y Diseño

ESTUDIO IMAGEN Y LETRA
David Román Cerón
Inés López Martínez
Rodrigo Morales

Fotografía

a&s photo/graphics y
Gregorio B. Mendoza

Colaboradores

Gabriela Célis Navarro,
Juan Fernando González,
Isaura González Gottdiener,
Gregorio B. Mendoza,
Raquel Ochoa,
Antonieta Valtierra y
Eduardo Vidau

Comercialización

Renato Moysenn
(55) 5322 5740 Ext. 216
rmoysenn@mail.imcyc.com

Lic. Adriana Villeda Rodríguez
(55) 5322 - 57 40 Ext. 273
avilleda@mail.imcyc.com

44 EDUCACIÓN
Aula por la equidad.

48 MEJOR EN CONCRETO
Concretos artísticos.

52 QUIÉN Y DÓNDE
La pasión por la
mecánica de suelos.

56 INVITADO ESPECIAL
Un arquitecto con ojos
de antropólogo (Parte II).

62 CONCRETO VIRTUAL

68 PUNTO DE FUGA
El dique de las
pasiones.

Fotografía de portada:
a&s photo/graphics.



Circulación Certificada por:
PricewaterhouseCoopers México.

PNMI-Registro ante el Padrón Nacional
de Medios Impresos, Segob.

IMCYC es miembro de:

ACI
American Concrete Institute.

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

FICEM-APCAC
Federación Interamericana
del Cemento.

FIP
Fédération Internationale
de la Précontrainte.

IPC
Instituto Panamericano
de Carreteras.

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

PCI
Precast/Prestressed
Concrete Institute.

PTI
Post-Tensioning
Institute.

SMIE
Sociedad Mexicana de
Ingeniería Estructural.

Construcción y Tecnología en Concreto, Volumen 3, Número 9, Diciembre 2013, es una publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., ubicado en Insurgentes Sur 1846, Col. Florida, Delegación Álvaro Obregón, C.P. 01030, tel. 5322 5740, www.imcyc.com, correo electrónico para comentarios y/o suscripciones: imcyc@mail.imcyc.com. Editor responsable: M. en A. Soledad Moliné Venanzi. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2010-040710394800-102, ISSN: 0187 - 7895, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Certificado de Licitud de Título y Contenido No. 15230 ante la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Distribuidor: CORREOS DE MEXICO PP09-1855 Impreso por: Prerensa Digital, S.A. de C.V. Caravaggio No. 30 Col. Mixcoac, México, D.F. Tel.: 5611 9653. Este número se terminó de imprimir el día 30 de Noviembre de 2013, con un tiraje de 10,000 ejemplares.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibido la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (IMCYC).

Precio del ejemplar \$45.00 MN. Suscripción anual para el extranjero \$80.00 USD.

Premio CEMEX

El 31 de octubre en el Hotel Camino Real de la Ciudad de México, tuvo lugar la entrega de los reconocimientos a los ganadores de la Edición XXII del Premio Obras CEMEX, la cual reconoce a las edificaciones que destacan por sus soluciones constructivas, conceptuales, técnicas y estéticas.

En esta edición, que por primera vez desarrolló su entrega en una ciudad diferente a la de Monterrey, fueron entregados reconocimientos en 9 categorías y 4 premios especiales. Entre los ganadores de esta edición están, en la categoría Institucional Industrial, el "Centro Roberto Garza Sada de Arte", Arquitectura y Diseño, de Garza García, Nuevo León; en Infraestructura y Urbanismo internacional, el reconocimiento fue para "El Palmeral de las sorpresas", que es una integración del puerto a la ciudad de Málaga. En el tema de Sustentabilidad destacó el Instituto Cultural Tampico, mientras que en Congruencia en Accesibilidad, fue reconocido el "Museo del Mundo Maya" de Mérida. Por su parte, la famosa beca "Marcelo Zambrano" fue entregada a la arq. Frida Escobedo, mientras que el Premio "Vida y Obra", lo recibió el arquitecto español Antonio Ferrater. **c**



Fotos: Yolanda Bravo Saldaña.

Ricardo Combaluzier, Josefina Rivas y William Ramírez, con su premio, por el Museo del Mundo Maya.



Foto: Arquitecure.

Jaime Lerner en México

En fecha reciente estuvo en nuestro país el arquitecto y urbanista Jaime Lerner, ex gobernador de Paraná, en Brasil, quien comentó, entre otras cosas, que "los coches están privatizando las calles al ocupar el espacio público de las ciudades".

Fue en la Universidad Iberoamericana, campus Santa Fe, donde dictó su conferencia magistral, por invitación del Departamento de Arquitectura, el también ex alcalde de la ciudad brasileña de Curitiba dijo que para mejorar el medio ambiente en las urbes lo primero que hay que hacer es "no dar tanta importancia al auto ya que dentro de poco, será el cigarrillo del futuro". En la actualidad, los autos son responsables de casi 40 por ciento de las emisiones de carbono que se originan en las urbes", agregó el arquitecto e ingeniero a quien la Organización de las Naciones Unidas (ONU) otorgó en 1990 el Premio Máximo al Medio Ambiente.

Este pionero en manejo sustentable de centros urbanos opina que la atención al problema de la sustentabilidad puede ser más efectivo si se trabaja en las ciudades, donde el uso del carro quede limitado a los viajes. Para lograrlo, la solución debe estar en el

uso de un transporte público de calidad dado que la gente no va a cambiar si no es por una mejor alternativa. Así, reducir el uso del carro es la primera de tres medidas fundamentales para manejar de forma sustentable una ciudad; las otras dos son separar la basura y procurar que las personas vivan más cerca de su trabajo o se les lleve el trabajo más cerca de sus viviendas. Es además imperativo diseñar las ciudades pensándolas como comunidades sustentables, ya que deben ser estructuras de vida, trabajo y movilidad, todo junto y sin separar sus funciones, pues cuanto más se mezcla el tejido social se consigue mayor convivencia". **c**

Con información de: www.uia.mx



Foto: www.uia.mx.

Arq. Jaime Lerner.

Importante toma de protesta

A fines de octubre el ingeniero Carlos Manuel de Jesús López Hernández tomó protesta como presidente de la Mesa Directiva de la Asociación Mexicana de Ingeniería y Vías Terrestres del Estado de Veracruz, donde como él mismo comentó: "vamos a colaborar para desarrollo de propuestas de innovación de materiales y procedimientos constructivos para vías de comunicación". Desde este espacio le enviamos un abrazo y lo felicitamos por el cargo que seguramente desarrollará con gran éxito. **c**

El túnel Mármara

Dirigentes turcos inauguraron en fechas recientes con grandes festejos que coincidieron con el 90 aniversario de la República, un túnel ferroviario bajo el Bósforo, que une Asia con Europa, un proyecto bautizado como "La obra del siglo". Tras nueve años de espera, el 'Marmaray', un túnel de 14 km con una parte sumergida de mil 400 metros, conectará ambos continentes bajo el Bósforo, joya de la principal metrópolis turca. Este túnel, pretende agilizar el tráfico intercontinental que a diario realizan millones de personas de Estambul.

"Es el sueño de varios siglos que se hace realidad", dijo a mediados de año el primer ministro turco, Recep Tayyip Erdogan, cuando efectuaba las primeras pruebas en el túnel bajo el mar de Mármara. Así, se trata de un sueño de más de 150 años, mismo que ya tenían en mente los sultanes otomanos. La idea de construir un túnel bajo el estrecho del Bósforo fue planteada por primera vez en 1860 por un sultán otomano, Abdulmedjid. En la década de los noventa, volvió a ser retomado este proyecto por la explosión demográfica de Estambul, cuya población se ha duplicado desde 1998 y supera ya los 15 millones de habitantes. Sin embargo, por razones técnicas y falta de fondos, hasta ahora no se había materializado.

Con el apoyo financiero del Banco de Japón para la Cooperación Internacional (735 millones de euros) y del Banco Europeo de Inversiones (BEI), la construcción del túnel pudo comenzar en 2004, gracias a un consorcio entre Japón y Turquía. La obra, que iba a durar cuatro años, estuvo interrumpida durante mucho tiempo por el hallazgo de una serie de tesoros arqueológicos. El túnel, un doble tubo sumergido a más de 50 metros bajo el lecho del Bósforo, está concebido para resistir terremotos de hasta 9 grados en esta región que registra una fuerte actividad sísmica.

Actualmente, la obra no está operando al 100% ya que aún se necesitarán varios años para que esté totalmente concluida. "El tramo en servicio es muy limitado. Todo ha sido aplazado para más tarde", lamentó Tayfun Kahraman, presidente de la Cámara de Urbanistas de Estambul. **c**

Con información de: www.informador.com.mx/internacional/2013/493997/6/tunel-ferroviario-que-une-asia-y-europa-es-inaugurado.htm

Nuevo mortero



Investigadores de la Universidad de Alicante en España han desarrollado un nuevo procedimiento para fabricar concreto con el cual se logra una mayor resistencia. La institución académica señala que se trata de un nuevo mortero con base de cemento Portland, pero con el añadido de cenizas de residuos del alga mediterránea posidonia oceánica. Esta mezcla, desarrollada y patentada por el Grupo de Investigación de Tecnología de Materiales y Territorio, mejora las propiedades mecánicas, como el aumento de las resistencias iniciales, además de que resuelve un problema ambiental, "valorizando los residuos de posidonia oceánica".

A decir del profesor José Miguel Saval Pérez, perteneciente al Departamento de Ingeniería de la Construcción, Obras Públicas e Infraestructura Urbana, en la actualidad "se usan las cenizas volantes que afectan a la resistencia del mortero a partir de una determinada edad. Sin embargo, el empleo de cenizas de posidonia conduce a generar un efecto contrario pues consigue mayor resistencia". Asimismo, este grupo diseñador del nuevo mortero, ha logrado determinar, entre otros aspectos, su fluorecencia, comportamiento y resistencias a compresión, para distintas proporciones de posidonia. **c**

Con información de: www.elmundo.es.

Siguen pavimentando Puebla

Desde hace unos años, la ciudad de Puebla se ha visto beneficiada con la colocación de concreto hidráulico. En la actualidad las obras, que llevan un 75 por ciento de avance y que corren a cargo del Ayuntamiento poblano, se concentran en la vialidad 11 Sur.

Cabe decir que dada la fuerte presencia de lluvias de esta inusual temporada, y con la finalidad de agilizar los tiempos de ejecución, se determinó colocar acelerante con un periodo de siete días, para cumplir con la meta de la fecha programada de entrega. El secretario de Desarrollo Urbano y Obra Pública, Felipe Velázquez Gutiérrez, explicó también que durante las obras se tuvieron problemas en esa vialidad, a la altura de la Avenida Nacional, dado que colapsó una parte del drenaje, por lo que se tuvieron que realizar labores de cambio de tuberías. **C**

Con información de:

<http://e-consulta.com/nota/2013-10-23/gobierno/alcanza-11-norte-sur-avance-del-75-con-concreto-hidraulico-sduop>

Pavimento para Casas grandes

El mes de noviembre inició la pavimentación con concreto hidráulico en el municipio norteño de Casas Grandes en Chihuahua, así lo hizo ver el alcalde Humberto Baca Tena. El edil municipal explicó que los trabajos iniciarían con la primera etapa de la pavimentación de la calle Niños Héroes, importante vialidad que conecta tanto con el Colegio de Bachilleres (Cobach), como con la Universidad Tecnológica de Paquimé (UTP) y el centro de salud de Casas Grandes. Cabe destacar la importancia que el gobierno municipal le da a este tipo de pavimentaciones con concreto hidráulico dado que, como enfatizó el funcionario, este tipo de obra garantiza que no requerirán mantenimiento por lo menos 20 años como mínimo: "sólo nos preocuparemos por hacer la limpieza de las mismas dijo el mandatario municipal" sobre la colocación del noble producto. **C**

Con información de:

<http://www.akronoticias.com/2013/10/9829-17205.htm>

Campaña publicitaria

Con el fin de vincular los valores de la marca al mundo deportivo, Grupo Holcim lanzó su primera campaña publicitaria regional en siete países de Latinoamérica denominada "Equipos grandes en pasión", a través de la cual los participantes podrán ganar una tribuna de cemento, el mejoramiento de sus instalaciones, uniformes o artículos deportivos.

A través de esta campaña, Grupo Holcim hace una convocatoria a todos aquellos jugadores de fútbol no profesionales a que inscriban a su equipo en www.holcimpasion.com, cuenten su historia de pasión por este deporte y compitan por los premios mencionados. "Nos enorgullece esta campaña ya que por primera vez México, Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador y Nicaragua unen esfuerzos para fortalecer la marca Holcim. México será el primer país donde se activará la promoción", señaló Adriana Cabrera, Gerente de Mercadotecnia de Holcim México.

Asimismo, esta campaña busca aumentar el valor de marca en la región. Los atributos trabajados y que le dan fuerza son diferenciación, relevancia, empatía y conocimiento. "Con esto buscamos generar una fuerte identificación con nuestro consumidor a través de una campaña emocional que nos vincule directamente con una de sus pasiones más grandes: el fútbol. Con esto, damos continuidad a nuestra campaña de cambio de marca 'Construyamos juntos' e impulsamos la presencia de Holcim en México", explicó la ejecutiva.

"El lazo de unión entre el cemento y el fútbol será una historia, algo que movilice a quien lo está viendo y lo invite a participar en esta campaña. Son muchos apasionados del fútbol que practican este deporte con muchas limitaciones y que sólo subsisten gracias a la pasión que poseen. Se trata de equipos grandes en pasión". En este sentido, se seleccionará en cada país a un "Equipo grande en pasión" al que se le construirá una tribuna de cemento Holcim o se le harán mejoras en sus instalaciones.

Es la primera vez que Grupo Holcim lleva a cabo una campaña a nivel latinoamericano, con la cual propone vincular dos de los valores de la marca, desempeño y pasión, al mundo del fútbol. El periodo de inscripciones a "Equipos grandes en pasión" estará abierto en www.holcimpasion.com hasta el 31 de diciembre próximo. **C**

Con información de: Holcim México.

Calendario de actividades

Diciembre de 2013

Nombre: Feria Construct Canada.

Fechas: 4 al 6 de diciembre de 2013.

Lugar: Metro Toronto Convention Centre, Toronto, Canadá.

Contacto: events@informacanada.com

Página web: www.constructcanada.com/2013/landing-page/home.php ↗

Nombre: Técnico para pruebas al concreto en la obra.

Grado I

Fechas: 5 y 6 de diciembre.

Lugar: Auditorio IMCYC.

Contacto: Verónica Andrade

Tel.: (55) 5322 5740, ext. 230

Mail: cursos@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com ↗

Nombre: Le salon piscine y Spa 2013.

Fechas: 7 al 15 de diciembre.

Lugar: París, Francia.

Página web: www.salonpiscineparis.com/Le-salon.htm ↗

CEMENTOS BELÍTICOS

Obtención a partir de CV tipo C

En la Unión Europea se producen al año más de 90 millones de toneladas de productos de la combustión del carbón (PCCs), de los que casi el 68% son cenizas volantes (CV). Esto significa preservar los recursos naturales, ofrecer un valor añadido a los materiales, elevar la durabilidad del concreto, y añadir un etiquetado verde al mundo de la construcción. Cada día se fomenta más el empleo de materiales secundarios como materia prima para la fabricación de cemento, lo que permite una construcción más sustentable con un importante ahorro energético, preservando las materias primas naturales, y reduciendo las emisiones de CO₂ al medio ambiente.



Los cementos belíuticos (CB) contribuyen también a la reducción de las emisiones de CO₂, debido al menor contenido de CaO requerido para la formación de la belita (2CaO.SiO₂), en comparación con el Portland tradicional. En particular, los cementos belíuticos de CV (CBCV), obtenidos a partir de CV tipo F y C, se fabrican en el laboratorio del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC) en España, siguiendo una ruta hidrotermal-calcinación.

Se presentan en este escrito los resultados de una investigación desarrollada en el CSIC, en que se estudia un CB obtenido a partir de CV tipo C, de alto contenido de cal (SiO₂ + Al₂O₃ + Fe₂O₃ < 70%); con una relación molar CaO/SiO₂. Se evaluaron la influencia de las condiciones de curado y del aditivo reductor de agua en la actividad hidráulica del material, durante 180 días a partir del mezclado; mediante la evolución del contenido de agua combinada y el grado de avance de la hidratación.

La resistencia mecánica, porosidad y distribución de tamaño de poro se estudiaron en probetas de mortero. Se prepararon probetas de pasta de 1 x 1 x 6 cm con agua desmineralizada, en una proporción agua-cemento (a/c) de 0.68 y con un aditivo reductor en proporción de 2% (por peso de cemento). Las pastas se curaron a 21 y 40 °C con una humedad relativa (HR)>95%, durante 180 días desde el mezclado.

En el caso de las resistencias mecánicas y los análisis de porosidad, fueron empleadas probetas prismáticas de 4 x 4 x 16 cm, empleando un 100% del CBCV, con una relación arena-cemento 3:1 y a/c

de 1. Después de dos días se desmoldaron probetas y curaron a 21 °C (HR >95%). Una segunda serie de probetas de mortero fueron preparadas con el mismo aditivo en la misma proporción en peso de cemento. Fueron curadas a 21° C y 40° C en atmósfera saturada de humedad, con a/c de 0.85.

En general, se concluye de este estudio que el aditivo reductor aumenta las resistencias a compresión, principalmente a edades tempranas de hidratación (40% a 7 días), para un curado a temperatura ambiente. En el caso del curado a 40° C, las resistencias aumentan significativamente después de 7 días; pero decaen después de 90 días.

Se considera que la caída de resistencias es causada por la formación de la fase cúbica katoita [Ca₃Al₂(SiO₄)(OH)₈], procedente de la hexagonal stratlingita (Ca₂Al₂SiO₇.8H₂O). Esta conversión produce liberación de moléculas de agua y cambios en la morfología de los cristales (de hexagonal a cúbico), por lo que la distribución del tamaño de poro produce un aumento de los poros mayores (>1 μm) y una disminución de los menores (<0,1 μm). Las principales fases hidratadas formadas a una temperatura normal de curado son: C₂SH_{0,35}, monosulfoaluminato de calcio hidratado [Ca₄Al₂(SO₄)O₆.10H₂O] y stratlingita (Ca₂Al₂SiO₇.8H₂O); ambas de la familia estructural AFm, gel C-S-H (Ca_{1,5}SiO_{3,5}.xH₂O) y trazas de portlandita [Ca(OH)₂].

Con el curado a 40° C, las principales diferencias encontradas fueron: la formación de katoita [Ca₃Al₂(SiO₄)(OH)₈] a largas edades y la desaparición de portlandita, la ausencia de stratlingita, la formación de monocarbo-aluminato de calcio hidratado [Ca₄Al₂O₆(CO₃).11H₂O], quizás debido a la carbonatación del Ca₄Al₂(SO₄)O₆.10H₂O y la disminución del C₂SH_{0,35}.

En el caso del curado normal, con éste se obtiene una buena correlación entre los diferentes parámetros estudiados. La representación de la resistencia a compresión frente al grado de avance de la hidratación indica que como mínimo, se necesita un grado de hidratación de 0.20 para alcanzar resistencias. Del mismo modo, la tendencia de resistencia a compresión frente al contenido de agua combinada indica que, como mínimo, se necesita un 9% de agua combinada para alcanzar valores significativos de resistencias. **C**

Referencia: Goñi, S.; Guerrero A.; "Actividad hidráulica de un cemento belíutico obtenido a partir de cenizas volantes tipo C: influencia del aditivo y tipo de curado", en *Materiales de Construcción*, vol. 56, 283, 61-77, julio-septiembre de 2006, ISSN: 0465-2746.

RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Mediciones ultrasónicas

Las estructuras de concreto armado (partes fundamentales de muchas construcciones con problemas), se ven afectadas por daños que progresivamente van determinando la necesidad de una intervención para repararlas y/o reforzarlas. El modo de ejecución requiere de la evaluación y el diagnóstico previo del estado de la estructura considerada. La creciente necesidad de efectuar estas evaluaciones ha determinado que muchos códigos hayan normalizado ensayos no destructivos para obtener información concerniente a estructuras en lo que se refiere a sus defectos, durabilidad, estado de corrosión de las armaduras y resistencia de sus materiales constitutivos, entre los cuales generalmente se encuentra el concreto.

Esos datos brindan la posibilidad de proyectar soluciones estructurales más racionales. Por otro lado, esa información posibilita una evaluación más confiable sobre la seguridad de la estructura, tanto al momento de la primera inspección, como en condiciones finales, luego de haber sido la construcción reparada y/o reforzada.

La necesidad de conocer de modo fehaciente la condición de estructuras existentes que hayan sufrido algún siniestro o de algunas que vayan a cambiar de régimen de operación, ha impulsado la creciente utilización de los ensayos no destructivos. Como consecuencia de esto, en la actualidad se desarrollan nuevas técnicas de ensayo y se optimizan los ensayos conocidos para hacerlos más confiables y precisos. Publicaciones sobre el tema evidencian que es una preocupación de tecnólogos, calculistas e investigadores, quienes no han logrado hasta el presente métodos que se puedan considerar incuestionables.

Se exponen en este escrito los resultados de un estudio realizado en Argentina para obtener curvas de correlación "resistencia a compresión-velocidad de la onda ultrasónica" para los tipos

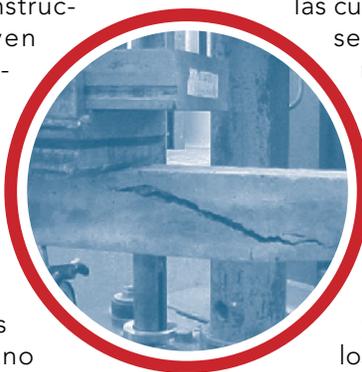
más comunes de concretos elaborados, en donde se trabajó con dos series de probetas cilíndricas de 15 x 30 cm de cada uno de los concretos en estudio. Las probetas fueron desmoldadas al día siguiente de haber sido llenadas, y conservadas en agua hasta el ensayo. Todas fueron ensayadas primero con ultrasonido para determinar la velocidad de tránsito de la onda ultrasónica, y luego a la compresión a fin de determinar la resistencia a compresión. Con estos resultados se obtuvieron las curvas de correlación, mediante las cuales se pudo evaluar, con más precisión, las resistencias de estructuras existentes sobre cuyas características mecánicas no existían datos fehacientes.

De esta investigación emergió que para la estimación de la resistencia de concretos normales, el método ultrasónico resulta ser uno de los ensayos no destructivos de más sencilla y rápida ejecución. Los resultados de los ensayos destructivos y no destructivos realizados mostraron dispersiones parecidas a las consignadas por otros autores en trabajos similares. Adicionalmente los resultados obtenidos, se encontraron dentro de los niveles de tolerancias aceptables.

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que las determinaciones ultrasónicas en obra presentan variables (humedad del concreto, medición de espesores, contacto entre transductores y la superficie, etc.), que afectan los resultados de este método y que deben ser cuidadosamente evaluadas para una mejor utilización de este ensayo.

Se pudo comprobar además que la ecuación de correlación obtenida sigue las mismas tendencias que las propuestas por otros autores. Asimismo, ésta tiene validez solamente en los rangos de resistencias estudiados y para los materiales empleados; en particular para el tipo de agregado grueso, no debiéndose extrapolar. Dichas expresiones deben utilizarse para valores que están dentro de los resultados obtenidos en este trabajo; es decir, con una velocidad del pulso de entre 4,200 y 4,350 m/s. ©

Referencia: Urtubey, E.; Schiava, R.; Cárdenas, M.; Del Estero., S, "Correlación de la resistencia a compresión entre rotura con prensa y ensayos de ultrasonido", en *Hormigonar*, año 6, No. 19, diciembre de 2009.



AGREGADOS

Poliestireno en la fabricación de concreto

El Concreto con Agregado de Poliestireno (CAP) es un concreto ligero con una buena capacidad de deformación, cuya aplicación se limita generalmente para uso no estructural debido a sus aparentes propiedades de baja resistencia. Sin embargo, dadas sus excelentes propiedades de capacidad de deformación, este material ha sido utilizado en la fabricación de varios elementos estructurales, tales como: paneles de revestimiento, muros no estructurales, sistemas de pisos compuestos, bloques de concreto para muros de carga, pavimentos, estructuras flotantes marinas, entre otros.

En general el CAP se fabrica con cemento, arena y esferas de poliestireno expandido ("perlas"), cuyos diámetros oscilan entre 1 y 6 mm; llegándose a obtener con este material densidades mayores a los 600 kg/m³.

Los primeros estudios sobre los CAP se llevaron a cabo entre los años de 1950 y 1960, en Alemania Occidental. En éstos, para superar la hidrofobicidad de las "perlas" de poliestireno, así como la segregación, se usó un agente de unión a base de una resina epóxica o de una dispersión acuosa de propionato de polivinilo para recubrir las "perlas".

El presente estudio, desarrollado en el departamento de Edificación y Construcción de la Universidad de Hong Kong, constituye un esfuerzo para evaluar una amplia gama de concretos con densidades que varían entre 1,400 y 2,100 kg/m³, y en donde se hace una sustitución parcial de agregado grueso por poliestireno.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar a nivel de laboratorio, concretos con diferentes contenidos de agregados de poliestireno, en lo que respecta a sus propiedades mecánicas y a la contracción por secado a largo plazo.

Se consideraron 5 tipos de mezclas, una mezcla de control y 4 mezclas de concreto en donde se tuvieron en cuenta adiciones de poliestireno, y en donde el agregado grueso convencional se sustituyó en proporciones de 20, 40, 60 y 80%



En el estudio se utilizaron "perlas" con diámetro medio y densidad aparente de aproximadamente 4 mm y 24 kg/m³, respectivamente, recubiertas con un compuesto químico no tóxico. Los restantes materiales utilizados en el estudio fueron: cemento Portland ordinario, arena de río con módulo de finura 2.75, y granito triturado con un tamaño nominal de 10 mm.

Con las mezclas en estudio se fabricaron varios especímenes de prueba. Para el estudio de la compresión desde un hasta 360 días, se conformaron cubos de 10 cm, así como para las pruebas de estimación de la resistencia a tensión y del módulo elástico se moldearon cilindros con 10 cm de diámetro y 20 cm de largo. Finalmente, para evaluar la contracción por secado desde 1 hasta 540 días se fabricaron vigas de 7.5 x 7.5 x 28.5 cm.

Después del desarrollo del estudio se pudo concluir que un CAP estructural con densidad oscilante entre 1400 a 2100 kg/m³, y resistencia a la compresión entre 13 y 40 MPa se puede concebir mediante la sustitución de parte de los agregados gruesos por "perlas" de poliestireno. Durante el estudio, macroscópicamente se pudo observar que el agregado de poliestireno mostró una distribución uniforme en el mortero y en la matriz de concreto; sin que se adicionara ningún agente especial de unión. En general, el CAP mostró una buena trabajabilidad y podría ser fácilmente compactado y acabado.

Por otra parte, debido a su baja capacidad térmica específica según fue verificado en un ensaye colorimétrico realizado, el CAP mostró mayores niveles de aceleración de desarrollo de la resistencia a edades tempranas que las de la mezcla de control; siendo esta situación más representativa en las mezclas con mayor proporción de poliestireno.

Como era de esperar; tanto la densidad del concreto, como la resistencia a la compresión, como el módulo elástico, se redujeron a medida que las proporciones de poliestireno fueron siendo mayores. En lo que respecta a las fallas de tensión y compresión, se pudo observar que en las muestras con agregado de poliestireno, no existió rotura frágil sino que por el contrario, se mostró una gran compresibilidad en el material.

También los niveles de contracción por secado en las mezclas con poliestireno, en las primeras edades, fueron mayores que en la mezcla de control, siendo las deformaciones unitarias por este concepto mayores, a medida que se incrementaron las proporciones de poliestireno en la mezcla. Sin

embargo, debido a las propiedades no absorbentes del poliestireno utilizado, los niveles de contracción reversibles en los CAP fueron menores a lo que se observaron en la mezcla de control. ©

Referencia: Tang, W.C.; Lo, Y.; Nadeem, A., "Mechanical and drying shrinkage properties of structural-graded polystyrene aggregate concrete", en *Cement & Concrete Composites*, 30 (2008), 403–409.

ADICIONES

Adiciones al concreto y sus propiedades

(Parte I)

Producir cemento significa un elevado consumo de energía; por lo que encontrar un producto de desecho que pueda sustituir parcialmente en la fabricación del concreto, tiene un propósito medioambiental de máxima importancia.

La quema de carbón para producir energía eléctrica, así como también la producción de hierro en los altos hornos; son procesos que dan por resultado grandes volúmenes de productos de desecho. Las cenizas volantes de carbón, las escorias de alto horno y otros subproductos minerales pueden utilizarse como sustitución del cemento en las mezclas de concreto, con el consecuente ahorro de energía, la eliminación de un producto de desecho, la mejora de la calidad del concreto terminado y por supuesto, la reducción de su costo.

Estos productos en sustitución del cemento (adiciones minerales) deben ser diferenciados de los aditivos químicos usados en el concreto, tales como son los plastificantes e inclusores de aire, así como también de los sustitutos de agregados, como puede ser el vidrio molido. A continuación se comentan las propiedades de algunas de las adiciones más utilizadas actualmente en el sector constructivo.

Ceniza volante:

La ceniza volante es uno de los subproductos de la combustión del carbón para generar energía eléctrica, siendo el contenido de carbón en este

subproducto una preocupación importante. Las cenizas Tipo C, que se producen en gran cantidad al oeste de los Estados Unidos a partir de carbón lignito, contienen poco carbón; sin embargo, las Tipo F, producidas principalmente a partir de antracita y carbón bituminoso, lo contienen en cantidades significativas. Ambos tipos difieren respecto a otras propiedades como son: resistencia y color, entre otras. Asegurar un suministro constante de este producto, es una preocupación entre los proveedores de concreto.

Escoria:

Es un subproducto de la producción de hierro y acero en los altos hornos, y puede ser utilizado para la fabricación de concreto. Alrededor de 12.4 millones de toneladas de escoria de alto horno se utilizaron en los Estados Unidos en 1999, de los cuales 2 millones de toneladas fueron utilizadas en el concreto. Además, otros 1.1 millones de toneladas fueron importadas para ser usadas por la industria de la construcción. Nuevas plantas para procesar escoria importada se han venido instalando, debido a que la demanda del producto va en aumento mientras que la oferta ha decrecido. La energía adicional utilizada para el traslado y molienda de la escoria hace que en este proceso se ahorre un poco menos que en el de las cenizas volantes; sin embargo, resulta mucho menor que el que se sigue en el cemento Portland.

Humo de sílice:

Anteriormente fue un producto barato de desecho; pero al aumentar su demanda se ha convertido en una adición de elevado costo. Se utiliza principalmente para puentes y otras estructuras donde se necesite elevada resistencia y máxima durabilidad. El concreto fabricado a partir de humo de sílice resulta complejo, no sólo por el costo del material, sino también debido a la dificultad de manejo por la finura del material.

Ceniza de cáscara de arroz:

Siempre y cuando se controle la calidad, la ceniza de cáscara de arroz es otra adición que puede ser utilizada para el reemplazo del cemento en la elaboración de concreto. ©

Referencia: Traducido y adaptado de: <http://www.toolbase.org/Technology-Inventory/Whole-House-Systems/cement-substitutes>





FRANCISCO SERRANO:

Todo un honor para la revista tener como portada a uno de los grandes arquitectos del México contemporáneo.

A mediados de año, en una gran celebración le fue otorgado el Premio Nacional de Arquitectura 2013 al arquitecto Francisco Serrano Cacho, de manos del Presidente de la República, Enrique Peña Nieto. Este premio es una merecida distinción a su prolífica carrera la cual está acompañada de innumerables reconocimientos nacionales e internacionales; sin duda, por ser uno de los maestros de generaciones que mayor compromiso ha demostrado con la profesión y el impacto social de ésta. Al arquitecto Francisco Serrano Cacho se le puede describir con pocas palabras: congruencia y tenacidad pueden ser un par de ellas más no las únicas. Por esto, *Construcción y Tecnología en Concreto* charló una agradable tarde con esta figura de la arquitectura mexicana.

Nada de influencias, sólo talento

La noche en que el arquitecto Francisco Serrano recibió el Premio Nacional de Arquitectura afirmó que la obra pública que se construye en el país debe ser siempre de gran calidad; que pueda enorgullecer a todos, no sólo a quien la edifica, y que al final del día se convierta en un verdadero símbolo. Para él, está claro que los arquitectos debemos ser hombres de nuestro tiempo; actores en el mundo global; construyendo con los medios a nuestro alcance, aquí y en otras naciones, reflejando la cultura de la que formamos parte: la cultura mexicana.

Sin bien sus palabras acusan una gran brecha aún no reducida entre la realidad y los ideales, el discurso señala –como toda oración pública– no sólo lo que se ha pretendido hacer sino lo que debería de comenzar a

Texto: Gregorio B. Mendoza

Retratos: a&s photo/graphics

Congruencia y tenacidad

hacerse en un país donde el papel de los arquitectos parece reducirse a ser simples artifices de voluntades privadas, personajes incapaces de dialogar y de escuchar: la cualidad de compartir el tiempo y la experiencia a través de la palabra para dejar esos momentos como semillas para las generaciones futuras. Personajes endogámicos consolidados en la extravagancia del rockstar o en el asilamiento del profeta taciturno.

Ese legado de construir a través de la palabra y el ejemplo es un reflejo de la influencia que nos viene del pasado, del trabajo de otros que aunque directamente o indirectamente vivimos, nos nutrió. Así, es el arquitecto Serrano quien rechaza la idea de pensar que su vocación por su carrera profesional le venga de su padre o de su abuelo.

“El hecho de que ellos hayan sido grandes arquitectos no tienen nada que ver en mi. De alguna

manera me motivó porque siempre vi lo mismo pero debo decir que nunca quise ser arquitecto. Mi deseo era ser químico pero entonces la vida me llevó a realizar un test para saber (a nivel de secundaria), cuáles eran mis aptitudes y según eso, el resultado fue que tenía todo para ser un gran arquitecto. Tenía 15 años y siendo sincero a esa edad le da a uno exactamente lo mismo saber qué va a ser de grande, y pues aquí estoy”.

Victima afortunada de ese pronóstico anticipado, nunca renunció a vivir en un universo colmado de obras arquitectónicas y dibujos. Un ambiente donde su padre trabajaba todo el día y que poco a poco le fue facilitando el involucrarse en esa realidad que al paso del tiempo se convirtió en la suya.

“Estudí arquitectura por el azar de la vida y porque se me fue facilitando al inicio de la carrera; lo que me gustaba era hacer cosas que empezaban en nada y un



Embajada de México en Berlín.



día ya tenías algo hecho: crear. Cuando eres estudiante todo se resume a tener un papel en blanco y terminar el trabajo con un dibujo o con una maqueta; cuando te encuentras en el mundo laboral es maravilloso ver un cuarto en color verde y, que con tu trabajo se convierta en rojo o descubrir un terreno que no tiene absolutamente nada y luego, encontrar en él una construcción. Eso es

Foto: <http://en.wikipedia.org>



lo atractivo de la arquitectura, la construcción”.

Sin prestar mucha atención a preguntarse por qué o para qué de ciertas cosas que le han ocurrido en la vida profesional y cómo llegó a consolidarse, piensa que los imprevistos son cosas importantes que se vinculan al azar. Cosas que nunca se planean, que suceden o que uno debe de hacer que sucedan. Con una frase sentencia esa

postura y su forma de vivir la vida: “Siempre pasa un tren llamado el azar; súbete si no te gusta bájate pronto pero no te quejes jamás de que no te subiste a él”.

Asunto colectivo

Su padre fue ingeniero civil y arquitecto y Francisco Serrano Cacho desde pequeño vio que hacer las cosas era una cuestión de equipo

no era sólo tema de un señor. Entonces eso es lo que siempre ha hecho; así lo dice: “cuando se puede y los astros se alinean las cosas se dan y uso esa frase porque no tengo una explicación lógica para muchas cosas vividas. No poseo por ejemplo, una explicación de cómo logré haber trabajado con grandes arquitectos, primero con mis profesores como Juan Sor-do y después con algunos grandes



Foto: Yolanda Bravo Saldaña.

arquitectos como Rafael Mijares y con el que más obras hice durante 30 años que es Teodoro González de León.

Si bien antes se hacían sociedades entre arquitectos; ese no fue mi caso, nos mantuvimos cada quien haciendo desde sus respectivas oficinas proyectos; pero nos tocó converger en muchas cosas y esa es una gran fortuna. Ahora reviso lo que he hecho pero no me preocupa mucho, aquellos que escriben de arquitectura y que me han querido incluso encasillar en alegatos o disputas simplemente los dejo; no me interesa. Siempre me preguntan sobre lo que creo de mi trabajo; pero yo no creo en nada. Los que están afuera son los

críticos, que vean algo valioso o que no está bien pero no pienso ni que haya un estilo que me defina ni una obra que me encumbre, eso no es importante”.

A la larga –señala- “no importa quien hizo las obras; la cuestión es que la obra sea buena. No le interesa ni las polémicas ni tampoco se le va la vida por publicar lo que ha hecho. Señala que si bien hay varios arquitectos que invierten mucho dinero en las relaciones públicas, él y su equipo de trabajo no lo necesitan. Creo que en una profesión de servicio hay que hacer las cosas bien porque vas a mejorar o fastidiar la vida a las personas que ni siquiera conoces. Lo que disfruto mucho es cuando realizo

obras y estás anónimamente escuchando los comentarios de las personas de la obra eso es muy gratificante, también –de nueva cuenta- azaroso”.

Su equipo de trabajo es muy variado y flexible; se ajusta de acuerdo al trabajo que tenga la oficina. Como unidad creen que cuando hay una visión integrada por puntos de vista distintos es probable encontrar una mejor solución a un problema determinado. Un equipo o varios equipos funcionan porque su misión fundamental es encontrar la mejor solución en función del problema que se tiene.

Maestro sin escuela

Durante muchos años estuvo involucrado en la docencia y tal como él lo señala sólo enseñó la verdad de lo que creyó que era la verdad. “Mis alumnos son famosos por ellos y su trabajo o determinación no porque yo les di clases. Para mí es necesario indicar que al igual que yo enseñé teóricamente a los muchachos, ellos me enseñaron a mí, sólo eso. Tuve la fortuna de tener muy buenos alumnos en el sentido humano que aún son mis amigos o personas que he conocido durante mi trabajo. Por eso pienso que nuestra responsabilidad es ética no podemos hacer cosas al *ahí se va*; nuestra ética dice que debemos hacer las cosas lo mejor posible de acuerdo a nuestras posibilidades y enseñar, eso sí es un compromiso”.

Por ello cree que este reciente reconocimiento recibido es una experiencia muy grata pero no es el objetivo. No trabaja para recibir premios, el trabajo es de día a día y un paso a la vez. Lo otro no es algo que él pueda controlar. Y ante la pregunta de cómo recibió emocionalmente la noticia, afirma que es indudable sentirse honrado, reconocido y eso no tiene igual.

“Innegablemente veo que hay muchas personas que darían una mano por cosas de ese tipo, yo no soy así. Así que, afortunadamente puedo decir que siento el premio como la manifestación de las personas que me estiman sinceramente y personas que incluso no conozco. Creo que todo mundo tiene sus cualidades y defectos pero lo gratificante es cuando cuentas con una amistad auténtica. Eso tiene un gran valor para mí; eso es parte del premio. Aún recuerdo la primera vez que nos premiaron internacionalmente: fue en 1989 en Bulgaria y después de ese han venido cosas distintas y diversas, pienso que todas tienen su lugar y apartado en mi corazoncito como digo vulgarmente”.

Hace algunos años reconocieron la embajada de México en Brasil como la mejor embajada del mundo, fue a recibir el galardón en compañía de también artífice Teodoro González de León. Algo similar sucedió con la embajada de Guatemala y con la de Alemania; les reconocían haber llevado un pedazo muy valioso de México a esos territorios extranjeros. Una prueba de la determinación de un pueblo y de sus valores. También, el testimonio de una época.

Esa misma importancia la ve en las obras realizadas para alguien que no es un cliente determinado. Lo ve en un espacio con el cual se relaciona día a día: su oficina de trabajo. “Este edificio es muy significativo, es parte de mí. Sé que muchas personas jamás podrían entrar; pero reconozco que su presencia le da sentido a una esquina de la ciudad. Habrá a quien le guste y habrá a quien no, yo creo que lo interesante es que a muchas obras que hemos hecho las personas no entran o entran sin preguntarse quién la hizo. Lo que tienen en común lo público y lo



Foto: <http://webarquitectura.com>.

El arq. Serrano, rodeado de amigos: De izq. a der.: Rafael Mijares, Juan Lanzagorta, el arq. Serrano y Jenaro de Silva.

privado es el cliente, un personaje fundamental de la obra arquitectónica del cual su participación es indispensable para que las cosas queden mejor”.

Lector de autores mexicanos que han sido muy significativos como Octavio Paz, Carlos Fuentes y otros como Juan Villoro, Francisco Serrano Cacho intenta mantenerse consciente del mundo en el que vive; apasionado del momento en el que está. Trabajando a veces con música y otras en silencio. Se reconoce inmerso en una atmósfera cambiante donde el mundo cultural, deportivo o político nos absorbe a pesar de nuestro gusto. Todo es distinto para resolver el problema que surge hoy. “No hay que resolver ni el de ayer ni el de mañana, naturalmente tendemos a seguir viviendo y los problemas a seguir saliendo por lo tanto me relaciono más con el futuro que con el pasado”.

Herencia de concreto

Al arq. Francisco Serrano Cacho se le vincula con un sinnúmero de proyectos y obras realizadas, con su legado en las aulas y con su compromiso profesional. No está de más hacer otro pequeño reconocimiento a una búsqueda de años que nos dejó por herencia

esa calidad de concreto que logró consolidar en conjunto con Teodoro González de León.

Así, es él quien recuerda que “durante muchos años no se podía hacer concreto blanco por que no daba el módulo de elasticidad entonces para lograr ese objetivo común que se habían impuesto recurrieron al Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), a ingenieros como Alejandro Fierro (QEPD) o diversas compañías constructoras que con audacia se atrevieron a hacer un nuevo material que nadie podía imaginar y arriesgarse a trabajar con él. Hoy en día, hablar de ese logro es hablar de un material que identifica a la construcción mexicana, un puente entre la tecnología y lo artesanal de la mano de obra. Dicotomía entre la perfección y el azar”. Por lo anterior, nuestro invitado concluye que, el concreto es un material muy noble, una piedra maleable maravillosa.

Es grato “recordar lo que logramos hacer; fue un material que requirió muchos años para alcanzar su aceptación pública. Hoy que a nadie le sorprende me gusta recordar cuando los clientes o las dependencias nos decían al ver una obra entregada, ¿cuándo la van a acabar, qué le van a colocar encima?”. **C**

Fallo estructural del concreto en diagramas de dominio

(Parte I)

E. e I. Vidaud

Hablemos de los diagramas de dominios también conocidos como diagrama de los tres pivotes.

El diagrama de dominios indica las posibles ubicaciones que adoptan las secciones planas con su correspondiente línea neutra, luego de que en la sección hayan ocurrido deformaciones provocadas por combinaciones de fuerzas axiales con momentos flectores (esfuerzos normales); de forma tal que provoquen una situación determinada de agotamiento resistente en los materiales componentes del concreto armado (acero y concreto); razón por la que las situaciones de servicio quedan excluidas de su alcance. En otras palabras, con el diagrama de dominios es posible visualizar en el estado límite último, las leyes que regulan las posiciones de las secciones transversales sometidas a sollicitaciones que provocan esfuerzos normales; las que pueden ir desde la tensión hasta

la compresión pura, pasando por los esfuerzos de flexotensión y la flexocompresión.

En otras geografías también se le conoce como Diagrama de los tres pivotes o Diagrama de deformaciones. Está basado en hipótesis generales y según lo anteriormente explicado, refleja los estados de deformaciones últimos que provocan el fallo por resistencia o deformación plástica excesiva de la sección.

El entendimiento de los diagramas de dominio y de las hipótesis que rigen su comportamiento está muy relacionado con los conceptos: profundidad de la línea neutra (L.N) y peralte útil

(d), por lo que a continuación se presenta una conceptualización de dichas variables.

La línea neutra (con profundidad " x ", respecto a la fibra más comprimida) es la línea que une todos los puntos de la sección transversal del elemento, en donde la magnitud de los esfuerzos normales es nula. Es decir, que en estos puntos en particular existe una inversión de esfuerzos normales; que va de las compresiones a las tensiones, o viceversa (Ver Fig. 1).

Fig. 1: Diagrama de esfuerzos normales (σ_c y σ_t : Esfuerzos normales de compresión y de tensión, respectivamente) y deformaciones unitarias (ϵ_c y ϵ_t : Deformaciones unitarias de compresión o de acortamiento y de tensión o alargamiento, respectivamente) asociadas a un nivel de Momento Flector (M_f) determinado.

En la Fig. 1 puede apreciarse el peralte útil (d), definido como

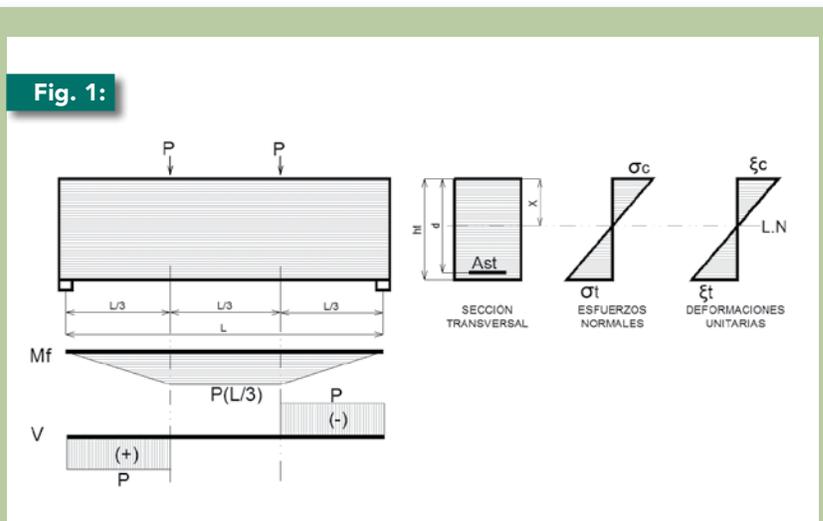


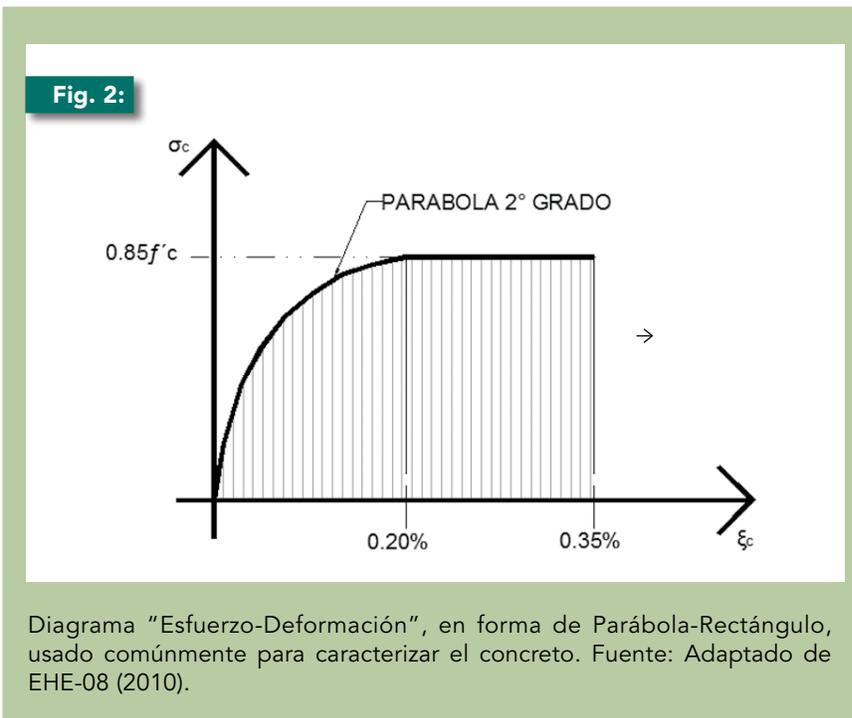
Diagrama de esfuerzos normales (σ_c y σ_t : Esfuerzos normales de compresión y de tensión, respectivamente) y deformaciones unitarias (ϵ_c y ϵ_t : Deformaciones unitarias de compresión o de acortamiento y de tensión o alargamiento, respectivamente) asociadas a un nivel de Momento Flector (M_f) determinado.

la distancia entre el centro de gravedad del acero en tensión (A_s) y la fibra en compresión más alejada. Dicho de otra manera, es la zona del peralte total (ht) de la sección, que no incluye la parte del peralte restante, en este caso definida por el recubrimiento del acero en tensión.

Como ya se dijo, el diagrama de dominios se sustenta en determinadas hipótesis generales que rigen su desarrollo. En general, son hipótesis basadas en el estudio de las secciones de concreto sometidas a sollicitaciones que generan esfuerzos normales sobre la sección transversal, en el estado límite último de agotamiento resistente de un determinado elemento; en este caso, se desprecian las sollicitaciones paralelas a la sección transversal (sollicitaciones de cortante). De acuerdo a esto, los aspectos que se definirán en el presente escrito están asociados estrictamente a la parte central de la trabe que se presenta en la Fig. 1 (zona con momento flector, sin esfuerzo cortante). A continuación se referirán en detalle algunas de las principales hipótesis a considerar.

Hipótesis 1:

Existe adherencia perfecta entre el concreto y el acero de refuerzo ya que ambos materiales (concreto y acero) actúan de conjunto. El suponer esta hipótesis significa que a nivel del centro de gravedad del acero de refuerzo, tanto el acero como el concreto circundante se encuentran ubicados en fibras que están a una misma separación de la línea neutra; experimentando así una misma deformación unitaria bajo la acción de cualquier sollicitación. Esta es precisamente la razón de ser del concreto armado.



Hipótesis 2:

Se considera válida la hipótesis de Bernoulli, que plantea que durante la deformación, las secciones normales a la directriz se mantienen planas y normales a la directriz deformada. Lo anterior conduce a que las deformaciones de las fibras de la sección concreto-acero son proporcionales a sus distancias a una recta de deformación nula, que antes quedó definida como línea neutra. La validez de esta hipótesis depende de que exista un comportamiento lineal entre esfuerzos y deformaciones; pudiéndose expresar mediante las ecuaciones de compatibilidad, deducidas por semejanza de triángulos. Esto es válido para comportamientos lineales, en donde la relación entre la distancia de los puntos de momento nulo y el peralte efectivo de la sección, sea mayor o igual a 2, ya que en estos casos las deformaciones producidas

por el esfuerzo cortante no son representativas. En caso que no se cumpla lo anterior, una alternativa es la Teoría de la "Viga-Pared".

Hipótesis 3:

Al realizar el equilibrio de fuerzas en la sección y dado que la magnitud de la resistencia a la tensión del concreto es relativamente pequeña y poco confiable, no se considera su aporte o contribución a la resistencia última. En otras palabras, se desprecia toda contribución del concreto sometido a esfuerzos de tensión.

Hipótesis 4:

La deformación en una fibra de concreto o de acero de refuerzo, define el valor del esfuerzo en dicha fibra; en función de lo que se lee en diagramas de relación entre esfuerzos y deformaciones apropiados para cada uno de los materiales de referencia.

Para el caso del concreto, es común que se adopte un diagrama de parábola y rectángulo, que va desde una deformación unitaria de compresión nula hasta una de 0.35 % en flexión simple o compuesta. La relación de referencia se grafica a continuación en la Fig. 2. Asimismo se considera un valor de 0.2 % en compresión centrada.

Vale la pena hacer un alto en dos aspectos medulares de esta hipótesis en particular. El primero refiere a que en la zona de tensión (a la izquierda del eje vertical), de acuerdo a una de las hipótesis definidas (hipótesis #3), no existe diagrama de comportamiento. El otro aspecto atiende al 0.85 marcado para definir el esfuerzo de compresión máximo en la curva de comportamiento del concreto; valor que se define para considerar el fenómeno comúnmente denominado "cansancio". Éste tiene en cuenta el hecho de que los valores de la resistencia del concreto se estiman mediante ensayos de carga rápida en espe-

címenes concebidos para este fin; sin embargo, las acciones actúan constantemente durante toda la vida útil de las estructuras.

En lo que respecta al acero de refuerzo, es común que se adopte un diagrama simplificado bilineal compuesto, que incluye el desempeño del acero, tanto en tensión como en compresión. Se trata de un tramo inclinado que se rige por un comportamiento proporcional entre esfuerzos y deformaciones (en donde se cumple la Ley de Hooke), y un tramo horizontal, paralelo al eje de las abscisas, en donde hay un incremento de las deformaciones sin que exista incremento alguno de los esfuerzos normales. La tendencia de referencia se aprecia en la Fig. 3.

Respecto a la Fig. 3, es importante mencionar que estando en compresión se limitan las deformaciones a 0.35%, correspondiente con el nivel máximo que se consideró en el comportamiento en compresión del concreto sometido a sollicitaciones de

flexión simple o compuesta. Por otra parte, otros modelos para el acero de refuerzo, un tanto más sofisticados, consideran un desarrollo lineal creciente entre la deformación de fluencia y la máxima deformación.

Hipótesis 5:

En general, se considera que una sección de concreto armado se encuentra en estado límite último de agotamiento resistente, cuando se alcanzan ciertos niveles de deformaciones en las fibras características de la sección. Estos niveles, asociados a las fibras de referencia, con base en lo definido en las figuras 2 y 3, se relacionan a continuación:

a) La deformación máxima en el acero en tensión (ϵ_s), está relacionada con un estado de deformación plástico excesivo; caso en donde se considera que ϵ_s es del 1%. Esta situación es típica de secciones con la existencia de cuantías de acero de refuerzo menores a las necesarias; tendiéndose a inducir así, a un fallo de tipo frágil.

b) La deformación máxima del concreto en las fibras en compresión (ϵ_c) en flexión simple, está relacionada con una falla o rotura en flexión (por lo general de tipo dúctil); en donde la magnitud de ϵ_c puede ser considerada de 0.35 %

c) La deformación máxima del concreto en las fibras en compresión (ϵ_c) ante sollicitaciones de compresión simple, está relacionada con una falla en compresión (por lo general de tipo dúctil), en donde la magnitud de ϵ_c puede ser considerada de 0.20 %

Las hipótesis anteriormente descritas conducen a obtener una familia de estados de deformaciones últimos que provocan la falla por resistencia o deforma-

Fig. 3:

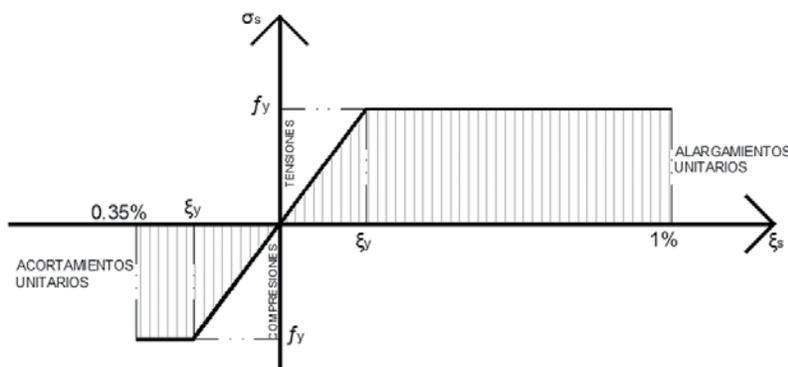
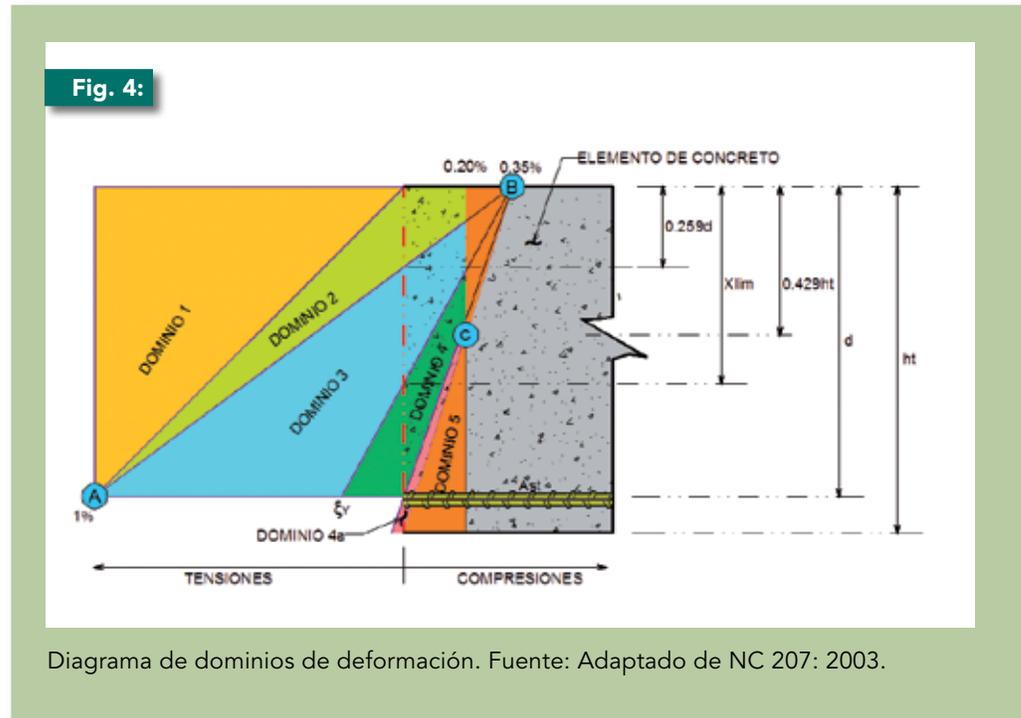


Diagrama "Esfuerzo-Deformación" bilineal, usado comúnmente para caracterizar el acero de refuerzo. Fuente: Adaptado de EHE-08 (2010).

ción plástica excesiva de la sección. Son precisamente estos estados de deformaciones últimos, los que se representan gráficamente según el Diagrama de deformaciones o dominios.

Siguiendo esta idea es posible evaluar un número finito de combinaciones de deformaciones en el concreto y en el acero de refuerzo, entre la tensión y la compresión pura. Esto se realiza de forma tal que posteriormente puede ser posible evaluar condiciones intermedias de comportamiento (en lo que a deformaciones unitarias se refiere), que permitan caracterizar el agotamiento resistente debido al acero, al concreto, o debido a ambos de manera simultánea. Es con este propósito que surgen los denominados diagramas de dominios (Fig. 4).

En general, la definición de Diagrama de dominios parte de aplicar una carga axial N de manera sucesiva y en varias posiciones, en la dirección del peralte de una determinada sección. De acuerdo a la posición que se adopte, es posible representar en las abscisas las deformaciones unitarias de las fibras en cada dominio y en las ordenadas correspondientes, la profundidad 'x' del eje neutro; medida a partir de la fibra de concreto más comprimida. Son precisamente estas posiciones límites del eje neutro, cuando alguno de los dos materiales se encuentra en agotamiento, las que nos definen los denominados dominios según la naturaleza de la sollicitación.



Como puede constatarse en la Fig. 4, el diagrama se subdivide en 6 dominios (1, 2, 3, 4, 4a y 5) que se caracterizan por las deformaciones del concreto en la fibra más comprimida, y del acero en la menos comprimida. También puede definirse mediante la posición relativa de la línea neutra según la magnitud del término k , que ente caso se define como el cociente entre x y d ; y en donde, como ya se ha definido, x es el valor de dicha profundidad y d es el peralte efectivo de la sección.

En el caso de la flexión se supone que el elemento se cargará de manera gravitacional; es decir, tendrá fibras tensionadas en la parte inferior, y comprimidas en la superior. Esta es la razón por la que la sección se considera con armado simple, distribuido en este caso en el lecho inferior de la sección transversal. En el supuesto de considerar secciones transversales doblemente

armadas, se llegaría a las mismas conclusiones ya que de acuerdo a las hipótesis que se definen, el acero ubicado en la zona de compresión se comportará igual que su concreto circundante.

En la segunda parte de este documento serán descritos en detalles cada uno de los dominios que componen estos diagramas. **C**

Referencia

- EHE-08, "Instrucción del Hormigón Estructural: Con comentarios de los miembros de la Comisión Permanente del Hormigón", Centro de publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Fomento. España, 2010.
- Jiménez Montoya, Pedro; García Meseguer, Álvaro; Morán Cabré, Francisco, "Hormigón armado", 14a edición basada en la EHE, Ajustada al Código Modelo y al Eurocódigo. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, España, 2000.
- Leonhardt, Fritz; Mönnig, Eduard, "Estructuras de hormigón armado. Bases para el dimensionamiento de estructuras de hormigón armado", tomo I, Segunda emisión revisada, Librería "El Ateneo" Editorial, Buenos Aires, 1988.
- NC 207: 2003, "Requisitos generales para el diseño y construcción de estructuras de hormigón", Oficina Nacional de Normalización, Cuba.

Concreto lanzado: prospectiva

¿Qué es el concreto lanzado? ¿Cuáles son las generalidades en torno a su producción, colocación y desempeño?

I. y E. Vidaud

El concreto con base en cemento Portland, agua y agregados tiene en la actualidad un empleo extendido por todo el mundo, dada su versatilidad y múltiples ventajas. Sin embargo, no siempre se presenta de la misma manera, pudiendo presentar algunas limitaciones con la mezcla durante su colocación, en el proceso de fraguado, durante la compactación o simplemente en su aspecto, entre otros aspectos. En este contexto han sido desarrollados los concretos especiales que son aquellos con procesos constructivos y/o sustancias especiales como aditivos químicos o adiciones minerales, que modifican alguna o algunas de las propiedades de la mezcla para atenuar las dificultades que puedan presentarse.

Puede hablarse en la actualidad del concreto premezclado, bombeado, inyectado, ligero, pesado, compactado con rodillo, con fibras, aireado, refractario, coloreado, así como de una gran variedad de estos concretos especiales, entre los que aparece el denominado: Concreto Lanzado (CL).

Conocido también en regiones anglosajonas y en algunos países latinoamericanos como Shotcrete, el concreto lanzado o proyectado tiene su origen a principios del siglo XX en Estados Unidos de América, siendo

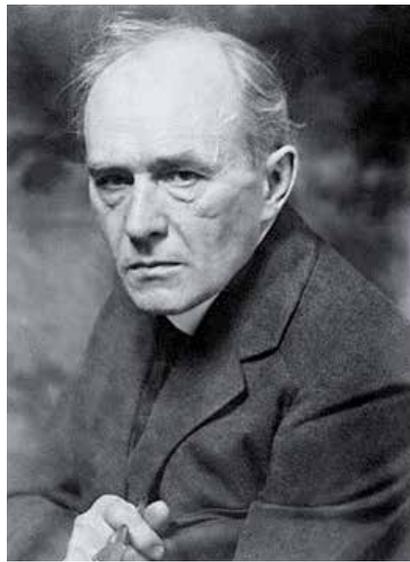
atribuida su invención a Carl Ethan Akeley (1864-1926), un taxidermista del Museo Americano de Historia Nacional, nacido en la aldea de Clarendon, en el condado de Orleans, estado de Nueva York (Fig. 1). Su primer antecedente es atribuido a una mezcla de cemento y arena proyectada neumáticamente por una pistola, cuyo producto recibió el nombre comercial de Gunite.

La idea del Gunite para el dr. Akeley nació ante la necesidad de reproducir modelos de animales prehistóricos aplicando con la mano mezclas de arcilla sobre los esqueletos. Se trataba de un método en que por medio de aire comprimido se podía colocar la mezcla seca de cemento y arena, debido a la presión ejercida por el aire que transportaba la mezcla por una manguera y al salir por la boquilla se le inyectaba agua, lo que permitía colocar la mezcla sin escurrirse por su bajo revenimiento.

El término Gunite responde a la puesta en obra de un concreto o mortero proyectado con aire a presión a través de una manguera y a gran velocidad, sobre un soporte o substrato. Se considera

entonces que si la mezcla a lanzar cuenta sólo con agregados finos se denomina mortero lanzado. Si contiene además agregado grueso se le denomina concreto lanzado. Llamado Gunita en Inglaterra, Gunitage en Francia, y Spritzbeton en Alemania, el concreto lanzado es un concreto convencional pero con una forma diferente de colocación pues es dispuesto y compactado en una sola operación mediante impul-

Fig. 1:



Carl Akeley, inventor del concreto lanzado.
Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Akeley

Fig. 2a:



Proceso de aplicación del concreto lanzado en una estructura para colindancia.

Fuente: www.magnumpumps.com/applications/shotcrete.aspx

Fig. 2b:



Proceso de aplicación del concreto lanzado en un talud de suelo.

Fuente: www.heidelbergcement.com/de/de/country/zement/liefer_programm/geotechnik/products/dry_shotcrete.htm

sión neumática, generalmente sobre un plano vertical y haciendo uso de una manguera y de una boquilla.

La EFNARC (European Federation of National Associations Representing Producers and Applicators of Specialist Building Products for Concrete) define a este concreto especial como una mezcla de cemento, agregados y agua, lanzados neumáticamente desde una boquilla hacia una superficie para producir una masa densa y homogénea. Definiéndolo el Instituto Americano del Concreto (ACI, por sus siglas en inglés) como un mortero o concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a alta velocidad sobre una superficie, que puede ser de concreto, roca, terreno natural, mampostería, acero, madera, poliestireno, u otras (Figuras 2a y 2b).

El objetivo fundamental del concreto lanzado es obtener un concreto compacto, resistente y bien adherido, que reduzca la pérdida de material que pueda presentarse por la mala colocación del material. La energía cinética se transforma en energía de compactación. La fuerza con que se proyecta el material le confiere a éste las dos características principales de esta técnica: resistencia e impermeabilidad. No obstante que el hecho de que su uso no requiere cimbras, también resulta una apreciable ventaja.

El método del CL conquistó la atención por su éxito y trajo como resultado la fabricación de la máquina denominada Cement-Gun (Figuras 3a y 3b), que fue patentada posteriormente en el año 1911 y el nombre de Gunite, que fue registrado como marca. El método anteriormente descrito es el que hoy se conoce como vía seca. Tiempo después, alrededor de los años 50, el método fue reformado agregándole agua directa-

mente a la mezcla al ser proyectada, éste se conoce como vía húmeda.

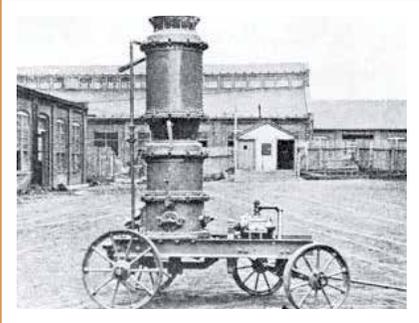
La idea de proyectar mortero hacia una superficie a alta velocidad tuvo un éxito inmediato por lo que se comenzaron a emprender proyectos usando adicionalmente acero estructural como elemento de refuerzo. Este acero fundamentalmente tenía la función de evitar agrietamientos por contracción térmica y de secado; para distribuir de manera uniforme los esfuerzos generados por las acciones de posible ocurrencia, y para garantizar la homogeneidad del sistema si por alguna razón ocurren agrietamientos indeseados que tiendan a colapsar la matriz cementicia.

Fue así que quedaron demostradas las ventajas del concreto lanzado con aspectos representativos tales como la protección de las estructuras frente al fuego y la corrosión, motivadas por la alta densidad alcanzada y la fuerte compatibilidad de la mezcla con el acero estructural. Por esta misma época se hizo común el empleo del Gunite para la construcción de estanques o depósitos de agua (Fig. 4).

Hacia 1915 la compañía Cement Gun (Cement Gun Company) era una fuerte organización que lideraba proyectos con numerosas aplicaciones, como eran: construcción y reparación de edificios, puentes, depósitos, presas, túneles para drenajes, entre otras. Así, se fue expandiendo la técnica del Gunite que se utilizaba por toda Norteamérica llegando a cruzar el Atlántico, creándose así la compañía UK Cement Gun en el Reino Unido, en un proceso que rápidamente abarcó el nivel global hacia el año 1922.

En la década de los años 30, la Asociación Americana de Ingenieros de Vías Férreas (AREA, por sus siglas

Fig. 3a:



Máquina usada en los inicios y que constituye la base de las que actualmente se usan para el Concreto Lanzado. www.shotcrete.org/media/Archive/2002Sum_Teichert.pdf

Fig. 3b:



Máquina actual usada para el concreto lanzado. www.infomine.com/equipment/company/rtm-equipment/shotcrete-machines/

en inglés) introdujo el término genérico Shotcrete para denominar el proceso del Gunitite. En 1951 el ACI (creado desde 1904) adoptó este término para describir el método de proyectado por vía seca. Luego, se le llamó así al proceso de proyección por vía húmeda, y el término fue ganando una amplia aceptación en varias partes del mundo. Según la Asociación Americana del Shotcrete (ASA por sus siglas en inglés) lo correcto es la denominación Shotcrete-mezcla húmeda, o Shotcrete-mezcla seca.

Como ya se dijo, el término Gunitite llegó a ser la marca registrada del equipo que originalmente se creó en la ciudad de Allentown (Lehigh Portland Cement Company), el fabricante más antiguo de la máquina inventada por Akeley. En los años siguientes fueron surgiendo nuevas marcas comerciales con diversos nombres, que esencialmente atendían el mismo proceso.

Durante la década de los 50 se introdujeron pistolas para la aplicación por vía seca, hecho que permitió aplicar concretos con agregados gruesos. También se diseñaron equipos para la colocación por vía húmeda con pistola rotativa, lo que permitió un sistema de alimentación continuo. Estas innovaciones aseguraron poco a poco la utilidad, flexibilidad y efectividad general del proceso, adentrándose gradualmente en la industria del concreto hasta nuestros días.

Características

Las características generales del CL hacen referencia a varios aspectos, entre los que resaltan como más significativos:

- **Mayor contenido de material cementante:**

En general, las mezclas de CL requieren más de 400 kg/m³ de cementantes, debido fundamentalmente a la necesidad de lograr un material más cohesivo, en el que también se pueda reducir al máximo el llamado efecto rebote; es decir, el desprendimiento del material una vez que este impacta sobre la superficie.

- **Menor tamaño máximo del agregado:**

Además de lo explicado anteriormente, no debe olvidarse que la mezcla se transporta por una manguera flexible, cuyo diámetro es una limitante de

esta condición. Si bien las primeras máquinas sólo permitían en un principio, un tamaño máximo de 7 mm. Las actuales pueden permitir hasta 19 mm.

- **Necesidad de aditivo estabilizador del fraguado:**

Estos concretos deben tener la capacidad de esperar, por varias horas en muchos casos, hasta ser colocados sin perder su fluidez ni que comiencen a fraguar. Este aditivo permite lograr el efecto deseado sin que se afecten las propiedades finales del material.

Fig. 4:



Operador de boquilla aplicando Gunitite para un depósito de agua en Pittsburgh en el año 1919. Fuente: Yogy, GD, 2005.

• **Necesidad de aditivo acelerante instantáneo:**

Una vez proyectado sobre la superficie, el concreto debe permanecer adherido; para ello, debe comenzar a tener en pocos segundos la rigidez necesaria. Para evitar el endurecimiento dentro de la manguera, se combina este producto con el concreto en la boquilla de lanzamiento.

En general, los especialistas establecen varias ventajas del concreto lanzado frente a los concretos convencionales. En primer término, se menciona la considerable reducción de cimbras, así como la resistencia y durabilidad del material. De igual manera se hacen evidentes aspectos tales como la aplicabilidad del producto en sitios confinados o de difícil acceso (pueden alcanzarse hasta 300 m horizontales y 100 m verticales), así como la rapidez en la ejecución, y la colocación de capas de mayor espesor en una única operación.

Resulta también que es un material con mucha menos permeabilidad por la porosidad discontinua al aplicarse por capas con gran adherencia, y con terminación inmediata después de la colocación. Incluso

puede proyectarse con color, concebido por medio de la incorporación de aditivos colorantes solo en la última capa. Otras importantes ventajas son su bajo índice de desperdicio; la baja formación de fisuras continuas de contracción al proyectarse por capas, así como la óptima relación costo/beneficio. **c**

Referencias:

- ACI Committee Report, Guide to Shotcrete, ACI 506R-90.
- Chuet-Missé, PH, "Hormigones proyectados, muchísimo más que una técnica de moda", en revista *Hormigonar*, No. 6, agosto de 2005.
- Osorio, JD, "Concreto Lanzado en túneles", en *Noticreto*, No. 103, Nov/Dic 2010.
- Sproviero, M, "Concreto Lanzado", UNICOM ENGENHARIA www.unicomengenharia.com.br
- Teichert, P, "Carl Akeley—A tribute to the founder of shotcrete". http://www.shotcrete.org/media/Archive/2002Sum_Teichert.pdf
- Yoggy, GD, "The history of the shotcrete", reproduced from the fall 2000, spring 2001, and winter 2002, editions of *Shotcrete*, summer, 2005.
- Xargay, H; Balzamo, HM, "Hormigón proyectado reforzado con macrofibras. Su aplicación en la industria de la construcción. Parte I", en *Hormigonar*, No. 20, Abril de 2010.

¡Suscríbese!

"Un mundo de soluciones en concreto"



CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA EN CONCRETO®

Es la revista especializada en construcción con cemento y concreto.

\$450 M.N. por 12 ediciones

Más gastos de envío.

www.imcyc.com



CONTACTO:

Michael López Villanueva

Tel.: 01 (55) 5322 5740

Ext. 210

Fax: 01 (55) 5322 5745

E-mail: mlopez@mail.imcyc.com



Nuestra tecnología. Tus resultados.



www.comexindustrialcoatings.com
Atención al consumidor:
Del D.F. y área metropolitana: 5864-0790 y 91
Del interior de la República: 01800-71-26639
solucionesindustriales@comex.com.mx
División Profesional

A photograph of an industrial furnace. The interior is filled with bright orange and yellow molten metal, likely steel, which is being processed. The furnace structure is dark and industrial, with various pipes and supports visible. The lighting is dramatic, highlighting the intense heat of the molten metal.

Comex[®]

Industrial Coatings

Instalaciones industriales altamente protegidas de temperaturas extremas

Los recubrimientos **Comex Industrial Coatings** cuentan con la tecnología más avanzada para resistir el calor en lugares expuestos hasta 815° C. Se pueden utilizar para proteger superficies de acero en exteriores que serán expuestos al calor y la corrosión.



Gregorio B. Mendoza

Fotos: Marcos Betanzos

La celosía de



La Tallera, como ahora se le conoce fue quizá, el primer taller destinado al muralismo en el mundo. “Un taller –decía David Alfaro Siqueiros– grande, inmenso, lleno de máquinas, con andamios móviles, con laboratorios para probar la química y la durabilidad de los colores, con materiales plásticos en abundancia, sin el sufrimiento de la limitación, con un departamento de fotografía, con cámaras filmicas, con todo, todo lo que necesita un pintor muralista, hasta con los elementos y accesorios para penetrar en el escabroso campo de la dinámica de los colores y la relatividad de las formas geométricas en el espacio activo”. Ese espacio para el artista era algo así como un inmenso granero, con luz cenital, pero sin puertas, abierto y por el cual había que entrar a través de un túnel, una metáfora física de todo lo que podía encontrarse ahí.

Su construcción lograda finalmente en 1965 en el número 52 de la calle Venus en la colonia Jardines de Cuernavaca, en la ciudad de Cuernavaca, Morelos fue en palabras del propio Siqueiros la ambición materializada de “llevar a la

Siqueiros

realidad una idea que desde 1920 tenía con Diego Rivera; es decir, la creación de un verdadero taller de muralismo donde se ensayaran y aprendieran con maestros locales y artistas jóvenes nuevas técnicas de pintura, materiales, aspectos geométricos, perspectivas, etc.”

Así, en una superficie de 500 m² fue levantada la construcción original con una altura de 8 metros, ésta abarcaba sólo la mitad del terreno, poseía inmensos muros con ventanales hacia el sur y todo el lado norte abierto, dejando libre la otra parte del patio para la circulación del aire y el más amplio campo visual.

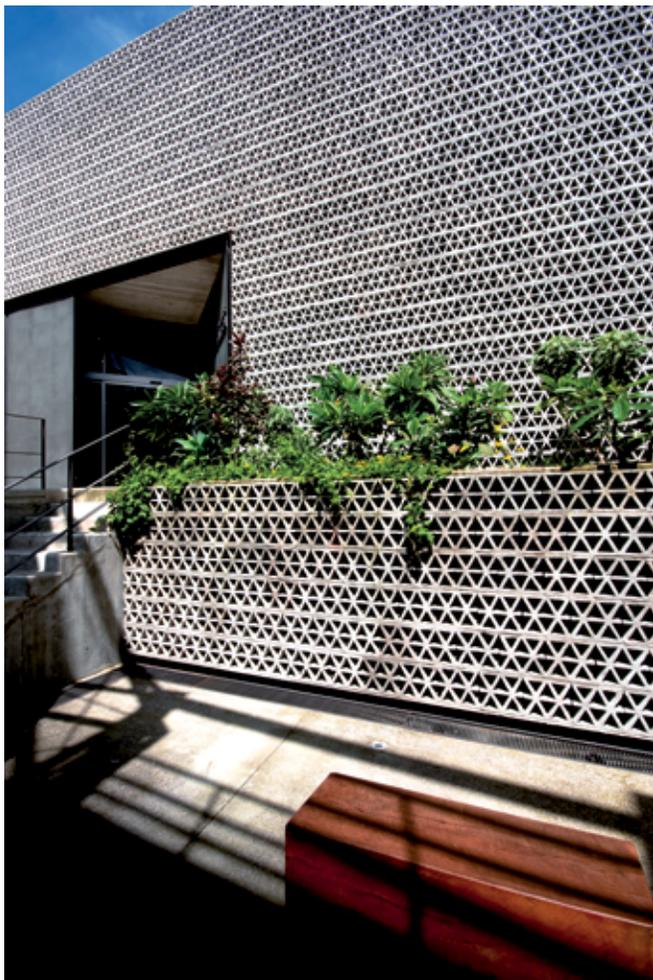
Su forma es una especie de gran rectángulo a primera vista,

tiene 23 metros de largo; la parte más larga del taller mide de extremo a extremo 33 metros. Da la sensación en su conjunto de un foro. El techo se componía originalmente de una estructura de hierro cubierta de asbesto-cemento. Incorporaba en esa zona, largos rieles por donde corrían potentes grúas eléctricas, de cuyas cadenas pendían los grandes paneles de asbesto –que ahora forman el exterior del Polyforum–. Esta idea surgió de Siqueiros con el objetivo de no tener que usar andamios y facilitar la cotidianidad de su trabajo.

Era una idea visionaria para su tiempo, las grúas para la movilización de los paneles mencionados

pesan 500 kg cada una y debajo de los rieles se encuentran los canales con profundidad de dos metros y 60 cm de ancho por los cuales habían de descender dichos paneles. En total se usaban 12 grúas, 4 eléctricas y 8 mecánicas. Y se bautizó como la Tallera porque además de la admiración femenina, el maestro Siqueiros consideraba dicho taller como una fábrica que “daba a luz” cuadros de grandes proporciones. Al lado de este gran espacio de carácter industrial se encuentra la que fuera casa del artista en los últimos años de su vida.

El espacio fue paulatinamente olvidado y subutilizado. En 1986 se abrió como museo y en el 37 aniversario luctuoso del muralista se



formalizó el anuncio por parte del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) para intervenirlo. Objeto de una interesante inquietud de revitalizarlo y devolverlo a la comunidad artística nacional pero sobre todo a la comunidad del estado, ávida de vincularse con propuestas artísticas y los mensajes que éstas puedan construir en beneficio de la reconstrucción de un tejido social quebrantado por la violencia y la indiferencia, la oportunidad de renovarse llegó en 2009 y después se concretó de manera más amplia en 2011 cuando se convocó a un concurso de diseño arquitectónico por invitación del cual resultó ganadora por unanimidad la propuesta de la arquitecta Frida Escobedo.

Intervenir y reinterpretar

El proyecto integral de intervención y rescate de los murales requirió de más de treinta meses de trabajo y una cantidad mayor a 50 millones de pesos (mdp) invertidos de la siguiente manera: 5 millones para la realización de estudios previos y diagnóstico del conjunto (La Tallera y la casa estudio); 28 mdp para la obra pública necesaria provenientes del gobierno del estado, el INBA y la Secretaría de Turismo; 15 mdp para la restauración y traslado de murales que se llevaron al sitio; 4.5 mdp más para el equipamiento, mobiliario, rehabilitación de oficinas y exhibiciones.

La propuesta, inaugurada el 20 de septiembre de 2012 por Felipe Calderón, la entonces ex titular del Instituto Nacional de Bellas Artes Lic. Teresa Vicencio, Taiyana Pimentel Paradoa, directora de la Sala de Arte Público Siqueiros, y la entonces titular del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes Consuelo Sáizar fue recibida entre amplios reconocimientos por ha-

Datos de interés

Nombre del proyecto: La Tallera Siqueiros

Ubicación: Cuernavaca, Morelos

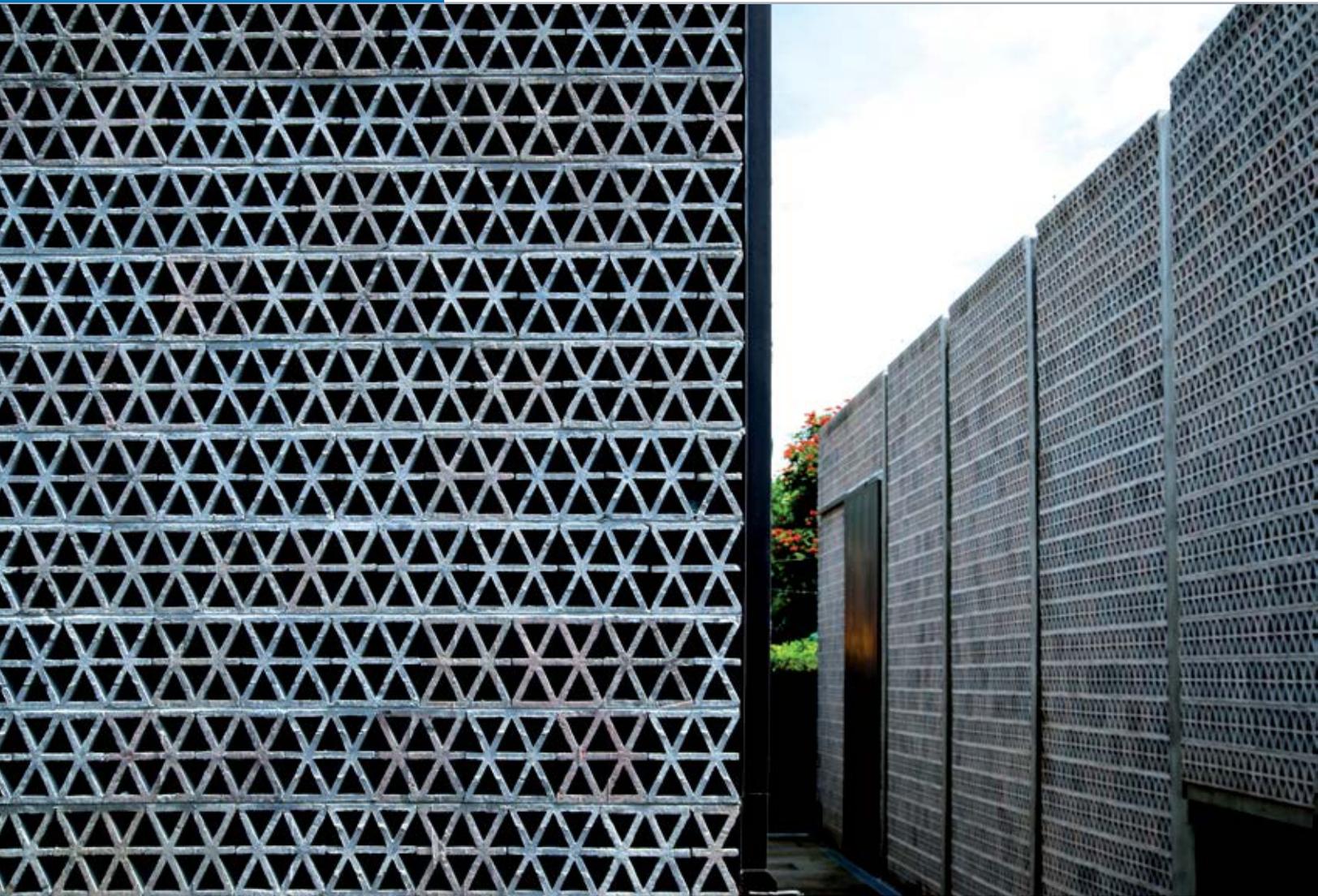
Diseño Arquitectónico: Frida Escobedo

Proyecto Ejecutivo: Buscando la Aurora
(Héctor de la Peña + Carlos Coronel)

Museografía: Isaac Broid y
Museográfica, S.C.

(Jorge Agostoni y Marco
Barrera Bassols)





berse convertido en un nuevo espacio que contempla una renovada área de exhibiciones, talleres para distintas edades, biblioteca, centro de documentación, cafetería, área de trabajo y un proyecto internacional de residencias para artistas, críticos y académicos interesados en lo que ha ocurrido en Cuernavaca en el siglo XX y XXI que aún está en proceso de consolidación.

El trabajo de Frida Escobedo consistió en lograr que se unificara un diálogo público en torno a un edificio hermético y que finalmente comenzara a verse como un espacio común que se extiende hasta la plaza jardín que lleva el nombre de Siqueiros. Por esto mismo, este edificio se abre ahora con un gran

patio de acceso con una pendiente sutil donde los protagonistas del espacio son un par de murales concebidos originalmente para estar al exterior y que con su nueva posición funcionan como vínculo visual y programático con la plaza, al contener la cafetería, librería y tienda del museo; y a la vez separan la residencia para artistas.

De acuerdo a Frida Escobedo "al rotar los murales se ponen en juego los elementos simbólicos de la sintaxis arquitectónica de la fachada –considerando la condición de poliangularidad en la obra de Siqueiros– que cambia la habitual relación entre la galería y el visitante. Al igual que el exterior, el espacio museográfico interno

se desdobra y genera nuevos vínculos espaciales. La distribución de estos espacios como juego de planos en muros y murales se devela al cruzar una celosía perimetral que delimita el contexto urbano; un gesto constructivo que puede por momentos llegar a ser considerada una pieza escultórica horizontal que resguarda la obra de Siqueiros.

El programa arquitectónico ahora habilitado se configura por: 253 m² de oficinas; una plaza de acceso de 767 m²; sala principal del museo de 447 m²; 83 m² cafetería; adicionalmente la zona de servicios y jardines así como 476 m² de residencias artísticas (la antigua casa de Siqueiros).

Nuevo lenguaje

La arquitectura del nuevo edificio posee gestos sencillos en su concepción constructiva así como en su pretensión material. Haciendo uso del concreto en los elementos como son el patio de acceso (concreto lavado con agregados expuestos), el piso de las galerías (concreto con aplanado fino) y las losas de entrepiso o la estructura principal en concreto aparente, el diseño del espacio da prioridad al contenido y a la remembranza histórica de la función original. Al mismo tiempo deja clara la lección de equilibrar diversos sistemas constructivos y de dotar de cualidades extraordinarias materiales como las celosías de cemento triangular para configurar una atmósfera peculiar colmada de luces y sombras.

La sofisticación de la obra se concentra en la mano de obra, la calidad constructiva y el rescate de elementos de la cultura popular en espacios destinados para el arte. Lo hace no sin cierta evocación nostálgica por el pasado pero también con un cierto grado de simplicidad que parece hace aún más anónimo al autor de la intervención para darle mayor protagonismo a quién concibió ese espacio como un lugar de vanguardia.

Las cajas que se encuentran ahora poseen ese color gris del cemento pero nunca se vuelven monótonas o deprimentes. Construidas con una primera piel de blocks de cemento y recubiertas por una segunda de celosías, estas cajas exaltan la textura del concreto y su fortaleza siendo empleadas en una escala mayor, como corresponde a un edificio institucional con carácter público.

De la mano de la arquitectura del paisaje, la orientación y la presencia de perfiles estructurales en



color negro, todo espacio interior se vuelve una zona de interesante transición de luz y sonidos que en algunos casos representa la posibilidad de observar con detenimiento lo que sucede adentro, una metáfora del espacio público contenido en un edificio arquitectónico. El contraste entre la segunda piel traslúcida y la pulcritud en blanco de las galerías herméticas que protegen adecuadamente la obra artística exhibida.

El cemento y el concreto son aquí, estructura y acabado; un

lenguaje peculiar que se convierte por momentos en mobiliario y en pasadizo. Ventanas que parecen caleidoscopios, que determinan espacios y multiplican visuales. El mejor sistema para comunicar el pasado con un presente que culturalmente tiene mucho más por construir. Alejado de la concepción de que el concreto es materia siempre sólida, aquí el ingenio popular parece expandir las virtudes de su materialidad desde el aspecto más humano posible al construir: la mano de obra. **C**



In Memoriam

“Con el concreto precolado, así como el vaciado *in situ*, se puede producir casi cualquier forma, color y textura, para satisfacer los requisitos estéticos y funcionales de la arquitectura moderna”.

Heracio Esqueda Huidobro

Raquel Ochoa

Fotos: Archivo IMCYC.



Hombre multifacético, apasionado, con hambre de impulsar y promover todos aquellos proyectos que surgían a su paso. Así fue Heracio Esqueda, ex director general del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. (IMCYC).

El fallecimiento, el lunes 4 de noviembre, del especialista en Industrialización y Prefabricación de Edificios, arquitecto Heracio Esqueda Huidobro, ensombreció al ámbito del cemento y del concreto en México. Un hombre con hambre de impulsar y promover proyectos e ideas. Así fue Heracio Esqueda, arquitecto egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con estudios de Maestría

en Tecnología de la Arquitectura en la Facultad de Arquitectura UNAM.

Su liderazgo, desde organismos tan importantes como la Cámara Mexicana de la Construcción (1983-1987), hasta el IMCYC (1993-2003), pasando por Productos Especiales de Concreto (PRESCO) y por la Asociación Nacional de Industriales del Prefuerzo y la Prefabricación (ANIPPAC), son parte brillante de su trayectoria profesional. También fue mercedor a los premios de “La Giralilla de la Habana” y la presea del ACI, por su contribución a la industria del cemento y el concreto. Conferencista internacional, autor imprescindible de libros y revistas especializadas de la construcción y la industria del cemento y el concreto.

A fines de los noventa (1997), ya como director general del IMCYC (1993-2003), fundó y administró el Organismo Nacional de Normalización y Certificación para la Construcción S.C. (ONNCCE). Organismo que contribuiría a la mejora de la calidad y la competitividad de los productos, procesos, servicios y sistemas relacionados con la industria de la construcción. Además, fue miembro de diversos Consejos Consultivos como Servicios Metropolitanos (Servimet); Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER); Centro de Investigación y Documentación de la CASA (CIDOC) y del Reglamento para las Construcciones del Departamento del Distrito Federal (DDF).

La Revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, con dolor fraternal y como homenaje póstumo, entrevistó al lic. Ignacio Osorio Santiago, gerente administrativo y al ing. Armando Arias Aguas, coordinador de los programas de ensayos de aptitud y asesor en sistemas de gestión de calidad, ambos integrantes del IMCYC, quienes recordaron y compartieron con emoción las imágenes, anécdotas y aportaciones que les dejó el arquitecto Heraclio Esqueda Huidobro.

Un líder nato

“Ejemplo de templanza para afrontar todos sus retos; así era el arquitecto Heraclio Esqueda Huidobro. Profesional estricto, exigente y firme en sus decisiones. Gran padre y amigo. Sensible, confiable, discreto y generoso. De él aprendí mucho, su apoyo y consejos enriquecieron mi vida profesional y personal. Nunca nos exigimos nada, no había ningún compromiso de por medio, la amistad que construimos fue perdurable, abierta y franca”, reflexiona Ignacio Osorio Santiago.



“Lo conocí en el IMCYC, en diciembre de 1990, cuando ingresé a trabajar en el Instituto –rememora el mismo entrevistado–; me hizo la segunda y definitiva entrevista. ¡De inmediato supe que era todo un profesional y líder nato! Inicialmente, fue un encuentro de índole netamente laboral, paulatinamente me dio la oportunidad de participar en algunos proyectos institucionales; después, me encargó desarrollar algunos otros en su totalidad. ¡Fue un apasionado por su trabajo!

Y, en su entorno, comulgó conmigo -en ese espíritu de alcanzar metas, de trabajar duro, de actualizarse constantemente, de leer, de frecuentar círculos educativos-. Lo anterior hizo que la relación profesional se extendiera a una cordial y estrecha amistad, que perduró hasta su muerte. ¡Fue una relación muy cordial y de respeto mutuo!”, expresa Ignacio Osorio.

“Cuando trabajamos juntos –evoca el mismo–, podíamos extendernos largas horas hasta concluir el objetivo. Fuera del ámbito laboral, también, pasábamos tardes amenas para hablar de temas de toda índole. La diferencia de edades no fue obstáculo para que -Heraclio y yo- lográramos una excelente amistad”.

Ignacio Osorio, escudriña en sus recuerdos y narra: “En 1993, lo escuché hablar sobre la necesidad de las

normas aplicables en la industria de la construcción. En sus viajes por extranjero se dio cuenta de que la normatividad y certificación de la construcción y edificación eran necesarias e indispensables para asegurar su calidad y alcanzar estándares más competitivos-. Él fue uno de los impulsores para la creación del Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C. (ONNCCE), instancia que se constituyó en febrero de 1994, siendo testigo de su crecimiento y de las dificultades económicas por las que atravesó dicho organismo, ya que, en el año de su





creación (1994) ocurrió el famoso 'error de diciembre'; el país cayó en una profunda crisis económica que hizo desaparecer a varias empresas -sobre todo a pequeñas y medianas de reciente creación-. No obstante, la gran debacle económica, el ONNCCE sorteó esta y muchas otras dificultades, logrando ser la entidad de gran solidez y prestigio, que actualmente conocemos".

La emoción lo llevó nuevamente a sus recuerdos y agregó el lic. Osorio que el arq. Esqueda, "además de ser arquitecto, era un apasionado de las humanidades y de la filosofía; también fue escultor, diseñador, y dentro de sus aficiones estaba el de la escritura. Hace aproximadamente dos años, en una de nuestras charlas, me habló de un proyecto literario de temas filosóficos y sobre las necesidades del ser humano, 'del ser y del tener', ideas que plasmó en su última obra de reciente impresión intitulada "La necesidad comprendida". Con éste, como uno de sus últimos proyectos, pareciera que fue su manera de despedirse de familiares y amigos. En sus páginas se lee lo que a él lo caracterizó frente a las personas que lo rodean; pues su camino a la felicidad y a la realización era conducido siempre al anteponer los valores del ser humano, ante cualquier otra situación", finaliza Ignacio Osorio Santiago.



El expansionista del IMCYC

"Considero que el arq. Heraclio Esqueda era una persona con un reto cada día; un gran motivador, muy dado a que las cosas se hiciera bien y a la primera. Durante muchos años traté al arquitecto. Nos conocimos por 1993, cuando entró como director general del IMCYC, en esos tiempos, yo estaba como Jefe de laboratorio. Recuerdo que llegó con grandes ánimos e ideas para

que el IMCYC siguiera siendo conocido a nivel nacional e internacional", expresa Armando Arias Aguas.

El entrevistado busca en sus recuerdos y afloran imágenes de años atrás, cuando fueron inauguradas las instalaciones del laboratorio del IMCYC. "Durante su gestión, el Instituto dio un cambio realmente importante. Después de 35 años en los que oficinas y laboratorio estuvieron físicamente en un solo edificio (Insurgentes sur 1846), se logró la adquisición y adecuación de las actuales instalaciones del laboratorio, lo cual permitió entre otros aspectos: incrementar el número de servicios y clientes.

Su empeño y firmeza -agrega Armando Arias-, "dio forma e impulso la implementación del sistema de gestión de calidad ISO 9001 en el Instituto. También promovió al laboratorio como uno de los mejores de México, logrando la acreditación de los mismos y alcanzando, desde entonces, que fueran las mejores instalaciones para la realización del mayor número de pruebas acreditadas. Del mismo modo, dentro de su gestión y gracias a su empeño se creó el área de Metrología, ampliando

los servicios del laboratorio del IMCYC. Por otro lado, y no menos importante, fue el impulsó que dio al control de calidad de las primeras carreteras construidas con base en concreto a nivel nacional, siendo el laboratorio del IMCYC el precursor en estas actividades".

Nuestra relación -agrega el ingeniero- siempre fue de respeto por ambas partes. Todo el personal, contó siempre con su apoyo. Algo que estará presente, son sus consejos de superación personal y la aprehensión de algo nuevo cada día. Sin duda alguna, con su deceso se pierde a un gran líder, que luchó para que el IMCYC y sus trabajadores fueran cada día la mejor institución y los mejores hombres. **C**

**ARQUITECTURA • INTERIORISMO • DISEÑO • CONSTRUCCIÓN
TECNOLOGÍA • EQUIPAMIENTO • SUSTENTABILIDAD**



EQUIPAR

CONECTANDO NEGOCIOS

El mejor enlace entre **Inversionistas, Constructoras, Desarrolladores y Cadenas Hoteleras**, con todo tipo de **Contratistas, Proveedores, Fabricantes y Representantes** de marcas nacionales e internacionales en Latinoamérica.

OTRO PRODUCTO



MEX GROUP

■ Oficina México DF:
Corporativo Antara, Torre 1, Piso 5,
Polanco, México, D.F. CP. 11520
(55) 8000 1961
8000 1962

■ Casa Matriz:
Corporativo Global, Torre B, Piso 3.
Av. Bonampak 73-01, Cancún, Q. Roo. CP. 77500
(998) 840 6189 / 892 7850
Resto del País: 01 800 8-EQUIPAR

 @RevistaEQUIPAR

 Revista EQUIPAR

www.revistaequipar.com

Infraestructura de estabilización

Raquel Ochoa

Fotos: Cortesía Concesión Sabana de Occidente.

La ingeniera colombiana establece nuevos estándares en el sometimiento de zonas con intensa inestabilidad geológica.



La reciente inauguración del Falso Túnel El Cune, pone fin a toda una década de incomunicación e inmovilidad entre Medellín, Colombia y la Costa Atlántica. Las firmas constructoras Concesión Sabana de Occidente e INCO dieron una solución definitiva al problema del deslizamiento del sitio y habilitaron la vía de la autopista Bogotá Villeta, entre el Vino y el municipio de Villeta.

El Falso Túnel El Cune (como parte de la optimización de la vía Honda-Villeta Bogotá), no es una simple obra vial, es un reto de la ingeniería colombiana que concluyó con la incomunicación

e inmovilidad entre Medellín y la costa atlántica. Esta obra de infraestructura y estabilización no tiene parámetro con ninguna otra construida en Colombia. Por ello, en entrevista para la revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, José Luis Echeverry García, gerente de operación de la firma Concesión Sabana de Occidente, explica el desarrollo y desafíos que significó materializar la extraordinaria obra de ingeniería.

Antecedentes

La historia del Falso Túnel El Cune tiene sus antecedentes en 1995, cuando dieron comienzo los tra-

bajos de construcción de la variante Villeta-Bogotá, uno de los mayores retos para la ingeniería colombiana, que pretendía facilitar la movilidad y comunicación de ese país con la costa atlántica.

La excavación de las laderas, un muro de contención hecho con concreto reforzado y la terracería superficial, culminaron con una calzada principal que solucionó la vialidad en la zona. No obstante; la presencia en 1998 de fisuras en las terrazas superiores y pequeños derrumbes anunció el gran desplome y cierre total que sobrevendría en la vialidad un año después. Los nuevos desplazamientos y los continuos movimientos de materiales terminaron por destruir completamente el muro de contención, desplazándolo hacia la quebrada conocida como El Cune.

El planteamiento de una solución definitiva se volvió imperativo. En estas condiciones, para 2008 Concesión Sabana de Occidente e INCO, trazaron su propuesta para dominar definitivamente el conflictivo tramo. El sometimiento de una zona con intensa inestabilidad geológica fue todo un desafío para el equipo de ingenieros. En la primera etapa, realizan estudios, emprenden perforaciones de sondeo, levantamientos topográficos, fotografías aéreas, exploraciones directas e indirectas, pruebas de permeabilidad, ensayos de caracterización de materiales, determinación de la geología regional y la geología estructural. ¡Todo listo! Con la información obtenida fue posible el primer modelo geotécnico, logrando recrear las condiciones de la masa inestable.

Los desafíos

Para los ingenieros de Concesión Sabana de Occidente e INCO, nos comenta José Luis Echeverry



García, los retos para brindar una solución definitiva en la vialidad en El Cune fueron muchos: “La presencia de cinco fallas geológicas que circundan la inestabilidad, requirió profundizar los estudios y el planteamiento de soluciones modeladas para cada etapa, garantizando factores de seguridad en la construcción de la obra. En este sentido, el mayor desafío consistió en llevar a cabo la construcción”.

En la excavación del túnel de drenaje, añade el entrevistado, “los estudios hidrogeológicos confirmaban no sólo la ubicación de las fallas, sino grandes flujos subterráneos de aguas a presión, con altas concentraciones de sulfatos y amonio, que implicó el uso de concretos resistentes a estos compuestos. Asimismo, la compensación de masas exigió la reutilización -como relleno final- del material de excavación al interior superior ajustando la obra a pequeños espacios de almacenaje y maniobra”.

Sin embargo, las complicaciones seguían: “La presencia de aguas subterráneas durante la excavación de pilotes obligó al vaciado de mortero sellante en todo el tramo de ingreso del agua, requiriendo de la perforación de los elementos. Por su parte, los avances de excavación en trinchera para vigas cabezales y apuntalamientos superiores e inferiores, exigieron ajustes en el tiempo de coordinación de actividades, consintiendo avances únicamente de 20 metros, debido a los grandes empujes soportados”, precisó el especialista de Concesión Sabana de Occidente.

La lucha contra el tiempo y por lograr la culminación de la ruta programada, fue el “Talón de Aquiles” en la obra. “Conforme avanzaban las excavaciones de pilotes y celdas, las estructuras construidas con anterioridad fueron apareciendo,



Datos del proyecto

Nombre de la obra: Falso Túnel El Cune.

Ubicación de la obra: km 80+800 Vía Bogotá - Villeta, Colombia.

Superficie construida: 300 metros lineales – 2,970m².

Tipos de concreto utilizados: 3,000, 4,000 y 5,000 psi.

Total de concreto utilizado: ca. 18,000 m³.

Despacho arquitectónico: Concesión Sabana de Occidente.

Constructora: Concesión Sabana de Occidente.

demandando mayor tiempo y movimiento en la demolición de concretos reforzados. De igual forma, en la temporada de lluvias, los instrumentos mostraron alta sensibilidad a las precipitaciones por lo que fue necesario implementar planes de contingencia de apuntalamientos”.

Por su lado, el diseño vial de las calzadas con pendiente longitudinal de un 6 por ciento, contribuyó a la acumulación de agua, afectando los trabajos y amenazando la estabilidad de las secciones de excavación. La solución fue un sistema de bombeo permanente, a lo largo de todo el túnel, acompañado de un pozo de achique de 35 metros, drenado permanentemente. Al igual que la manipulación de relleno mínimo en cada tramo, con objeto de excavar y generar la compensación de masas necesaria, para la seguridad de los trabajos. Por otra parte, señaló el experto, “el reducido espacio entre ejes, obligó a montar diferentes dispositivos de transporte de prefabricados, así como maquinaria pesada para instalar dichos elementos”.

Todo esfuerzo tiene su premio, al final de la jornada “los controles de instrumentación implementados permitieron realizar ajustes en obra consintiendo que los parámetros de diseño en todas las etapas y especialidades se cumplieran”, enfatizó categórico José Luis Echeverry.

Un gran diseño

“Un falso túnel es un sistema estructural de obra subterránea que consiste en la construcción de toda la infraestructura que conformara el soporte del túnel sobre un obstáculo natural o artificial a superar. Posteriormente se excava desde los costados del túnel hacia el centro y el material se deposita y conforma en su parte superior”, explica el especialista.

“El diseño del falso túnel El Cune contempla elementos articulados que permiten la disipación de energía mediante movimientos controlados. Uno de los elementos innovadores es la concepción de la bóveda superior. El diseño, relativamente nuevo en Colom-

bia, es eficiente estructuralmente, con una estética interesante. Está integrado de dos celdas de 8m (metros) cada una, dos carriles de circulación por sentido, una pendiente longitudinal del 6 por ciento, así como una altura máxima de circulación de 4.70 y 200 metros de longitud total. A nivel estructural, consta de tres módulos. El primero de 135 metros es una sección abovedada; el segundo, con 45 metros, da forma a una pantalla estructural; el tercero, está compuesto por 20 metros de muro cimentado sobre 12 pilotes de un metro de diámetro y 10 metros de profundidad adecua los portales de entrada hacia Bogotá y Villeta.

Concreto en El Cune

En la selección de materiales la prioridad fue el cumplimiento con la normas de calidad colombiana NTC. Dentro de los principales materiales utilizados en la obra está el concreto, comenta el entrevistado: "Este insumo jugó un papel muy

importante pues en un 80 por ciento de la obra se usaron elementos estructurales vaciados con concreto de diferentes características, tanto prefabricadas como creadas *in situ*. Además, quedó a la vista en el eje central de pilotes y caras de vigas cabezales".

Para tal empresa fue necesaria la instalación de una planta de concreto, exclusivamente para alimentar a esta gran obra de infraestructura. Así, se curaron al vapor más de 2,400 m³ de elementos prefabricados, acelerando el proceso de reacción exotérmica del concreto", enfatizó el ingeniero de Concesión Sabana de Occidente.

Dada la complejidad y las distancias para suministro del concreto en el sitio, se instaló una planta mezcladora dosificadora KPD 20L, para la producción del concreto, también en el sitio. Adicionalmente, y con gran importancia en el ahorro de tiempo y aumento de rendimientos en el proceso constructivo, se implementó un sistema de curado al vapor para

acelerar la madurez del concreto obteniendo óptimos resultados en la resistencia del mismo.

"Durante años el municipio de Villeta estuvo afectado por el tráfico de vehículos pesados en sus vías internas, dañándolas y prácticamente destruyéndolas, contribuyendo al crecimiento del nivel de accidentalidad de la población local. Los embotellamientos constantes en la única vía de acceso al pueblo constituyeron un dolor de cabeza para los transportadores. Por lo tanto, el hecho de que no pasaran vehículos pesados por el casco urbano, hoy contribuye en gran medida a mantener las condiciones ambientales óptimas propias de un pueblo panelero, con parques y libre de contaminación industrial", finaliza el ingeniero de Concesión Sabana de Occidente.

Así las cosas, el Falso Túnel El Cune, no sólo comunicará y permitirá la movilidad en la región, sino al mismo tiempo, reducirá los tiempos de viaje, los costos de transporte interno y la activación del turismo. **C**



Aula por la equidad

Antonieta Valtierra

Fotos: Cortesía Rafael Gamo.

Estudiantes de Arquitectura de la Universidad Iberoamericana proyectaron y edificaron un aula rural que integra sustentabilidad, tecnología, diseño e identidad cultural.



En una pequeña comunidad cercana al volcán Nevado de Toluca, específicamente en El Coporito, Temascaltepec, Estado de México, en diciembre de 2012, fue entregada la tercera aula por la equidad para educación primaria. Dicha aula fue posible gracias al programa del Consejo Nacional de Fomento Educativo (Conafe), que involucra a estudiantes de arquitectura y catedráticos, en donde también participaron el gobierno del municipio de Temascaltepec, y la misma comunidad. En ésta obra colaboraron alumnos de la Universidad Iberoamericana (UIA).

El proyecto de la Conafe tiene como finalidad construir espacios educativos dignos e innovadores en las pequeñas comunidades marginadas, que respondan de manera responsable a las necesidades específicas de la gente y al tiempo utilizar los recursos naturales de las regiones en donde son edificadas. Con dicha tarea las instituciones de educación superior se vinculan con la comunidad, sus estudiantes realizan prácticas que les serán de gran utilidad en su carrera profesional y la población resulta beneficiada.

Lineamientos a cumplir

Las propuestas constructivas que concursan en este tipo de proyectos de la CONAFE deben responder a condicionantes como: el factor económico –estar dentro del presupuesto del organismo para la construcción de un módulo prediseñado de aula y baño–; el clima, pues uno de los ejes rectores del plan es la crítica al pobre desempeño que las aulas prediseñadas han tenido en los distintos climas donde se construyeron (húmedo,

caluroso, seco o de montaña). Finalmente, el diseño deberá tomar en cuenta el emplazamiento en el lugar y su respuesta directa a las condiciones en que viven los usuarios, como la forma en la que llegan a la escuela los niños o a los usos que los habitantes le dan a los espacios comunes.

Definiendo el proyecto

El aula El Coporito, se desplanta en la parte sur de un terreno de forma triangular con superficie de 825 m². La obra, construida por el taller

Suficiente Arquitectura –cuyos integrantes propusieron un centro comunitario, más que un aula–, se divide en tres bloques. El primero tiene un área de 87 m² y corresponde al salón, con un espacio para fungir como dormitorio para los profesores (ellos son enviados a dar clases a la comunidad, y normalmente no son originarios del lugar por lo que pernoctan en el sitio). La orientación fue un aspecto prioritario, la postura de este volumen fue determinado por la preexistencia del aula anterior en el terreno. El cuerpo del recinto propuesto respeta los paños y se





desplanta a su lado para aprovechar el asoleamiento que incide en la fachada sur.

El segundo espacio es un bloque que contiene baños y cocina para complementar el programa de la escuela rural. Este cuerpo responde al paño de la preexistencia de los sanitarios y tiene una superficie de 30 m².

Finalmente se encuentra el pórtico de acceso, que comprende un área de 60 m², cuya principal finalidad es generar espacios de sombra en el terreno, a la vez que funciona como acceso a la escuela y como delimitante para la plaza dura. La línea que siguió el diseño fue encaminada a generar áreas multiusos que pudieran delimitar el espacio de la escuela sin la necesidad de bardas o puertas.

Materiales y técnicas constructivas

Elementos como el concreto armado con acabado pulido fueron colocados en los pisos del volumen de baño, cocina y del aula. Para el muro de contención que limita el terreno y sobre el cual se desplantó

el salón, se utilizó piedra del lugar. En las áreas exteriores, el pavimento es de block de adocreto gris.

En los muros se utilizó un tabique estabilizado de adobe con proporciones 1:4, elaborados en sitio y en los cuales el cemento fue el agregado que proveyó mayor duración a la construcción. En otros puntos también se colocaron bloques de adocreto en acabado natural. Estas piezas se crearon con la tierra del

lugar probando con distintos yacimientos que fueron encontrados. La idea de estabilizar el tabique permitió obtener un mejor acabado y mayor duración.

En cuanto a las técnicas constructivas se utilizaron: para cimentaciones fue la mampostería de piedra y losas de cimentación armadas con varilla del número 3, reforzada con malla electrosoldada. En los muros se usó la mampostería con bloques



de adobe. Para la construcción de las techumbres se colocó una estructura de madera de la región soportada por bases de placas de acero en forma de U las cuales soportan las láminas galvanizadas.

Detrás del proyecto

Suficiente Arquitectura forma parte del ciclo de los Talleres verticales de la UIA. Los alumnos inscritos pueden ser de quinto al séptimo semestre de la carrera de arquitectura, lo cual proporciona un alto nivel de calidad de los proyectos. En ésta ocasión el equipo estuvo integrado por los estudiantes Gerardo Guzmán, Lucía Alonso, Cristina Alessi, Javier Haghenbeck, Reneé Gutiérrez, Antonio Peña, Alexis Ávila y Juan Garay.

En este taller son desarrollados proyectos viables para comunidades marginadas o de escasos recursos cuya finalidad es lograr mejorar su calidad de vida a partir de la arquitectura que se plantea. El funcionamiento del taller se da mediante una dinámica de competencia por equipos a lo largo de un semestre, durante el cual especialistas en distintos temas son invitados a dar pláticas que ayuden a complementar el proceso de los proyectos. Al final del semestre éstos concursan y el ganador pasa a la fase de construcción a cargo de un grupo de alumnos, esto se realiza como servicio social universitario durante las vacaciones de verano.

Al respecto, uno de los integrantes, Alexis Ávila comenta: "tener experiencia profesional en esta carrera es fundamental para el desarrollo integral. Sin embargo, cuando ésta experiencia implica construir un objeto que será utilizado durante mucho tiempo por un grupo social en desventaja, el reto se vuelve mucho mayor. Adquirimos sin saberlo una respon-



sabilidad enorme pues debíamos responder de manera acertada y comprometida".

La construcción de la obra se inició el 4 de junio del 2012 y concluyó el 27 de octubre del mismo año. El clima lluvioso provocó la demora en los trabajos de edificación, pues en esa zona rural los caminos se vuelven inaccesibles para el surtimiento de material y, consecuentemente, las labores se retrasan.

Aspectos importantes

En esta obra fue fundamental el diálogo con los habitantes de la comunidad, expresa Alexis Ávila: "ellos nos proporcionaron información técnica sobre sus procesos de construcción, los cuales nosotros usamos para lograr una edificación adaptable al entorno y que no se percibiera como un ente ajeno. Es importante mencionar que las dinámicas de cualquier equipo de trabajo deben

estar enfocadas a la distribución equitativa de las labores, para tener un grupo que responda, incluso en caso de emergencias, y sea eficiente en todo momento".

Colofón

El programa que ideó la Conafe inicialmente fue puesto en marcha en la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Sin embargo, dada su valía se ha extendido al departamento de Arquitectura de la UIA, con el mismo esquema de concurso - construcción. El equipo que hizo posible la edificación del aula en la comunidad El Coporito, agrega: "estamos seguros que los estudiantes de arquitectura tenemos mucho que aportar a la construcción del país y si este tipo de ejercicios se replicaran en toda la extensión del territorio nacional, tendríamos un entorno más equitativo y un poco menos marginado".



Concretos artísticos

Juan Fernando González G.

La innovación es uno de los factores indispensables para el crecimiento y consolidación de cualquier empresa.

La premisa de la innovación ha sido cumplida por Prefabricados Técnicos de la Construcción S.A. de C.V. (Pretecsa), compañía líder en fachadas de concreto arquitectónico, creada en 1968 por el ilustre ingeniero Mario Fastag (fallecido en 2011). Esta empresa, conserva un lugar preferente en la industria de la construcción a nivel nacional e internacional; sin embargo, ahora busca incursionar en el terreno del diseño de accesorios y mobiliario decorativo y artístico basado en el concreto, una apuesta que ya es toda una realidad.

Erick Ginard, quien forma parte del equipo creativo de maZymás, afirma que este brazo de Pretecsa cuenta con la experiencia para satisfacer todo tipo de necesidades decorativas y artísticas hechas con concreto. Hace casi dos años, rememora, "nos dimos cuenta que podíamos ocupar un nicho que estaba vacante: el del mercado de los interioristas; un sector que prácticamente no conocía nada acerca de la prefabricación".

El equipo de maZymás se percató que había una gran área de oportunidad en un ámbito mucho más íntimo. Así, "aprovechamos la experiencia del personal que ya trabajaba en la planta de Pretecsa para fabricar obras más peque-

ñas; es decir, productos utilitarios y decorativos a menor escala y con un grado de terminación más exquisito".

Cuando se gestaba la idea, dice el entusiasta diseñador, estaba por celebrarse Expohabitat, "lo que nos hizo pensar que era una buena oportunidad para lanzar el proyecto a pesar de



Mejor por sus materiales

Los productos de concreto hidráulico se fabrican a partir de una mezcla de cemento, agua, agregados, colores minerales y refuerzos. También llevan *GFRC (Glass Fiber Reinforced Concrete)*, que es un concreto ligero que combina cemento, agregados finos y fibras de vidrio de importación resistentes a los álcalis del cemento para ofrecer la misma apariencia del concreto tradicional con sólo 1/3 de su peso.

Está también Z-CRETE, una fórmula propia patentada y creada en los laboratorios de Pretecsa. En ella se combinan diversos materiales para obtener un producto de extraordinaria resistencia y durabilidad.



que no teníamos nada concebido todavía, sino solamente unos cuantos bocetos y modelos que ya habíamos trabajado. Podemos decir que ese fue el nacimiento de la compañía”.

Los productos

maZymás empezó diseñando y fabricando macetas artesanales; en la actualidad, la gama de sus productos incluye pisos, lavabos, mobiliario urbano, fuentes, lámparas y prácticamente cualquiera de las ideas que un arquitecto, ingeniero o interiorista pueda imaginar. El concreto le da forma y textura a cada una de las piezas, las cuales pueden ser únicas o formar parte de una serie limitada que las convierte en obras con un alto valor artístico.

Erick Ginard, diseñador industrial egresado del Instituto Superior de Diseño Industrial de La Habana, Cuba, afincado en nuestro país hace casi cuatro años, explica que una gran parte de su producción nace a partir del diseño que les entregan los arquitectos, urbanistas o interioristas. “Empezamos esta aventura con un puñado de productos: 18 modelos diferentes de macetas, algunas bancas, un piso prefabricado, así como algunos artículos decorativos más pequeños: lámparas, ceniceros, tarjeteros y floreros, por ejemplo. Nuestro objetivo es incrementar nuestra línea de productos, lo que es un tanto complicado porque gran parte de nuestro tiempo lo ocupamos para cumplir con los diseños específicos que nos solicitan”.

Intuición y sensibilidad

Una de las explicaciones del buen gusto y la belleza de las piezas construidas por esta joven em-

Mejor por... sus propiedades

Los productos creados con Z-CRETE de Pretexsa poseen elevadas propiedades de moldeabilidad y su uso se recomienda en aquellos proyectos donde la intención artística de reproducir finos detalles y complicadas geometrías resulta determinante.

presa es la participación de Karen Fastag, experta en fotografía que ha puesto todo su empeño y talento para cumplir los deseos de los clientes, por complejos que parezcan.

Karen habla animadamente de su trabajo: “Nos gusta mucho la parte que se relaciona con el

diseño de piezas especiales, lo cual se convierte en un reto ya que debemos cumplir con las especificaciones que nos piden, lo cual nos permite al mismo tiempo acrecentar nuestra diversificación. La gente ha aceptado nuestro trabajo muy bien, y resulta una gran satisfacción que muchos arquitectos e interioristas ya nos estén buscando... Ya se corrió la voz”, apunta.

“Son ellos mismos quienes nos han propuesto hacer fuentes, lavabos, espejos de agua y cubiertas para alberca, entre otras muchas piezas. No estamos cerrados a ningún tipo de producto, tenemos la capacidad para hacer piezas muy pequeñas y muy grandes porque somos los fabricantes”, dice la experta.



Aceptación del concreto

Seguramente mucha gente piensa que el concreto es un elemento frío que está destinado a ser utilizado en obras rudas; o bien, para estar debajo de los "detalles" arquitectónicos que hacen lucir una construcción. Esta postura es equivocada, refiere Karen Fastag, y para muestra basta con ver lo que sucede en nuestro showroom, espacio que está repleto de objetos de concreto y en el que no se percibe un ambiente frío o gris, ni mucho menos. "La gente no se imagina que el concreto puede tener diferentes colores, distintos acabados (martelinado, por ejemplo), o que sea agradable al tacto y que no se caliente al contacto con el sol", asevera.

"Nosotros somos innovadores y contamos con una gran ventaja, ya que la gente que trabaja en la planta de Pretecsa conoce muy bien el producto. En Europa ya

Mejor por... su calidad

maZymás produce y comercializa productos certificados de la máxima calidad, garantizando que estén libres de defectos en materiales y mano de obra. Por contener materias primas naturales, podrán existir variaciones de color y textura entre productos similares sin que esto se considere un defecto de fabricación. Cabe decir que bajo condiciones normales de uso, maZymás se responsabiliza por cualquier vicio no detectado por un año desde la fecha original de compra demostrable. El reemplazo de la pieza defectuosa será el único recurso de garantía.

se utiliza en muchos ámbitos, por ejemplo en muchos de los mejores restaurantes en los que las mesas son de concreto", relata la entrevistada, quien también destaca la durabilidad del material en cuestión, lo que permite que sea colocado en áreas interiores y exteriores sin ningún tipo de problema. "Tenemos la suerte, complementa Erik Ginard, de haber trabajado con arquitectos e interioristas que no tienen prejuicios, que son abiertos, creativos y que quieren probar nuevas cosas. Ellos son nuestros mejores promotores".

Costos

Es cierto que una escultura o una obra pictórica refleja la personalidad, la sensibilidad o el buen gusto de una persona, y a veces también, su posición económica. Sirva la referencia para dar pie a la respuesta de Karen Fastag acerca de los costos de este tipo de piezas. "¿Qué si son baratas o caras? Es una pregunta difícil de responder porque depende de lo que sea barato o caro para una u otra persona. Yo creo que somos accesibles a una gran parte de la población, sobre todo si consideramos que muchas de nuestras piezas son



únicas y hechas prácticamente a la medida de un cliente.

Erick interviene para decir: "Nuestros productos no son los que se maquilan en una fábrica y provienen de un molde. Cada pieza requiere de muchos acabados artesanales que se hacen a mano, aunque sean de línea. Por supuesto que tienen un carácter artístico ya que, por poner un ejemplo, una misma maceta se trabaja de manera independiente ya que puede tener diferentes acabados. Lo mismo sucede con un piso de línea, el cual puede llevar un acabado distinto. No sólo hablamos del color, sino del patinado, por decir algo. Nuestros clientes compran una obra de arte, aunque no sea una obra plástica o de escultura".

Al respecto, es pertinente señalar lo que se lee en el catálogo de la empresa: "Todos los diseños de maZymás están protegidos como obras de arte aplicado de conformidad con la Ley Federal del Derecho de Autor y demás tratados internacionales aplicables. Queda prohibido su venta o reproducción parcial o total en cualquier forma o medio sin la autorización previa y por escrito del titular del derecho patrimonial".

Técnica, arte y calidad

Si bien es cierto que algunos ingenieros recomiendan el uso de un retardante, o bien, de ciertos agregados para la resistencia que debe llevar el concreto que será utilizado para la elaboración de alguna pieza, en realidad Karen y Erick son los que dictan las especificaciones técnicas.

"Somos los expertos en el concreto, y quienes hacemos las recomendaciones de lo que debe llevar la mezcla. Si algún cliente solicita que una cubierta de concreto tenga ciertas características, por citar un caso, pues cumplimos a



cabalidad con esa demanda. Pero nuestro compromiso va más allá, ya que hay que informarle, por ejemplo, que dicha superficie debe ser impermeable, dice el diseñador", comentan los entrevistados.

Karen toma la palabra para decir que Preteca cuenta con su propio laboratorio y con una estructura impresionante, lo cual hace posible que se cumpla con un gran control de calidad. "Sabemos que en cuestión de fachadas prefabricadas y mobiliarios urbanos hay competencia; pero en este rubro somos únicos todavía. De cualquier manera, asevera, cuidamos al máximo nuestros estándares de calidad en todo momento". En efecto, reafirma Erick, "hay muchas empresas que te ofrecen algunos productos con cierto diseño; pero no pueden salirse de allí. Nosotros hacemos la banca que quieres, con el acabado que se desea, lo cual la hace exclusiva y le brinda un carácter artístico".

Panorama alentador

"Nuestros planes se dirigen a crecer a nuestro propio ritmo, asesorando a la gente en el sitio en que quieran colocar una o varias de estas piezas de tal manera que aprovechen los espacios que tengan disponibles", comentan.

Es bueno recordar que la idea y el nombre de la empresa, dice Ka-

ren, "nació porque en México sólo había macetas de barro, cerámica, plástico o resina. Nosotros queríamos hacer macetas más bonitas, con diseños diferentes, y de allí surgió la posibilidad de hacer bancas, pisos, revisteros... y más y más y más".

El concreto es un elemento formidable que es sumamente moldeable, una materia prima que no tiene porque ser solamente gris, sino rojo, verde, blanco y con diferentes acabados, comentó la directiva de maZymás, quien ofrece un mensaje final para los ingenieros, arquitectos e interioristas mexicanos: "Nosotros ofrecemos productos diferentes que están pensados para gente que no tenga prejuicios, que quiera innovar y que esté dispuesta a olvidar los viejos conceptos ligados al concreto. El concreto te permite jugar con las formas y los acabados; es por ello que deseamos que nos identifiquen o nos asocien con el arte, ya que lo que hacemos en la mayoría de las veces es irrepetible. Detrás de cada trabajo hay mucha dedicación, creatividad y desarrollo de conceptos.

Además, expresa, "la atención directa al cliente seguirá siendo una de nuestras cartas de presentación y eso no cambiará nunca a pesar de que pensamos que en unos cuantos años tendremos un crecimiento importante". **C**



La **pasión** por la mecánica de suelos

Raquel Ochoa

Fotos: a&s photo/graphics

El ing. Enrique Santoyo Villa es un experto en la exploración de la mecánica de Suelos; conozcamos de su vida y obra.

Ingeniero civil y maestro en mecánica de suelos por la Universidad Autónoma de México (UNAM), el vehemente experto Enrique Santoyo Villa decidió complementar sus estudios de posgrado en la escuela de Minas de Colorado y en la Universidad de Duke, Carolina del Norte. No obstante, su constante búsqueda de conocimiento lo llevó a doctorarse en arquitectura, con la tesis "Cimentaciones de templos y conventos de los siglos XVI al XVIII. 25 Casos de comportamiento problemático", por la cual recibió mención honorífica.

La vida académica, de investigación y la actividad como conferencista y escritor se suman a su trayectoria. Actualmente ha participado en más de 2 mil 200 estudios del subsuelo, sin dejar de lado su actividad como autor y coautor de títulos tan interesantes como: *El cómo eléctrico en la exploración geotécnica*, *Síntesis geotécnica del Valle de México*, *Campañas de inyección del Palacio de Bellas Artes*, *Corrección geométrica de la Catedral metropolitana*, entre otros, publicados por la empresa TGC Geotecnia.

El reconocido experto internacional en geotécnica, nos recibió en sus oficinas en el DF, donde de forma amable y detallada comenta a *Construcción y Tecnología en Concreto*, sus experiencias en el sorpren-

dente mundo de la mecánica de suelos y de cómo el entendimiento y la comprensión de la naturaleza se ha convertido en un principio inherente para la correcta solución de los grandes desafíos que le impone su profesión.

Origen y formación

Desde temprana edad, Enrique Santoyo Villa, descubrió su verdadera vocación: la ingeniería civil. Sus primeros años en la Facultad de Ingeniería de la UNAM transcurrieron bajo la influencia de sus profesores y el dominio de las estructuras, que en aquellos años, eran objeto de interés para la vida académica. No obstante, al iniciar su vida profesional, en la década de los sesenta, el trabajo como ingeniero en exploraciones geotécnicas dentro de la desaparecida empresa Solum (filial de ICA), le permitió observar la naturaleza, acción que forjó su camino hacia el encuentro con el gusto por la exploración y, al mismo tiempo, con una clara inclinación por la mecánica de suelos. En 1982 ingresó a la firma TGC Geotecnia, de la cual es director técnico, cargo que le permite continuar contemplando y entender la naturaleza, como principio rector de su trabajo profesional.



Durante su vida profesional, el explorador de mecánica de suelos, ha dirigido proyectos como: el de Texcoco; el Emisor Central; el de la Siderúrgica SICARTSA; los puertos de Topolobampo, Manzanillo y Altamira; el Metro de la Ciudad de México; el subsuelo de Managua, Nicaragua; la presa Tamesí; la Torre Mayor; la Torre Reforma; las presas Chicoasén y La Angostura, por mencionar algunas. De todas, sobresale el proyecto de la Corrección geométrica de la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México, un desafío que dio exitosos resultados.

El ing. Enrique Santoyo podría descansar en sus éxitos; pero no lo hace. El trabajo constante inyecta a su vida personal y profesional ese dulce placer de la satisfacción y el orgullo. Así, en últimas fechas se integró al grupo de expertos que inspeccionó y evaluó geotécnicamente la autopista Cuernavaca-Acapulco, la cual como sabemos sufrió graves daños por la presencia de los huracanes Ingrid y Manuel.

Un gran desafío y sus alcances

El mayor desafío del experto en geotecnia es la comprensión del hundimiento de la Ciudad de México. A decir del entrevistado, "el origen geológico, las características y el comportamiento del hundimiento, debe entenderse a partir de la extracción del agua del subsuelo. A través del tiempo, "el descenso gradual pero continuo del nivel de los acuíferos provoca la disminución de las presiones del agua e incrementa el esfuerzo que actúa efectivamente en la parte sólida del suelo. Esto último desencadena el proceso de consolidación de los estratos de suelos blandos de toda la región afectada por el bombeo, lo cual se manifiesta con hundimientos de la superficie que casi siempre terminan por dañar a las construcciones y a las instalaciones de la ciudad".

Inestabilidad en la autopista

Los fenómenos meteorológicos recientes que afectaron a regiones del sur del país, dejaron a la autopista Cuernavaca-Acapulco, como una de las vialidades más fracturadas. Sin embargo, en palabras del experto en mecánica de suelos "los daños que sufrió la autopista fueron menos graves de lo visto a través de las imágenes periódicas y televisivas. La realidad es que, en los primeros recorridos se careció de ingenieros capacitados que explicaran de manera objetiva la inestabilidad de la zona y los efectos que impactaron en la infraestructura carretera. En suma, se tuvo ocho inestabilidades en la autopista del Sol. Las causas de

estos daños se debieron al sometimiento de condiciones hidráulicas excesivas, a las que se sumaron la deforestación por talas e incendios de los taludes".

Para medir los daños en esta autopista es necesario entender la naturaleza de la zona. "La autopista México-Acapulco es un paso obligado por las laderas de la sierra de Alquitrán, que presenta estabilidad geológica precaria dado que existen depósitos sueltos de detritus, taludes, cauces y arroyos con suelos húmedos, secos y arenas sueltas. En este escenario inestable, las intensas lluvias provocadas por el huracán Manuel y la presencia del huracán Ingrid en el Golfo de México, fueron el detonador de las inestabilidades en los sitios débiles de esta vía, así como las causantes de las inundaciones en las costas de Guerrero", explica Santoyo Villa.

En su recorrido, el experto narra que en el tramo entre los kilómetros 300 y 302 donde está el sitio Formación Agua de Obispo, existen rocas identificadas como ignimbritas volcánicas (tobas metamórficas) intercaladas con grandes domos de riolitas; ambos tipos de rocas profundamente fisuradas y, en partes, alteradas como consecuencia de la geología durante la formación de esas montañas del tectonismo que han sufrido.

Otra característica de la sierra de Alquitrán es su notable humedad, por ser la barrera en la que chocan las nubes que se forman en el océano Pacífico y ser además, un área de tránsito de tormentas tropicales y huracanes. En toda el área se identifican abundantes huellas de antiguos deslizamientos, algunos ocurridos cientos de años atrás, otros recientes sin relación alguna con la autopista dado que son eventos naturales. Por su parte, el tramo entre los kilómetros 307 y 325, se desarrolla una zona plana con desniveles menores, sin taludes ni cortes inestables. Finalmente, el tramo entre los kilómetros 325 y 341, es una parte geológica muy complicada, en la que se encuentran rocas calizas, granitos y en parte la formación volcánica Papagayo".

La conclusión del experto es que de "las inspecciones geotécnicas realizadas en el sitio ubicaron, únicamente ocho inestabilidades geotécnicas. Esta evaluación inicial, permitió emitir recomendaciones preliminares, para dar una solución emergente y rehabilitar la vía. Una vez restablecido el servicio de la autopista, el equipo de ingenieros mexicanos -diseñadores, constructores, supervisores y administradores- se dieron a la tarea de levantamientos topográficos, recorridos geológicos, sondeos geotécnicos, estudios hidrológicos, entre otros mecanismos, para fundamentar de manera objetiva



las soluciones en los ocho sitios que manifestaron inestabilidades importantes ocurridas en la Autopista México”.

Para el experto, “los ingenieros geotécnicos deben interpretar el comportamiento geotécnico de cada sitio dañado con el fin de identificar las mejores soluciones que se puedan aplicar para remediar la inestabilidad ocurrida en cada sitio. Sin embargo, tienen grandes limitaciones como, pueden ser: el inmenso poder destructor de la naturaleza, que puede ser a corto o a muy largo plazo. La urgencia para resolver el problema, aunque se puede asumir una solución de emergencia y buscar como reforzarla posteriormente, traen consigo temas como: las limitaciones económicas, porque siempre se tienen un margen financiero; la tenencia de la tierra, porque las carreteras y autopistas están confinadas por el derecho de vía; la alteración ecológica de la zona, como son la deforestación, los incendios, el pastoreo y hasta la extracción de tierra y, finalmente, el vandalismo, porque todo lo que pueda ser robado desaparece, como son mallas de acero, tubos de drenaje y señales”, señala el ing. Santoyo.

Inestabilidades ocurridas

“Para perforar un túnel se empieza por construir el portal de acceso; se corta un prisma en el talud de la montaña para acceder al frente de excavación, el cual se estabiliza con anclas y concreto lanzado para después conformar la “traba de borde”, elemento

estructural que constituye la frontera exterior de la bóveda del túnel y desde la cual se empieza la excavación del túnel. En los países con mayor capacidad económica, por motivos de seguridad, ambientales y estéticos, se construye un tramo en “Túnel falso” que permite restituir el talud de la montaña y sólo se deja abierta la entrada al túnel, en cambio para nosotros por motivos económicos lo usual es dejar expuesto el portal de acceso”, explica el experto.

Algunas de las principales inestabilidades detectadas en la inspección de la Autopista del Sol, fueron: “Los túneles Agua de Obispo. En este sentido, la inspección de las bóvedas de los dos túneles de 450 metros de longitud hace evidente que no sufrieron daño alguno. En el portal norte de los túneles, que apunta a Cuernavaca y al sur de Acapulco, ocurrió una caída superficial del talud oriente que para fines de octubre estaba en proceso de estabilización. Por el lado del portal sur de los túneles, el talud poniente registro la caída de una masa de cientos de metros cúbicos de tierra y bloques de roca; el más grande obstruyó la entrada al túnel; fue de unos 12 metros de largo y del orden de 350 toneladas de peso. El lodo y piedras que invadieron ambos túneles provinieron de este talud y penetraron porque ambos túneles tienen pendiente hacia el sur. La solución que se decidió adoptar fue construir túneles falsos en ambas entradas y salidas, además de restituir el talud de la montaña”, comentó el entrevistado.

Y es que, como agrega el experto, “un ingeniero geotécnico debe pensar en una solución que contenga el conocimiento del pasado pero que esté fijada en el presente y resuelta para el futuro. En este sentido, las obras de ingeniería son diseñadas para soportar las máximas acciones destructivas de la naturaleza. Sin embargo, en ocasiones pueden ser todavía mayores que lo imaginado. Por ello, se suele aceptar el concepto de riesgo calculado, porque es imposible diseñar obras de ingeniería que resistan las condiciones más extremas posibles.

Actualmente las universidades se empeñan más en la teoría y cada vez prestan menos atención a la práctica, cuando ésta resulta indispensable. No se puede enseñar la mecánica de suelos; tiene que haber una relación maestro-aprendiz. La mecánica de suelos parte de entender la naturaleza del sitio, para imaginar lo que va a pasar en el lugar: un edificio, un puente, etc. Si sólo se pretenden construir con modelos y formulas será un gran error. Es necesario entender la naturaleza para transformar el sitio”, finaliza enfáticamente nuestro entrevistado. ©

Continuamos con la segunda parte de la reflexión de un profesional que observa a la Ciudad de México y a su Centro Histórico, con gran pasión.

Un arquitecto con ojos de antropólogo

Antonio Calera-Grobet

(Parte II)

En 1987, en reconocimiento por haber sorteado el trágico evento de los sismos de 1985, el Centro Histórico de la Ciudad de México y la zona lacustre de Xochimilco fueron inscritos en la Lista del Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la UNESCO por ser ambos sitios del testimonio universal de la adecuación de un medio ambiente lacustre para el aprovechamiento social. Sin duda, la invención de las chinampas generó terreno agrícola de calidad en la superficie del lago, que se fue transformando en suelo

urbano, hasta llegar al resultado de la metrópoli de finales del siglo XX.

Los efectos más dilatados de los sismos de 1985 me ofrecieron otra forma de relación con el Centro Histórico. En 1989 entré como Jefe de Obras de Restauración de la Subdirección de Sitios Patrimoniales y Monumentos del Departamento del Distrito Federal. El área tenía la responsabilidad de reintegrar a la actividad cultural edificios públicos deteriorados. Desde ahí fueron realizadas las obras de Casa Talavera y del Colegio de Cristo —por la que nos fue otorgada en 1990

la Medalla de Plata en la Primera Bienal de Arquitectura Mexicana—.

Se nos encomendaron obras como la Biblioteca (antigua iglesia de Santa Clara) del Congreso de la Unión en la calle Tacuba, la casona Regina 143, así como colocar y restaurar la fuente de fray Bartolomé de Las Casas en el costado oriente de la Catedral Metropolitana, que habíamos hallado en una bodega. Durante esa etapa, realizamos obras como el Museo José Luis Cuevas, el Coro de la iglesia de Santo Domingo y el antiguo claustro dominico de Leandro Valle 20, pero también pequeñas obras cuyo



El Zócalo metroplitano, escenario de múltiples sucesos, desde culturales hasta políticos.



Universidad del Claustro de Sor Juana.

impacto fue muy grande, aunque se trató de trabajos más modestos: la casa para niños de la calle de Ecuador 8 y 10, y el Museo de Box y Lucha, hoy sede de la Casa Xochiquetzal, en la Plaza Torres Quintero.

Aunque se trabajó con intensidad para hacer frente al despoblamiento del Centro y a los efectos de la crisis económica, los resultados alentadores de los últimos años ochenta pronto se desvanecieron como efecto de la crisis económica y de los procesos que desembocaron en los años noventa a que el Jefe de Gobierno de nuestra ciudad fuera electo democráticamente. El Centro, especialmente el Zócalo, comenzó a asumir cada vez más un carácter público y político porque era destino de lo mismo de conciertos gratuitos con asistencia masiva que de mítines y manifestaciones.

Imposible dejar de mencionar al Bar León, situado en República de Brasil, donde Pepe Arévalo y sus Mulatos tocaban la mejor música tropical. Sin embargo, cerró sus puertas pues cada vez era más difícil llegar al Zócalo. Los fines de semana, el Centro dejaba de tener actividad; desde el sábado a mediodía las tiendas cerraban; los domingos abrían sólo algunos restaurantes, para desayunar, y otros cerraban después de la comida. Poco a poco, el Centro se convirtió en un sitio marginal; el comercio callejero se fue adueñando de las calles y plazas, ofreciendo baratijas y mercancía de novedad. Se fueron ubicando en las banquetas, y luego en el arroyo vehicular; muchas calles fueron prácticamente cerradas a la circulación.

En la Universidad del Claustro de Sor Juana tuve ocasión de acercarme a otra forma de ver mi campo profesional. Descubrí con los jóvenes estudiantes, otra mirada, llena de matices e interpretaciones, sobre la arquitectura y el Centro Histórico, donde estudiábamos y paseábamos



Foto: www.embajadaargentina.mx.

El Museo José Luis Cuevas, ejemplo de restauración de calidad.

para analizar y tratar de descubrir los mecanismos y cualidades de la percepción espacial. Fue realmente estimulante vincular la literatura, la poesía y la música con los edificios que teníamos alrededor, como las vecindades de Cinco de Febrero y de Isabel La Católica, rescatadas después de los sismos de 1985, el Hospital de Jesús con el alfarje de su salón principal y las referencias a Hernán Cortés, etcétera.

Al poco tiempo, comencé a organizar cursos de apreciación del Centro Histórico, en los que para mi sorpresa, se inscribían decenas de interesados. Era una aventura sostener clases por las tarde dos veces por semana, en las que planteaba con apoyo de diapositivas conceptos e ideas que serían útiles para recorrer las calles los sábados por la mañana. Hacer palpable el tratamiento tan especial de las esquinas de los edificios, con los acentos peculiares de la arquitectura de esta ciudad, tratadas con hornacinas, pináculos, torreones, remates, ochavos y entrecalles, que otorgan una calidad estética fuera de lo común. Replantear las historias y leyendas de las casonas y edificios, brindando las versiones tradicionales y buscando en éstas los arquetipos míticos que les dieron origen. Descubrir los patios, balcones y estancias que encierran las cualidades de la ciudad que desde el virreinato generó esa doble

calidad de severidad y generosidad característica. Hallar en los muros y materiales constructivos de las fachadas de las casonas y templos, los vestigios de los aplanados y los colores de los recubrimientos que antaño decoraban las austeras fachadas de piedra. Divisar las torres y cúpulas de las iglesias y conventos, distinguiendo sus cualidades formales para identificar sus épocas constructivas y así recordar los pasajes históricos a que estuvieron ligados. Reconocer en las viejas casonas los entresuelos como espacios hacia el interior, que hacia el exterior parecían no existir; la calidad espacial de los patios interiores con columnas, arquivoltas o arcos, percibir la solidez e intimidad de las construcciones antiguas.

Lo mismo ocurría con hacer notar las ausencias e intrusiones: las vicisitudes que provocaron las demoliciones y aperturas de calles a que estuvieron asociados las Leyes Lerdo aplicadas para abrir la actual calle de Gante, la transformación del antiguo Colegio de San Ramón Nonato en departamentos, y la de los hornos de fundición de la antigua Casa de Moneda en "Capilla de la Emperatriz", en Palacio Nacional, hasta el supuesto atentado de la Liga 23 de Septiembre que provocó el incendio del edificio de los Almacenes Astor, y su demolición para hacer la Plaza de la Banca Nacionalizada en Isabel La Católica y Venustiano Carranza.

Con el nuevo milenio, el Centro comenzó a cubrirse de ruido y trájín, de mantas, lonas y sombrillas que amarradas tapaban del sol y de la lluvia e impedían ver, escuchar y percibir otra cosa que los gritos de los vendedores y su oferta de chatarra mundial. Ésta entraba al país gracias a los primeros acuerdos comerciales con los países del Pacífico, y era vertida en cantidades abrumadoras para cubrir los requerimientos urgentes de una población empobrecida por la crisis económica, pero ávida de bienes de consumo. El Centro era el sitio ideal para que la megalópolis, con un sistema de abasto desarticulado en las zonas más pobladas, tuviera fácil acceso, por medio del Sistema Colectivo Metro, a mercancía barata; de corta vida útil, pero barata.

En unos cuantos años, la ocupación de calles y plazas fue entendida como una continuidad existencial históricamente documentada: el tianguis descrito por Bernal Díaz del Castillo e ilustrado por Diego Rivera en los muros del Palacio Nacional, la Plaza Mayor pintada en 1695 por Cristóbal de Villalpando, tres años después del motín que destruyó el Parián y el Palacio Nacional, las descripciones del virrey Revillagigedo de la mitad del siglo XVIII, a las primeras fotografías de la vida cotidiana de nuestra ciudad de fines del siglo XIX. Un destino irremediable que estaba presente y era imposible no digamos transformar, sino siquiera ahuyentar. La calle se transformó en espacio no para circular, sino para vender y comprar, y para mostrar mercancía, vender, comer, dormir, hacer el amor, las necesidades fisiológicas, educar a los hijos. Los edificios, en cambio, dejaron de servir para habitar, sólo fueron útiles para almacenar mercancía, para ser utilizados, sin puertas, muebles ni accesorios de baño o cocina, como

bodegas. Era imposible utilizar las calles para transitar por ellas; hubo un incendio en el segundo piso de una casona en las calles de República de Argentina y Justo Sierra. Fue antes del mediodía y los niños se habían quedado solos arriba; se inició el fuego, y los bomberos pudieron llegar a apagarlo hasta que se hubo levantado la actividad comercial, después de las nueve de la noche.

La reconstrucción de un edificio marcó el cambio hacia una nueva posibilidad que se pensaba imposible, la restauración de un inmueble a punto del colapso para convertirlo en un foco de actividad cultural: el Centro Cultural de España. La voluntad de su primera directora logró que en menos de un año de labores fuera posible que los Reyes de España inauguraran un nuevo espacio para la vida cultural en noviembre de 2002, apostando a darle un nuevo significado al Centro Histórico, aunque muchos pensaron durante años que rehabilitar esa casona era una causa perdida.

Al mismo tiempo, más y más fachadas de edificios, antiguos o modernos, así como sus ornamentos, servían para clavar alcayatas y amarrar lonas o mantas que cubrieran y protegieran del sol y de la lluvia. En 2005, la reproducción del David de Donatello regalada por Italia a nuestro país en 1910, que estaba en un nicho en la Academia de San Carlos, cayó al suelo por el peso del granizo acumulado en una lona que comerciantes ambulantes habían atado a su cuello. Tuvo que transcurrir más de un lustro, y mucho más que tiempo, para que las cosas cambiaran y esa escultura volviera a su lugar.

Pero llegó el día, 12 de octubre de 2007, que ocurrió lo que parecía imposible: las calles y plazas del Centro volvieron a ser espacios para caminar y estar. Tuvieron que arreglarse muchas cosas, pero fue posible porque las calles fue-

ron dejadas por los vendedores. Entonces pudieron arreglarse los drenajes y tuberías de agua que no habían sido atendidas desde los desperfectos provocados por los sismos de 1985 en el subsuelo de la Ciudad, ni de los veinte años siguientes. Se dio el primer gran paso para recuperar la calidad de vida en el Centro Histórico y hacer posible que la gente pensara en regresar a pasear, a vivir. Aunque, con la salida de los comerciantes de las calles, se encontró un sitio con edificios abandonados y en condiciones prácticamente irrecuperables. Parecía una situación sin solución; sin embargo, como el dinosaurio del sueño de Augusto Monterroso, al despertar, lo grandioso del Centro Histórico aún estaba ahí, maltratado, pero se conservaba.

Desde 2006 se había planteado un nuevo esquema para conducir el gobierno y la administración del Centro: la Autoridad del Centro Histórico. Coordinando las acciones de las diferentes instancias con competencia en este sitio buscó, entre otras cosas, transformar el sitio en uno más organizado, más humano, más favorable para las personas que para el paso de autos: las calles y banquetas que se hacían luego de arreglar la infraestructura fueron más anchas para los peatones —con árboles que dieran sombra, y de vez en cuando, flores— y más estrechas para los vehículos. Se hizo la magia de transformar una calle ocupada por malvivientes y autos estacionados, que se percibía como alejada y sin destino propio, en un espacio para disfrutar, hermoso, con el aspecto envidiable de seguridad que sólo ofrecen las cosas de uso cotidiano. La calle Regina se convirtió en una nueva forma de vivir en el Centro, aunque hay que recordar que el proceso de trabajo, que incluyó desde la sustitución de infraestruc-



Colegio de
Ingenieros Civiles
de México, A.C.



27 CONGRESO NACIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL
COMPROMISO CON MÉXICO

Un espacio para analizar, discutir y proponer los proyectos de Infraestructura que México requiere



27 al 29 de Noviembre
World Trade Center
Ciudad de México

EXPO
INGENIERÍA CIVIL
2013

www.cicm.org.mx
Expo Stands · 5148 7581
Registro · 5606 2323 ext. 180
27congreso@cicm.org.mx

Foto: http://farm5.staticflickr.com.



Placa ubicada en el Colegio de Cristo.

tura de agua, luz y drenaje, hasta el diseño de pavimentos, banquetas y jardinería, y el arreglo de fachadas aprovechando el valor cromático de una vasta paleta, requirió de más del doble del tiempo programado. El resultado valió la pena.

Fui invitado a colaborar en el Fideicomiso Centro Histórico de la Ciudad de México como Director de Desarrollo Inmobiliario en 2008, para apoyar el proceso de cambio y transformación planteado de tiempo atrás: mejorar su funcionamiento y apreciación. Se logró implementar el retiro de anuncios y marquesinas que ocultaban edificios enteros o detalles interesantes detrás de láminas pintadas o letreros de negocios que, en muchos casos, habían desaparecidos hacía cuarenta años y nadie quitaba de ahí.

Muchas cosas coincidieron: una estrategia para incrementar la seguridad en el Centro, y más importante, hacer que los espacios del Centro fueran percibidos como sitios seguros. La decisión de realizar un cambio en la calidad de los servicios de suministro eléctrico, iluminación pública, agua, drenaje, telefonía, etcétera. En la movilidad, con banquetas que no tuvieran pedregales en las esquinas para permitir un paso seguro en los cruceros, semáforos sonoros y señalización táctil en banquetas, señalando recorridos para invidentes, rampas que facilitaran el acceso hasta el interior de las plazas y jardines. El uso de la bicicleta también generó una forma diferente de ver y recorrer el Centro: por un lado, los paseos dominicales que han sido conducidos hasta plazas y jardines que hasta hace unos años eran prácticamente desconocidos; por el otro, las estaciones de Ecobici, que permiten organizar recorridos rápidos y seguros, en combinación con otros modos de transporte público. La línea 4 del Metrobús

logró la reorganización de áreas antes inalcanzables más que a pie, y la conexión del Centro con otras redes de transporte.

La red de plazas y jardines del Centro Histórico, estructura urbana que ha sido vinculada en lo conceptual con los tratadistas del Renacimiento y con el urbanismo mesoamericano, fue devuelta a la vida ciudadana efectiva, con lo que se contribuyó de forma definitiva a lograr una percepción de lugar organizado y de calidad.

Lo que creo que se ha logrado: que sea posible apreciar al Centro por su valor de conjunto, más que por sus detalles particulares. Basta contemplar la perspectiva de cualquier calle, como República de Brasil, o Venezuela, Belisario Domínguez, Isabel La Católica o Cinco de Febrero, Madero o 16 de Septiembre, Regina, Mesones, o cualquier otra, para convencernos de ese valor que ofrece la suma de un todo que cuenta, además, con lo grandioso de muchos inmuebles extraordinarios.

Que sea un sitio festivo, donde se siente que es posible adquirir lo que en otros sitios es impensable; donde se ofrecen servicios y mercancías atractivos; donde se percibe el respeto para los peatones y personas de capacidades diferentes; donde es posible pasear, caminar y encontrar a cada paso lugares, personas, cosas y detalles que llaman nuestra atención. Que haya sido posible el funcionamiento de establecimientos donde reunirse a convivir, pequeños y medianos locales para compartir el pan y la sal, el vino y la charla.

Algo tan sencillo y simple, pero difícil de lograr; que sea el sitio

donde ocurre la innovación: plazas con jardines y fuentes, taxis eléctricos no contaminantes; calles peatonales; fachadas iluminadas con luz eficiente de bajo consumo; redes eléctrica y telefónica sin cables aéreos, servicio de Metrobús con discretas estaciones; wi-fi libre en calles y plazas, que haya un sitio hermoso y memorable para hacer los trámites de registro civil.

Lo que hoy debe solucionarse para el Centro Histórico: el ruido ¡hay demasiado ruido!; los silbatos de los agentes de tránsito; los gritos de vendedores amplificadas por magnavoces y la música que muchos establecimientos hacen sonar a niveles intolerables. El manejo de la basura en la vía pública, la permisividad para hacer la pepena y el inevitable derrames de lixiviados. El utilizar las calle como estacionamiento de autos, autobuses y camiones.

Ensayamos nuevas formas de relacionarnos, de utilizar el espacio, de organizar nuestras actividades. Volvemos a transformar el Centro que teníamos para darle un nuevo significado que nos hace acercarnos a nosotros mismos, con nuestros desencuentros y contradicciones, con nuestros anhelos y desigualdad, pero con el ánimo de encontrar una nueva posibilidad, mejor y a nuestro alcance. Es algo simple y sencillo, pero hacerlo no es fácil, es más bien difícil. Pero lo difícil resulta más entretenido, y lograrlo, un reto de mayor satisfacción. Podemos decir que se está logrando. **C**

Tomado de:

<http://guiadelcentrohistorico.mx/blog/antonio-calera-grobet/2565> (Editado por cuestiones de espacio)

A VECES LA VIDA NOS OFRECE
UNA PUERTA ENTREABIERTA.
¿ERES DE LOS QUE SE
DECIDEN A ABRIRLA?

Anímate a ser un emprendedor.





- **¿Quién está en la foto?:**
Ing. Juan Francisco Cermeño López.
- **¿Dónde se encuentra?:**
En el Estadio Telmex de Atletismo, en Zapopan, Jalisco.
- **¿Por qué decidió tomarse una foto en ese lugar?:**
"Fue un día de visita de obra con el Colegio de Ingenieros Civiles del Estado de Jalisco (CICEJ). Ese momento fungía como director de la Sección Estudiantil".
- **Dato relevante de la obra:**
El Estadio Telmex de Atletismo fue construido para albergar los Juegos Panamericanos de 2011. Tiene una capacidad permanente de 8,500 espectadores, Posee una pista de tartán, de ocho carriles, así como una adyacente de calentamiento. Durante los juegos fue la sede de las competencias de atletismo.



Estimado lector: ¡Queremos conocer tus fotos!
Mándalas a: ybravo@mail.imcyc.com

CONCRETO VIRTUAL

Gabriela Celis Navarro

UN GRAN EVENTO POR VENIR



La Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de las Construcciones (Alconpat), es una organización que inició sus labores de investigación y académicas hace 20 años. En esas dos décadas ha publicado numerosos documentos de gran interés para el sector, que pueden ser encontrados en su página web, entre los que destacan las *Memorias de los Alconpats Internacionales CONPAT*. En esta página informan del gran evento que tendrá lugar del 23 al 25 de abril de 2014, titulado "1er Congreso de Patología, Recuperación de Estructuras y Control de Calidad de la Construcción, ALCONPAT, Ecuador", donde participaron grandes expertos en la materia. Los invitamos a que visiten este sitio en internet para obtener mayores informes. ©

www.alconpat-ecuador.org/