



TECNOLOGIA • La impermeabilización en la construcción

ARQUITECTURA • Servicios con sentido ambiental

SUSTENTABILIDAD • La reconversión industrial

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

Mayo 2009 Núm. 252

www.imcyc.com

CONSTRUCCION Y TECNOLOGIA

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

\$45.00 ejemplar

i90 años
• PEDRO RAMÍREZ VÁZQUEZ

Honor a quien honor merece

Es para *Construcción y Tecnología* un gran honor el poder rendirle un sincero homenaje a uno de los más importantes maestros de la arquitectura mexicana y universal: Don Pedro Ramírez Vázquez, quien el pasado mes de abril cumplió 90 años de vida. Creador de grandes hitos urbanos como el Museo Nacional de Antropología, la Basílica de Guadalupe, el Museo de Arte Moderno o el Estadio Azteca, entre otras obras la trayectoria profesional de este notable personaje es, sin lugar a dudas, una de las más valiosas dentro de los anales de la arquitectura y construcción mexicanas. Desde este espacio le decimos: ¡Felicidades Don Pedro!

Por otro lado, también está presente en buena parte de la edición de la revista el tema de la reconversión industrial, sin lugar a dudas, el rescate de antiguos complejos fabriles, hace referencia no sólo al respeto que tiene un país por su pasado patrimonial, sino a la necesaria visión sustentable, desde la perspectiva social, que se debe tener en estos momentos, y que obliga a la adecuación de espacios otrora construidos mas no por ello desechables. Y qué mejor ejemplo en este sentido que el que tenemos en México con el Museo Horno 3, ubicado en el Parque Fundidora de Monterrey, Nuevo León. Obra que fuera recientemente galardonada en la XVII edición del Premio Obras CEMEX, gracias al impresionante trabajo de reconversión realizado por diversas instancias, entre ellas, la firma internacional de arquitectura comandada por sir Nicholas Grimshaw. Al respecto, esperamos que cada vez sean más los proyectos desarrollados en nuestro país en torno al reconversión industrial. **c**

Los editores

PORTADA 14

Pedro Ramírez Vázquez

¡90 años!

Un pequeño homenaje de esta revista al gran arquitecto que en este 2009 cumple 90 años de fructífera vida.

Foto: A&S Photo/Graphics.



PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES

Obtención y prueba de corazones y vigas extraídos de concreto endurecido (Segunda parte).



67

2

EDITORIAL

Honor a quien honor merece.

6

NOTICIAS

Ese gran libro anual.

10

POSIBILIDADES DEL CONCRETO

- Premezclados:** Los agregados.
- Pavimentos:** Preparación de superficie usando escarificación a alta velocidad.
- Prefabricados:** Aislamiento acústico en escaleras prefabricadas de concreto.
- Tubos:** Durabilidad para los tubos de concreto (Segunda parte).

20

INGENIERÍA:

Reconversión y concreto.

24

TECNOLOGÍA

La impermeabilización en la construcción.



54

RECUESTO

Nuevas estructuras para la vialidad urbana.

SUSTENTO

Conferencia magistral en Tabasco



INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO AC

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

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

Tesorero

Arq. Ricardo Pérez Schulz

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

Gerencia de Difusión y Publicaciones

Lic. Abel Campos Padilla

Gerencia de Enseñanza

Ing. Donato Figueroa Gallo

Gerencia de Relaciones Internacionales y Eventos Especiales

Lic. Soledad Moliné Venanzi

Gerencia de Promoción y Comercialización

Lic. Gerardo Álvarez Ramírez

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

REVISTA

Editor

Lic. Abel Campos Padilla

Coordinación General

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

Arte y Diseño

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

Colaboradores

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

Fotografía

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

Publicidad

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

Lic. Juan Fernando González
fgonzalez@mail.imcyc.com

Lic. Héctor Rojas
hrojas@mail.imcyc.com

- 28 **ARQUITECTURA**
Servicios con sentido ambiental.
- 38 **SUSTENTABILIDAD**
La reconversión industrial.
- 42 **INTERNACIONAL**
Durmiendo en un tubo.
- 44 **INFRAESTRUCTURA**
Industrialmente norteño.
- 48 **INTERNACIONAL**
Para moverse en Andalucía.
- 52 **ESPECIAL**
El concreto surrealista.
- 62 **MEJOR EN CONCRETO**
Concreto para presas.
- 66 **CONCRETO VIRTUAL**
- 72 **PUNTO DE FUGA**
90 años de la Bauhaus.

IMCYC es miembro de:

FIP
Fédération Internationale
de la Précontrainte.

SMIE
Sociedad Mexicana de
Ingeniería Estructural.

FICEM
Federación Interamericana
del Cemento.

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

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

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

PTI
Post-Tensioning
Institute.

PCI
Precast/Prestressed
Concrete Institute.

Ese gran libro anual

Como ya es costumbre, CEMEX recién presentó el libro que da cuenta de los XVII Premio Obras CEMEX, reconocimiento que se ha convertido en la más importante referencia para el gran número de profesionistas, constructores y consultores que participan en él, a decir del arquitecto Antonio Toca Fernández, Presidente del Jurado. Sin duda alguna, “a lo largo de 17 años de existencia –como comenta Francisco Garza, Presidente de CEMEX México, Estados Unidos y Comercio Internacional– el Premio Obras CEMEX ha buscado contribuir en la generación de una cultura de innovación y excelencia en la industria de la construcción, promoviendo el intercambio de conocimientos y mejores prácticas entre las diferentes culturas constructivas del mundo, y buscando reflejar el agradecimiento que sen-



timos hacia nuestros clientes”.

La edición recién publicada del Premio contiene una descripción de obras destacadas edificadas en México y en otros países donde CEMEX tiene presencia, las cuales logran conjugar creatividad e innovación. En el libro se reseñan las obras ganadoras de las ocho categorías nacionales, así como las ganadoras y las finalistas de las tres categorías internacionales. También se da constancia de los premios especiales de edificación sustentable, otorgados a aquellas obras cuyo diseño está basado en metodologías que contribuyen al adecuado manejo de los recursos naturales, entre otros rubros. Con este libro, sin duda alguna, CEMEX reafirma su compromiso como promotor de una cultura de innovación, creatividad y sustentabilidad. **■**

Gabriela Celis Navarro.



Foto: Yolanda Bravo.

La sustentabilidad de Lafarge

Según informan desde el gabinete de comunicación de Lafarge, la cementera ha logrado un descenso de sus emisiones absolutas de CO₂ en los países denominados industrializados, del 12,5% en el periodo 1990-2008. Así, la multinacional ha conseguido dos años antes de lo previsto el objetivo de reducir un 10% las emisiones de CO₂ desde 1990 hasta 2010, según indican las mismas fuentes. En el territorio español, donde la multinacional francesa cuenta con fábricas en Montcada i Reixac, Sa-

gunto y Villaluenga de la Sagra, esta compañía ha reducido sus emisiones netas por tonelada de cemento un 13,4%, señalan las mismas fuentes, que atribuyen este descenso a las medidas medioambientales llevadas a cabo en sus tres fábricas.

También se destaca que el CEO del Grupo Lafarge, Bruno Lafont, ha puesto de relieve el esfuerzo de la cementera para reducir las emisiones y ha asegurado que: “En un mundo en profunda evolución, tenemos la firme voluntad de continuar nuestra activa participación en

el ámbito del desarrollo sostenible. La reducción de nuestras emisiones de CO₂ es el resultado de la conducta ejemplar en nuestra actividad y de la adopción de medidas a partir de la colaboración establecida en 2001 con la WWF. Estos resultados refuerzan nuestro compromiso por continuar siendo líderes en nuestra industria en el ámbito de la responsabilidad social y medioambiental, transformando esto en una ventaja competitiva”. **■**

Con información de:
www.eleconomico.es

Conferencia magistral

A fines de marzo el auditorio Sánchez Villaseñor de la Universidad Iberoamericana Campus Santa Fe, se congratuló con la presencia del arquitecto Richard Meier (1934), premio Pritzker 1984, quien impartió una conferencia magistral con el apoyo de la Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios (ADI), el Centro *Impulsor* de la Construcción y la Habitación (CIHAC) y el departamento de Arquitectura de la casa de estudios anfitriona.

La presencia del reconocido maestro causó gran revuelo entre la comunidad de profesionistas y estudiantes que se dieron cita para escuchar, incluso desde el exterior del auditorio la ponencia del especialista norteamericano.

Meier presentó algunos de sus proyectos más conocidos como el Getty Center en Los Ángeles, California o el Museo de Arte Contemporáneo de Barcelona y, realizó un recorrido por su obra reciente que incluye residencias ubicadas en China, o diversas propuestas realizadas en conjuntos urbanos en compañía de arquitectos como Peter Eisenman, César Pelli o Steven Holl, en Nueva York. Toda su obra, perfectamente definida por características como el uso del color blanco, la pureza formal, los juegos entre luz y sombra y la calidad espacial de los elementos que conforman su arquitectura. Destacó que la importancia que tiene el contexto natural con su arquitectura le ha permitido enfatizar la relación entre interior y exterior obteniendo espacios más fluidos que generan vínculos entre los usuarios. "En mis obras los paisajes son interesantes, un ejemplo es el proyecto Grotta House, en Nueva Jersey, el cual con neblina o sin ella la arquitectura se conjuga convirtiéndose en un objeto sencillamente elegante. Yo busco entre otras cosas las visuales y las resalto a través de grandes claros, exponiendo a detalle la estructura, alcanzando un grado de perfección que jamás se le ha dado a un elemento estructural". Al término de la ponencia los asistentes dieron un aplauso de pie, mientras le fue entregado un reconocimiento y la medalla de plata de la universidad de manos del arquitecto José Luis Cortés Delgado, quien agradeció al arquitecto su participación y palabras. ©

Texto y foto: Gregorio Mendoza.



Nota informativa

La Cámara Nacional del Cemento (CANACEM) estrena nuevo presidente (estará del 2009 al 2012) en la persona de Eduardo Kretschmer, responsable operativo de la cementera Holcim Apasco. Kretschmer sustituye a Jaime Elizondo Chapa, quien concluyó su periodo. También fue ratificado como presidente ejecutivo Osmín Rendón. ©

Nota informativa procedente de: www.eluniversal.com.mx

Nuevo presidente de CANADEVI

Recientemente fue nombrado Ismael Plascencia Núñez como el nuevo presidente Nacional de la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (CANADEVI). El cargo que ocupará del 2009 al 2010 será estratégico, "pues el Gobierno Federal se apoyará en el sector para reactivar la economía, por lo que anunció el financiamiento de 800,000 acciones de mejoramiento y construcción de vivienda para este 2009. A esto hay que agregar que las empresas agremiadas a la CANADEVI producen 80% de la vivienda del país y están posicionadas en 31 estados". El nuevo presidente nació en León, Guanajuato en 1959 y ha estado al frente de instancias como la Confederación Nacional de Cámaras Industriales (CONCAMIN). ©

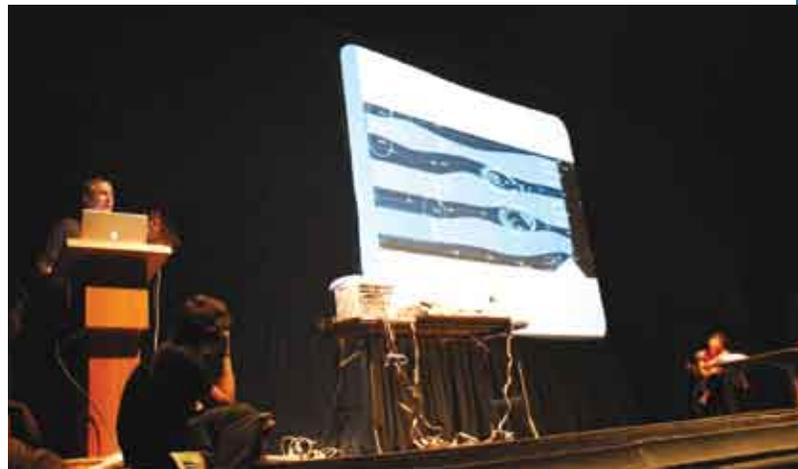
Con información de:

www.cnnexpansion.com.mx

Entre función y contemplación

El Teatro Metropolitano de la Ciudad de México fue sede de la décima edición del Congreso internacional de arquitectura, diseño y arte *Arquine* realizado en marzo pasado. El evento abordó el territorio propiciado por la función y la contemplación artística, caracterizado por contradicciones e influencias de artistas, diseñadores, críticos y arquitectos. Las posturas y los participantes fueron diversos: “Desde artistas que trabajan el paisaje urbano y comprimen estructuras arquitectónicas; arquitectos que proyectan contenedores para el arte o que experimentan más allá de los edificios; diseñadores que proponen objetos cuya forma no responde a su uso, y críticos que buscan iluminar el enjambre interactivo e hipercreativo de este foro, todos ellos estuvieron ahí”, señaló Miquel Adrià, el director de *Arquine*.

David Adyaje (Londres); Teodoro González de León (México); Emilio Tuñón (Madrid); Ascan Mergenthaler (Basilea); Enric Ruiz-Gelli (Barcelona); Mauricio Pezo y Sofia Von Ellrichshausen (Chile); James Turrell (Arizona); Gabriel Orozco (México) y Monika Sosnowska (Varsovia), entre otros, coincidieron al señalar que el arte y la arquitectura han ido siempre de la mano pues aunque la diversidad de su trabajo acentúa diferentes posturas y estrategias, no se niega el principio básico de que “la arquitectura es una de las bellas artes y a la vez responde



a necesidades concretas y tangibles”. Al final de la sesión se dieron a conocer a los ganadores del XI Concurso Internacional Arquine “FARO de Satélite” (Fábrica de Artes y Oficios), una propuesta para redefinir la zona y darle contenido programático relegado con potencial de centro público. En esta edición se logró la inscripción de 452 participantes, recibiendo 264 proyectos, de los cuales 93 fueron extranjeros y 171 nacionales. **C**

Texto y fotos: Gregorio Mendoza.

La nueva Arena de la Ciudad de México

A mediados de marzo se colocó la primera piedra de la Arena Ciudad de México, que estará localizada en la delegación Azcapotzalco. Se trata de una arena polivalente que podrá albergar 22,000

asistentes mientras que su estacionamiento tendrá una capacidad para 5,000 vehículos automotores. El recinto, que contará con la más alta tecnología, requerirá de una inversión de 300 millones de dólares y será

utilizado para espectáculos deportivos, conciertos y convenciones.

La colocación de la primera piedra y presentación del proyecto corrió a cargo de Marcelo Ebrard, jefe del Gobierno del DF y Guillermo Salinas Pliego, presidente del grupo Avalance. Esta Arena se edificará en un espacio de ocho hectáreas. El conjunto estará completamente climatizado, contará con 126 suites, un helipuerto así como con una fachada que tendrá una pantalla espectacular realizada con Led’s. Se espera que la

obra sea terminada en el 2011; generará 1,500 empleos y una derrama económica anual de mil 300 millones de pesos. Cabe decir que en los terrenos donde será construido existe un viejo rastro con su nave de matanza que no obstante el deterioro que muestra, está catalogado por el INBA como patrimonio cultural por lo cual no será posible su demolición lo que obligará a los proyectistas a incluir al viejo edificio dentro del proyecto. **C**

Con información de:
www.eluniversal.com.mx



- **¿Quiénes están en la foto?:** Claudia Palacios, Carolina Bartelt, Elizabeth Bartelt y Silvana Huicochea.
- **¿Dónde están?:** Estadio Santiago Bernabeu. Madrid, España.
- **¿Porque les resultó importante tomarse una foto ahí?:** "El estadio es un ícono del fútbol español ya que pertenece a uno de los dos equipos mas importantes de ese país. Es una visita obligada para todo aquel que guste del fútbol español."
- **Dato relevante:** Inaugurado el 14 de diciembre de 1947, este icónico estadio fue proyectado por los arquitectos Manuel Muñoz Monasterio y Manuel Alemany Soler y adecuado en la década de los ochenta por los arquitectos Luis y Rafael Alemany y Manuel Salinas. A partir del año 2000 ha sufrido otras intervenciones con el fin de mejorar la estadia del espectador.
- **Fecha de la foto:** Verano del 2007.



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

Puertas abiertas

El cemento mexicano ya tiene las puertas abiertas hacia Estados Unidos estando libre de aranceles, después de una serie de controversias entre ambos países, que atrasaron al sector por más de diez años.

En torno al tema, "las empresas mexicanas de cemento podrán verse beneficiadas por estas modificaciones, entre ellas Holcim Apasco, CEMEX Internacional, GCC Cemento, según el IQOM".



"El acuerdo, que estuvo vigente desde el 3 de abril de 2006 al 31 de marzo del presente año, permitió concluir con la controversia bilateral del sector, que estuvo presente durante más de una década. El documento marcaba la disminución a tres dólares por tonelada de la cuota antidumping —que anteriormente era de 26.28 dólares— a las importaciones de cemento mexicano a EU, y establecía un cupo de importación a los estados del sur de la Unión Americana".

Por su parte, Osmín Rendón, presidente ejecutivo de la Cámara Nacional del Cemento, dijo que, "a pesar de que se podían enviar tres millones de toneladas a Estados Unidos, el sector sólo logró mandar dos millones 200 mil toneladas, en promedio, durante el tiempo que duró el acuerdo. La eliminación del requisito de permiso previo se realizó luego de que el pasado 31 de marzo concluyó la vigencia del Acuerdo sobre el Comercio de Cemento entre la Secretaría de Economía (SE) de México y la Oficina del Representante Comercial y el Departamento de Comercio de EU".

Fuente informativa: www.exonline.com.mx

Calendario de actividades

Nombre: II Salón Internacional de la Edificación (SAIE)

Fecha: 13 al 16 de mayo de 2009.

Lugar: Expo Bancomer Santa Fe.

Informes: 5550 54 33.

Página web: www.saiemexico.com.mx

Nombre: Ciclo Internacional de Conferencias FIC 09

Fecha: 25 al 27 de mayo de 2009.

Lugar: Hotel Camino Real.

Correo: bmolina@mail.imcyc.com

Página web: www.imcyc.com.mx

Nombre: Expo Construyendo Chiapas 2009.

Fecha: 18 a 20 de mayo del 2009.

Lugar: Centro de Convenciones

Polyforum Chiapas.

Informes: (961)61 51012, 61 50771, 61 50980 ext. 107 y 60 27312.

Página web: www.expoconstruyendo.com

Correo: difusión@cmic-chiapas.org

Nombre: Feria Internacional de la Demolición y el Reciclaje

Fecha: 20 al 22 de mayo de 2009.

Lugar: Zaragoza, España

Página web: www.feriazaragoza.es

Nombre: Construxpo.

Fecha: 21 al 23 de mayo de 2009.

Lugar: Expo Guadalajara.

Informes: Adriana Vázquez Lugo: (0133) 3615 7212, ext. 278.

Página web: www.construfooroexpo.com

Correo: a.vazquez@cmicjalisco.org

Nombre: Segundo Congreso Internacional SMI Diseño de Interiores y Arquitectura.

Fecha: 21 al 23 de mayo.

Lugar: Puerto Vallarta, Jalisco.

Página web:

www.sociedadmexicanadeinterioristas.com

Nombre: Expo Construcción Internacional Tijuana 2009

Fecha: 28 al 30 de mayo de 2009.

Lugar: Tijuana, Baja California Norte.

Informes: Lic. Guadalupe Yac Castro: (664) 884 86 32.

Correo: expoconstrucciontijuana@hotmail.com

Página web:

www.expoconstrucciontijuana2009.com

PREMEZCLADOS

Los agregados

La arena manufacturada y su aplicación es el área de mayor crecimiento en agregados para la construcción. Históricamente, la arena manufacturada ha sido un subproducto del proceso de trituración y cribado. Actualmente, debido a las restricciones ambientales y urbanas, la arena manufacturada se está convirtiendo en un producto muy solicitado.

La arena manufacturada puede usarse como un producto para controlar el costo y/o la calidad de la producción de agregados. Se ha reportado, tanto en la investigación como comercialmente, que la arena manufacturada ofrece ventajas de desempeño al concreto y a las mezclas de mortero. Las características específicas de un producto de alta calidad mejorarán las propiedades deseadas.

Mucha de la reticencia en el uso de la arena manufacturada para mezclas de concreto ha estado relacionada con el proceso. La producción de la arena manufacturada ha sido más bien un subproducto, y no tanto para un propósito especial. Se puede agregar valor a la operación total si se cambia el enfoque en la planta de trituración, de la producción de finos triturados a la producción de arena manufacturada de alta calidad.

En años recientes, se han llevado a cabo muchas investigaciones sobre la manufactura de arena, y existe una mejor comprensión de cómo sus características afectan a las propiedades del concreto. También se ha logrado un progreso notable en el desarrollo de nuevas tecnologías para el equipo y control del proceso. La combinación de estos dos factores ha contribuido decisivamente a la creación de la tecnología y el dominio total de un proceso capaz de generar arena manufacturada de alta calidad, tomando en cuenta las características de los recursos de roca que se tengan y la demanda para tal arena manufacturada.

Aplicación

El uso de arena manufacturada se está incrementando año con año. Su uso continuado y cada vez más amplio será solamente el resultado de un mejor conocimiento acerca de su utilización y la implementación de la tecnología en el proceso que permita usarla exitosamente. La optimización del proceso

para ajustarse a las características de la roca existente es la parte clave del proceso de diseño.

El uso de agregados en el concreto es para llenar los huecos. Esto debe hacerse de tal manera que el concreto tenga los atributos idóneos de desempeño en el campo, ya se trate de trabajabilidad, resistencia, bombeabilidad, o acababilidad. Cuando se produce a través del proceso correcto, la arena manufacturada mejora la calidad del concreto.

La experiencia en el campo ha demostrado que las propiedades de la roca existente tienen un efecto importante en el desempeño. La roca granulada más fina con alta resistencia intrínseca tiende a producir arenas manufacturadas que son angulares y tienen una deficiencia en los tamaños de partículas en el rango de 0.6–0.15 mm (por ejemplo, el basalto). Las rocas cristalinas tienden a producir una arena que tiene más partículas cúbicas y en donde todos los tamaños de las partículas están bien representados (por ejemplo, granito).

Una barrera importante al uso más amplio en el concreto es el contenido del rellenedor (fracción del material de <0.075 mm). Las propiedades de la roca fuente tienen una gran influencia en la producción del rellenedor o filler. Así pues, la investigación de las propiedades de la roca fuente es un paso obligado para producir arena manufacturada con el contenido adecuado del rellenedor o filler.

En la manufactura tradicional del concreto no se han empleado grandes cantidades de arena manufacturada. Se clasifican las cantidades en exceso, y pueden acabar ya sea como desperdicio mineral en estanques de sedimentación o, cada vez más, se usa una clasificación por aire para clasificar el rellenedor o filler. **C**

Referencia: Stacy, Goldsworthy, en *World Cement*, abril de 2008.

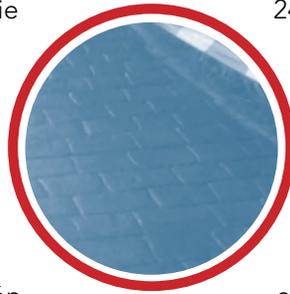


PAVIMENTOS

Preparación de superficie usando es-carificación a alta velocidad

El proyecto de reconstrucción de la autopista Dan Ryan en Chicago, involucró la reconfiguración de rampas y pasos a desnivel, la

instalación de alcantarillas mejoradas, la construcción de nuevos carriles, así como también la reparación de los carriles existentes. Parte del proceso de la reparación de los carriles en los puentes existentes consistió en preparar la superficie e instalar una capa superpuesta de concreto de microsílíce. El Departamento de Transportación de Illinois exigió que se usara un equipo para remover el concreto débil en la superficie, incluyendo la capa superficial de concreto microfracturado que quedaba como resultado de la escarificación mecánica. Además, se especificaron resistencias mínimas a tensión por adherencia en la superficie preparada, de 1.2 y 1.0 MPa en la capa superpuesta adherida. Para satisfacer este requisito, se requirió esmerilado mecánico seguido por hidroescarificación a alta velocidad o simplemente escarificación a alta velocidad.



La remoción inicial se logró usando fresado mecánico, que dejó una superficie debilitada debido al fracturado del agregado grueso y a la creación de microfracturas en el sustrato. La escarificación a alta velocidad removió las microfracturas, para un perfil de ¼ pulgada (0.64 cm), y dejó una superficie rugosa adherible. Normalmente, la hidroescarificación, hecha con un robot de hidrodemolición, tiene una tasa de producción de 372 a 557 m² por cada turno, de modo que para cumplir con los programas para capas superpuestas, el subcontratista introdujo el proceso hidroescarificación. Se utilizó equipo montado en el camión con una cabeza escarificadora de 0.6 m de ancho, capaz de llevar 15,140 L de agua y de generar 248 MPa de presión de agua. El camión se conecta a un sistema de vacío que permite una operación de escarificación limpia y eficiente. Los rendimientos de producción promediaron 2787 m² por turno.

Las pruebas de adherencia de la capa superpuesta involucraron una prueba de resistencia a tensión directa en la superficie preparada, así como también sobre la capa superpuesta. Para la superficie preparada, se requirió que el promedio de seis pruebas, de un área mínima de 56 m², fuera de al menos 1200 kPa y cada prueba individual tuviera una resistencia mínima de 1100 kPa. Y para la superficie superpuesta, cada prueba individual tuviera una resistencia mínima de 1034 kPa. Las pruebas de adherencia en la superficie preparada fueron tan altas de hasta 2413 kPa

con un promedio de 1586 kPa de un total de 60 pruebas de adherencia realizadas. Las pruebas de adherencia de las capas superpuestas también dieron resistencias a tensión tan altas de hasta 2413 kPa, siendo 1517 kPa el promedio de 63 pruebas.

Solamente se requirió una pasada para la escarificación y la limpieza, sobre aproximadamente 167,225 m² a una remoción de ¼ pulgada (0.60 cm). Un camión de vacío conectado a una unidad de hidroescarificación controló el agua y recolectó los escombros. Una vez que el ingeniero y el contratista confirmaron la resistencia de adherencia necesaria, se colocó una capa superpuesta de concreto de microsílíce reforzado con fibra.©

Información adicional: kwinkler@rampart-hydro.com

PREFABRICADOS

Aislamiento acústico en escaleras prefabricadas de concreto

El ruido de pasos se genera cuando el ruido propagado en las estructuras sólidas se activa por pasos, patadas o golpes y por esta razón se excitan paredes y cubiertas, y con ello la emisión de ruido aéreo. Para comprobar las construcciones con relación al ruido de pasos, se emplean aparatos especiales normalizados: mecanismo de martillo o pelota de goma, que simulan una excitación de este tipo. La acústica generada en este caso se mide en dB (decibelios), en donde en Alemania la Norma DIN 4109 regula las disposiciones para aislamiento acústico en edificios.

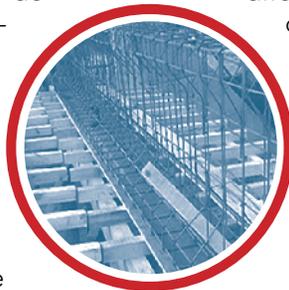
Cubiertas, escaleras y pedestales son típicos transmisores de ruido de pasos. No sólo en escaleras de viviendas multifamiliares sino también en la propia casa. Las protecciones contra ruido de pasos aumenta la calidad de vida. La transmisión de ruido de pasos puede evitarse a través de diversas medidas constructivas. Debido a que las escaleras

de concreto armado en función de lo complicado del cimbrado se producen de preferencia como elementos prefabricados, la protección contra ruido de pasos representa un desafío especial dado que las formas de las escaleras varían entre hélice y rectas con diferentes inclinaciones.

El sistema de protección contra ruido de pasos de Philipp cumple exactamente estos requerimientos. Éste ofrece al usuario la posibilidad, de adaptar por cuenta propia anclajes a las medidas necesarias de montaje, dependiendo de la inclinación de ascenso, lo que incrementa la flexibilidad del sistema. A través de este apoyo se logra una notable reducción del ruido de pasos en comparación con los apoyos habituales de pedestales. Los valores necesarios de acuerdo a la Norma DIN 4109 y garantizados por Philipp son, en este caso, el nivel de ruido de pasos normalizado evaluado, que especifica una indicación para la protección contra ruido de pasos para cubiertas. La medida mejorada del Philipp TSS System se ajusta al aislamiento acústico y al ruido de pasos según DIN 4109 (58dB). Esto quiere decir, que el ruido de pasos resultante oscila, según la carga, entre 39dB y 42dB, la que se encuentra aun por debajo de la protección incrementada de ruido de pasos (DIN 4109).

El Philipp TSS System está constituido de varios componentes individuales: el correspondiente anclaje roscado Philipp; el perno roscado que se enrosca en el anclaje, así como el apoyo TSS propiamente dicho. Este apoyo TSS se fabrica en un elastómero de tipo neopreno. La distribución óptima de carga del perno, está garantizado por una placa de acero galvanizado, la cual se encuentra dentro del cuerpo de aislamiento acústico. La carga de este modo se encamina a través del elastómero al apoyo (mampostería, pared de concreto, etc.)

Durante el montaje, el perno se enrosca manualmente a través de un recorte en la pared hasta el tope, dentro del casquillo roscado. Esto es posible tanto antes como después del montaje de la escalera. A continuación se desliza completamente el apoyo de la escalera. Una capa de mortero se coloca en el cuerpo de aislamiento acústico, compensa pequeños desniveles. Esta capa de mortero asegura además la distribución de carga en la mampostería. El colado cierra el recorte creado y garantiza de esta manera la durabilidad del apoyo.



Debido a que las escaleras sirven de ruta de escape en caso de incendios, el sistema de protección contra ruido de pasos fue verificado y confirmado con relación a la clase de resistencia contra el fuego F90 por el Instituto de ensayo de materiales Braunschweig. **c**

Informes: info@philipp-guppe.de; www.philipp-gruppe.de

TUBOS

Durabilidad para los tubos de concreto

2^{da} parte.

El entorno físico de una tubería tiene influencia directa en el concreto que es dañado por las condiciones que rodean el tubo. En la mayoría de las tuberías se transportan líquidos mediante la fuerza gravitacional. Por esta razón resultan mecanismos de daños complejos, ya que por regla general debido a los tubos parcialmente llenos, se presentan combinaciones diferentes en el transporte de líquidos a través de la pared del tubo. Como resultado pueden generarse diferentes mecanismos de daños. Simultáneamente, hay diferencias de temperatura entre la superficie interior y exterior de la pared del tubo, que conducen a gradientes de temperatura sobre la sección de la pared del tubo. Las temperaturas dentro del tubo, por regla general, se mantienen constantes modificándose lentamente, mientras que las temperaturas exteriores durante el día pueden modificarse rápida y notablemente.

Tuberías expuestas a la atmósfera

Las tuberías de zonas abiertas están expuestas a ciclos de calor que pueden conducir a fallas por fatiga. Cuando los tubos se entierran en el suelo, la tierra aísla los tubos y las diferencias de temperatura a través de la sección de la pared del tubo son reducidas y constantes, independientemente del espesor de la pared del tubo. Cuando una tubería de aguas residuales, por el contrario, está expuesta directamente a la temperatura ambiente, que es mayor o menor que la

temperatura de las aguas residuales y el aire en el interior del tubo, se generan –dependiendo del espesor de la pared del tubo– gradientes de temperatura sobre la sección de la pared, que resultan en tensiones de flexión debido al impedimento de deformaciones. En combinación con ello se generan fuerzas de tensión, que sobrepasan la resistencia a la tensión del concreto y con ello pueden conducir a formación de fisuras.

Aguas subterráneas ácidas

Los ácidos atacan el concreto en su superficie y se neutralizan a través de la alcalinidad del cemento. La generación de daños en el concreto, se ve influenciada por el valor pH y por el contenido de ácido del agua subterránea. En este caso la velocidad con la que se generan los daños depende con qué rapidez se sigue suministrando ácido y con ello de la velocidad de flujo de las aguas subterráneas que se encuentran en contacto con el tubo. Con aguas subterráneas en reposo, el ácido no continúa siendo suministrado y el producto de corrosión sobre la superficie del tubo, sirve como barrera para otro ataque. Por el contrario, con aguas subterráneas en movimiento, se continúa suministrando continuamente el ácido atacante y el efecto de protección de la capa de corrosión es menos efectivo. La publicación de la ACPA expresa, que aguas subterráneas con un valor pH de 5.0 o inferior y un contenido de ácido de 25 mg sobre 100g de terreno de cimentación, representa una situación potencial agresiva y debe ser estudiada con mayor detalle.

Sulfatos

Los sulfatos contenidos en el terreno de cimentación pueden atacar intensamente el concreto, debido a que reaccionan químicamente con los componentes de la pasta de cemento endurecida y con ello se generan componentes de sulfatos, con mayor volumen que los materiales de partida de la reacción. Esta expansión daña la microestructura interna del concreto. El empleo de concreto de alta densidad y reducida porosidad, como es habitual en la prefabricación industrial de tubos de concreto, es un método efectivo de impedir este problema. Cuando la concentración de sulfatos sobrepasa 1000 ppm, se deben emplear mezclas de cementos y bajo condiciones especialmente agresivas, 3000 ppm, los tubos deben ser protegidos con una capa protectora. No obstante no

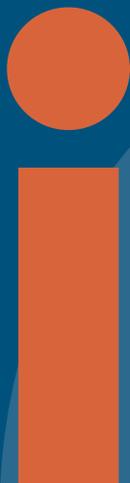
existe sustitución para un concreto con reducida relación agua/cemento, bien compactado y con tratamiento protector.

Cloruros

La penetración de cloruros no conduce a un ataque directo sobre el concreto; sin embargo, cuando los cloruros penetran hasta el acero de refuerzo, se puede destruir el efecto de protección pasiva generado por la alcalinidad de la pasta de cemento endurecida sobre el armado. De esta forma se produce la corrosión del acero de refuerzo y desprendimientos del concreto en función del incremento del volumen de los productos de corrosión. Para este procedimiento debe disponerse de suficiente oxígeno sobre la superficie del acero. El problema de la corrosión del acero ocasionada por los cloruros, es ante todo significativo en las regiones costeras, en las que las tuberías están expuestas a salpicaduras de agua y cambios cíclicos de humedad y secado. Cuando por el contrario, los tubos están totalmente sumergidos en agua de mar, la corrosión se impide debido a la carencia de oxígeno. También para el problema de la penetración de cloruros, el empleo de concreto de alta densidad y reducida porosidad representa una solución efectiva. Además, es importante, que se empleen aditivos como escoria de altos hornos o ceniza volante para garantizar una protección adicional. ©

Referencia: Mark G. Alexander, University of Cape Town, Sudáfrica, A. M. Goyns, PIPES CC, Sudáfrica, en *PHI International*, 2, 1, 2008.





Juan Fernando González

Retrato: A&S Photo/Graphics
Fotos: Cortesía Despacho Arquitecto Ramírez Vázquez.

El pasado mes de abril, **Don Pedro Ramírez Vázquez** –quien no necesita presentaciones– cumplió 90 años, y más de 60 de entregarnos una arquitectura de enorme calidad; este es un pequeño homenaje al maestro de maestros.

Reacio a dar entrevistas formales, porque “siempre me preguntan lo mismo”, el legendario arquitecto mexicano Pedro Ramírez Vázquez, aprovechando la sesión fotográfica que se le hizo para *Construcción y Tecnología*, logramos extraer algunas valiosas ideas que el arquitecto comentó en esos minutos de charla que fueron, como se dice “oro molido”.

“Si tuviera que dar una opinión sobre el concreto podría simplemente decir que es una buena materia prima, y punto; pero si hablamos del realce que alcanza en algunas obras podríamos abundar y



Pedro **Ramírez** Vázquez

años





Foto: www.flickr.com/photos/27371878.

decir que, por ejemplo, en el caso del Estadio Azteca, no había manera de darle esas formas con una estructura metálica”, afirma quien se ha convertido en una leyenda de la arquitectura mexicana y que recientemente cumplió 90 años de vida.

Un “clic” suena en la cámara del fotógrafo mientras don Pedro acepta que le gusta todo lo relacionado con los prefabricados y que una buena forma de utilizar el concreto en esta categoría son las fachadas. “Es tan amplia la variedad que existe en el uso del concreto que, por ejemplo, en el caso del Estadio Azteca se podía dejar aparente y con buenos resultados, pero con un costo de cimbra y un costo de manejo que no se puede tener en cualquier obra. Si hoy me dijeran que construyera nuevamente el Estadio Azteca

lo haría de la misma manera. Sin embargo, aunque mucha gente podría pensar que ese inmueble es una de mis obras favoritas yo prefiero la escuelita que está allí atrás, en esa fotografía”, dice Ramírez Vázquez mientras señala la imagen enmarcada que se mezcla con muchas otras de sus obras.

“Hay 35 mil planteles iguales a esa escuela, en México, Latinoamérica, India, Filipinas, lo que era Yugoslavia, Tailandia e Italia. Es un proyecto que data de 1960 y que se basaba en paneles metálicos que se ensamblan fácil y rápidamente”, relata.

Es entonces que salta a la plática la conformación de la vivienda en el México moderno: “Es un crimen el tipo de departamentos que se diseñan ahora, y espero que no lleguemos al extremo de copiar los

dormitorios japoneses que son armazones como de cama de tren”.

Ramírez Vázquez recuerda que participó activamente en el diseño de la Unidad Habitacional El Rosario, al poniente de la ciudad de México, al tiempo que aplaude el proyecto de la Unidad Tlatelolco, “que fue una muy buena solución en su momento, con espacios bastante dignos. Yo creo que lo más razonable para vivir con decoro es una superficie de al menos 60 metros, pero hay empresas que en la actualidad apoyan su publicidad en casa de 40 metros, lo que es absurdo pues eso es almacenar gente”.

Arquitecto, no político

“El ser funcionario es diferente a ser político, dice convencido el personaje nacido en la colonia

Guerrero del Distrito Federal. “He tenido responsabilidades en el gobierno como arquitecto, y con este perfil hice el edificio de la Secretaría de Relaciones Exteriores, no como político, y lo mismo puedo decir de los mercados de La Lagunilla y de Tepito, los cuales, por cierto, están cumpliendo 50 años de existencia. He diseñado un total de 15 mercados en la Ciudad de México”, comenta el experimentado maestro, quien recuerda con mucho ánimo la manera en que logró construir el primero de ellos, el del barrio de la Lagunilla, sitio donde su padre vendía libros en plena vía pública.

“Resulta que los vendedores ambulantes no querían dejar la calle ni que se construyera un mercado, pero mi padre, al que le apodaban ‘Levitas’ porque siempre estaba ataviado con bombín y jaquet, tuvo que ver mucho con la decisión final ya que era una persona conocida que llamaba mucho la atención. Los líderes de los ambulantes se

Trazos de una charla

- Ninguno de los millones de fieles que acuden a la Basílica de Guadalupe se puede quejar de que no pudo rezar frente a la virgen y persignarse frente a la imagen, y eso se debe al diseño.
- Nunca me he arrepentido de algo que hice porque al menos sé que le puse todo el interés y lo hice lo mejor posible dentro de las circunstancias de cada obra, me siento satisfecho y con tranquilidad de conciencia.
- Yo no soy de estilo; no me interesa tener arquitectura de autor, ni que digan ‘es de Ramírez Vázquez’; sino que digan, mira, ese es un estadio o una iglesia, ¡imagínate que un estadio parezca iglesia!, estaría mal.
- El logotipo de Televisa quedó resuelto luego de una plática y un café con el ‘Tigre’ Azcárraga. Resultó sencillo porque se trató de definir al mundo visto a través de la televisión, lo que, al mismo tiempo, es la representación de un ojo humano. Poca gente lo sabe, pero el logotipo de Televisa es uno de los íconos más conocidos de todo el mundo.
- Admiré mucho al arquitecto y urbanista José Luis Cuevas Pietrasanta, con quien trabajé nueve años como dibujante. También recuerdo muy bien a mi maestro Domingo García Ramos –otro gran urbanista– y a Mauricio M. Campos.
- Nunca he dejado una obra porque no me guste; en mi despacho se trabaja igual chico o grande, lo que caiga es bueno porque chamba es chamba.

enteraron que yo era arquitecto y que mi padre era ‘Levitas’, lo que les dio confianza y me permitieron diseñar el mercado”.

El multipremiado maestro de la arquitectura comenta que se ha

construido solamente el 10 por ciento de los proyectos que ha diseñado, por lo que su archivo está lleno de numerosas ideas que tal vez alguna vez vean la luz. Mientras tanto, dice, hay que mantenerse atento a lo que



Foto: commons.wikimedia.org.

sucede con las nuevas generaciones, "lo que no es difícil porque constantemente recibo invitaciones de escuelas de arquitectura de todo el país para dar charlas, ocasión que me sirve para conocer lo que se hace en otras partes".

Algo que no debe olvidarse, sentencia, es que "la arquitectura se difunde mucho a través de las fotografías, pero ojo, la arquitectura no es la foto sino lo que hay

dentro; es cómo funciona. No son las paredes y los techos porque eso es el volumen construido, lo importante es que sea funcional para quien ocupa ese espacio, ya sea para trabajo, recreo, enseñanza o entretenimiento.

De todo un poco

"He diseñado muchas residencias, pero nunca he publicado

ninguna de esas obras, simplemente porque no tengo derecho a divulgar cómo vive una familia; eso no se hace. Solamente he difundido la de mis padres, que se encuentra en la colonia Del Valle. Sin embargo, no tengo empacho en decir que diseñé la casa de López Mateos, la de Díaz Ordaz y la de varios secretarios así como la de Silvia Pinal, entre muchas otras.

Según se informa en diversos medios, el INBA está buscando que el Museo Nacional de Antropología, inaugurado en 1964, sea declarado Monumento artístico.

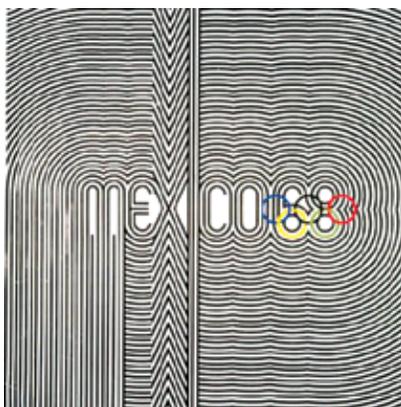
Foto: Sófoles Hernández.

Muestrario de obras (algunas en coautoría)

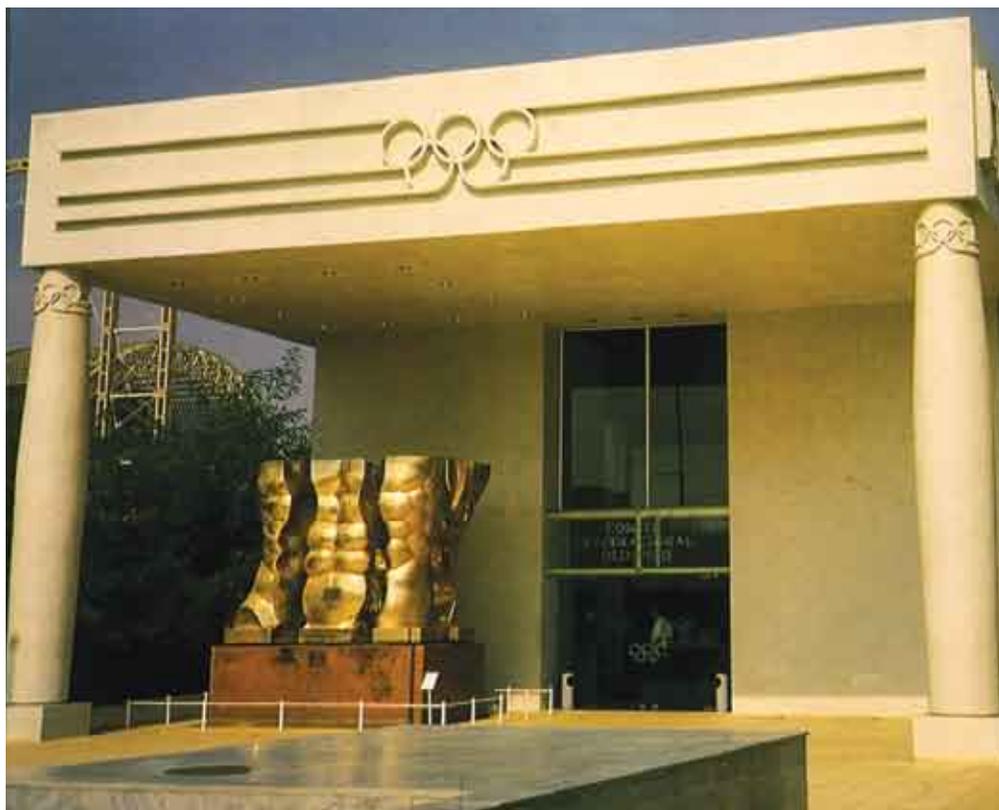
- 35 mil aulas prefabricadas en todo el país, para el CAPFCE.
- 15 mercados en México DF.
- Estadio Azteca.
- Secretaría de Relaciones Exteriores (Tlatelolco, DF).
- Embajada de Japón.
- Basílica de Guadalupe.
- Museo Nacional de Antropología.
- Museo de Arte Moderno.
- Diseño de las Olimpiadas 1968.
- Escuela Nacional de Medicina de CU/UNAM.
- Liceo Mexicano-Japonés.
- Torre para Mexicana de Aviación.
- Palacio Legislativo de San Lázaro.
- Museo de las Olimpiadas, en Suiza.

Viene a la charla el Museo Nacional de Antropología y la visión particular del arquitecto Ramírez Vázquez sobre la manera en que se diseñó. “Es el concepto de un templo; la gente llega en grupo y cuando entra a la sala Mexica todo mundo baja la voz y se calla porque le impone ver que allí hay una especie de templo que representa el pasado, y nuestro pasado merece respeto. Es por eso que recientemente se ha editado un libro que relata cómo y por qué se fue haciendo cada detalle de esta obra, la cual será una referencia obligada para todo el público.

No soy humilde sino que entiendo que tengo un gran equipo, dice al final de esta conversación informal –casi a hurtadillas–, el legendario personaje de la arquitectura mexicana, quien explica que encuentra injustificado que se centre todo el reconocimiento en su persona “ya que no soy un mil manos y por aquí han pasado arquitectos muy importantes, como Carlos Urrutia, Javier Sordo, Díaz Infante, por ejemplo”.



Don Pedro Ramírez Vázquez sigue posando para el fotógrafo mientras cuenta, observamos algunas de las piezas de vidrio que están sobre su escritorio: “son recuerdos de los regalos que les hicimos a los delegados de los 124 países que acudieron a la Olimpiada de México 68. Son piezas extraordinarias que tuvieron una pequeña falla y que conservé. Ahora, las estoy repartiendo entre mis cuatro hijos y mis 14 nietos”, concluye. c



Las innovaciones tecnológicas, han generado una verdadera mutación en las relaciones internacionales de la producción, contribuyendo a formar un contexto de globalización que se rige, principalmente, por razones económicas. Esto ha permitido realizar procesos que antes eran impensables por su elevado costo, o bien, por el largo tiempo que requerían para su realización. Ahora se pueden desarrollar gracias a estos avances de flujos de bienes y servicios; pero, sobre todo, de información. Elemento considerado como de mayor importancia para el desarrollo del nuevo sistema mundial, ya que se basa en complejas redes de intercambio. En concreto, con estos avances se logra acortar distancias y que las barreras tiendan a desaparecer. Todo ello ha permitido una nueva forma de organizar la producción, tanto interna como externamente a las fábricas.

Reconversión y concreto

Raúl Huerta Martínez

La reconversión industrial es un proceso que permite la relación del factor humano con la aplicación de tecnologías con el propósito de generar ventajas competitivas. Además tiene como objetivo implementar proyectos que permitan una actualización en materia tecnológica, ambiental y energética en los sectores industriales, a través de la asistencia técnica que estimule el acceso al financiamiento de programas de actualización tecnológica y propicien la competitividad de la industria nacional.

Foto: Cortesía PCA.



Las ventajas aportadas por el nuevo sistema de producción de características flexibles y el desarrollo de un mercado cada vez más globalizado tienen, en la localización o relocalización de procesos productivos, completos o de ciertas fases, una de sus estrategias más eficientes.

Actualmente, el mundo se debate en la urgente necesidad de modernizarse con eficiencia, innovación y equidad. La globalización, la apertura económica, la competitividad son fenómenos nuevos a los que se tiene que enfrentar nuestra contrastante economía, pues como sabemos oscila entre las perspectivas de ser considerada como nación del primer mundo pero a su vez mantiene rasgos propios de país tercermundista. La dinámica del sistema obliga a mantener mínimamente niveles de productividad que generen ganancias para atraer a los inversionistas tanto nacionales como extranjeros.

En México, no obstante su apresurada apertura comercial, se ha intentado la aplicación de esquemas supuestamente probados con éxito en otras sociedades, en algunas ramas de la actividad económica, mientras que en otras se ha manejado la idea de que hay que esperar a que la actual etapa de transición madure para formar una verdadera doctrina empresarial. Las dos alternativas tienen sus pros y contras, pero es necesario definir cuál es la más viable en la actual coyuntura.

En esta etapa, ningún método de cambio organizativo en particular se impuso, pero la convicción generalizada fue que los manuales y las recetas no sirven. El diseño debe ir precedido de un análisis de lo que se quiere cambiar, donde deben estar implicadas las diferentes competencias empresariales, que

es necesario tener en cuenta la opinión de los trabajadores, que no es posible cambiar de un sólo golpe sino que hay que preparar a la gente para el cambio continuo. De esta manera, los países industrializados transformaron aquellas empresas que operaban con ineficiencia y con inaceptación social, generadoras de malas condiciones de trabajo en estructuras grandes



Fotos: Cortesía PH International.

pero internamente articuladas y diferenciadas, cuyos componentes son aptos para ser flexibles y económicos al mismo tiempo que viables para las personas.

El concreto

El sector de la construcción no se caracteriza por la necesidad de tecnologías altamente especializadas, y las estrategias de las empresas de este sector no se basan a menudo en una capacidad competitiva gracias a la innovación.

La exitosa introducción de una nueva tecnología—en cierto modo de cualquier tecnología—debe estar unida a un sistema de gestión de calidad eficaz que defina las instrucciones de trabajo, las directivas de control y los procedimientos que se pueden emplear para llevar a cabo la introducción de un concreto, por ejemplo, el concreto autocompactable.

Los avances en el diseño del concreto generan nuevas aplicacio-

nes estructurales y arquitectónicas que se suman a las construcciones tradicionales con este material. Se destaca, entre ellos, las recientes tecnologías para el concreto y a otros materiales elaborados con cemento Portland. Su empleo en elementos estructurales y en pavimentos permite lograr una mayor integración de las construcciones con el medio circundante.

A la hora de introducir una nueva tecnología en diversos países se deben considerar numerosos procesos y factores, y cada uno de ellos adquiere relevancia y tiene sus efectos propios en el éxito o fracaso de la introducción de una nueva tecnología como el concreto autocompactable. Proceso de mezclado, equipos de mezclado, cimbras, técnicas de colado, organización de la planta, laboratorio de ensaye y formación del personal de la planta. Factores como: normatividad; estado de la tecnología; materiales: agregados, cemento, aditivos; clima atmosférico; actitud del personal directivo; actitud de los trabajadores de la fábrica, así como competencia, mercado e investigación científica.

Los nuevos conocimientos necesitan de una estimación de los recursos humanos y las inversiones en material necesarios para introducir la nueva tecnología como el concreto autocompactable en la planta. No obstante, el proceso de introducción es diferente en cada fábrica y estará caracterizado por retos y contratiempos individuales.

El concreto autocompactable constituye uno de los más recientes desarrollos de la tecnología del concreto. Es capaz de fluir en el interior de las cimbras, pasar a través de las armaduras de refuerzo, llenar el molde y compactarse por la acción de su propio peso,

sin que se produzca la segregación de sus materiales componentes. Dos elementos a tener en cuenta son que las propiedades de los elementos construidos con este material dependen de sus características en estado fresco y que las variaciones en el tipo y proporciones de sus componentes afectan la calidad final. Por estos motivos, se debe tener una matriz (mortero) con elevada fluidez para permitir el llenado de los moldes y, al mismo tiempo, obtener una viscosidad suficiente para evitar la segregación de los agregados gruesos. Para obtener el concreto autocompactante se emplean superfluidificantes de alta eficiencia combinados con materiales finos que se incorporan en contenidos mayores a los habitualmente utilizados en un concreto convencional. Dado que existe una amplia variedad y disponibilidad de materiales, el técnico debe optar entre diversos tipos de cemento y adiciones minerales, y verificar su compatibilidad con diferentes aditivos químicos.

Uno de sus principales campos de aplicación es la construcción, donde su uso puede propiciar un considerable aumento de la productividad, facilitar el diseño de elementos de formas complejas y eliminar la etapa de vibrado economizando los tiempos de construcción, mano de obra y mejorando la calidad del ambiente laboral. Además de reducir la contaminación sonora, como una ventaja adicional.

La introducción de una nueva tecnología en una organización de este tipo debe estar coordinada en cualquier caso por un equipo de investigación y desarrollo. El proceso de introducción se divide en dos fases principales: el desarrollo y la introducción propiamente dicha. La primera fase es la misma para toda la empresa, mientras que la



Foto: Cortesía Concrete Australia.

fase de introducción en las fábricas se debe adaptar a las distintas necesidades. Todo el proceso, incluida la introducción en las fábricas, debe ser coordinado por el departamento de Investigación y Desarrollo. Gracias a esta coordinación se garantiza una documentación adecuada de los ensayos de campo, la aplicación de criterios idénticos y la difusión de los conocimientos adquiridos en los ensayos realizados en la planta.

Los primeros ensayos realizados en la planta y la posterior introducción del concreto autocompactante en todas las plantas del grupo necesitan de numerosos criterios para el equipamiento necesario y los controles necesarios para garantizar la producción en operación diaria sin afectar a la calidad del concreto.

Los aditivos

Los aditivos químicos son una parte fundamental en la fabricación del concreto, ya que gracias a ellos se consigue una serie de características que hoy en día son casi imprescindibles en el diseño y ejecución de estructuras de concreto. Los aditivos químicos contribuyen a la constante evolución de los concretos, y se usan cuando se desea modificar favorablemente alguna

de sus características, comportamiento o propiedad habitual del concreto, ya sea en su estado fresco o endurecido, mejoran la durabilidad, facilitan su puesta en obra o refuerzan alguna de sus características. También se usan para solucionar situaciones difíciles, problemas de bombeo, desarrollo rápido de resistencias o exigencias de muy baja relación agua/cemento.

En el diseño de concretos autocompactantes es imprescindible emplear un aditivo superplastificante de tercera generación que sea capaz de dispersar las partículas de cemento con mayor efectividad que los aditivos superplastificantes tradicionales, ya que el contenido de finos de ese concreto es mucho mayor que en los concretos convencionales, además de ser necesaria mucha mayor fluidez para colocarse y compactarse sin medios externos. El aditivo debe dar la reducción de agua y la fluidez requeridas. Es importante que las propiedades del concreto se mantengan durante un tiempo determinado, contando el tiempo de transporte y el de ejecución. El tipo de aditivo para la realización de concreto autocompactante debe ser seleccionado en función del tiempo abierto de trabajabilidad necesario, así como del poder reductor deseado: en concreto autocompactante para



Fotos: Cortesía PH International.

elementos prefabricados la trabajabilidad no es un parámetro tan crítico como el concreto autocompactante fabricado en planta, donde los tiempos de transporte son mayores. Si analizamos la evolución tecnológica del concreto, podemos afirmar que en un futuro se ejecutarán obras con concretos y morteros que tendrán propiedades especiales

El mortero

El mortero de albañilería se ha preparado tradicionalmente a pie de obra, haciendo acopio de los materiales y con procedimientos de mezclado que no siempre han sido los más adecuados. Estos barros, arcillas y cales fueron los precursores de los actuales morteros. En esencia, la forma de aplicar estos materiales no ha evolucionado demasiado, ya que hoy en día, a pesar de disponer de herramientas que facilitan el trabajo, sigue haciéndose manualmente.

Es bien conocido el empleo de conglomerantes, en obras que se remontan a más de dos milenios, para unir bloques, piedra y mampostería. Los romanos dejaron testimonios de la elaboración de morteros que hasta la fecha presentan propiedades que mejoran, en muchos casos, la resistencia al paso del tiempo que han ofrecido las propias rocas constitutivas de la mampostería. Hasta la aparición del cemento Portland, los morteros de caliza, arcilla y cal han tenido preponderancia en la construcción, con el principal inconveniente de su lentísimo fraguado y endurecimiento y el de no ofrecer propiedades resistentes destacables.

En lo que si se ha progresado mucho es en los conocimientos científicos y técnicos de los morteros y sus componentes. De esta forma pueden seleccionarse las

materias primas y sus proporciones para fabricar morteros que cumplan con los resultados esperados. Hoy en día, la tendencia ha cambiado y es menos frecuente esta práctica ya que tiende a un control exhaustivo de todos los materiales y de su puesta en obra como garantía de calidad final. De igual manera, los aspectos medioambientales y económicos han de prevalecer a la hora de evaluar la utilización de morteros en las obras de construcción.

Los morteros secos presentan una serie de ventajas genéricas desde el punto de vista logístico, económico, técnico y medioambiental, ocupan poco espacio en obra y no generan desperdicio de material, además de ofrecer una puesta en servicio rápida y limpia. La utilización de un tipo u otro, depende del volumen de obra, las condiciones meteorológicas, la ubicación y la distancia desde el centro productor.

Podemos encontrar principalmente tres tipos de morteros preparados en instalaciones industriales. En primer lugar, para el mortero seco en silo se tiene por un lado el espacio que va a ocupar el cemento y por otro lado la arena para elaborar el mortero. Estos silos tienen dosificadores automáticos instalados que regulan las cantidades de cemento, agregado y agua a emplear, y el mismo silo incorpora un mezclador de estos elementos.

En segundo lugar, hallamos morteros estabilizados, que están listos para su uso, pero al ser un material perecedero, requiere que se calculen con precisión previamente las cantidades que se van a utilizar en obra. Son los morteros más sensi-

bles, en cuanto al tiempo abierto se refiere, a la temperatura y la humedad relativa, pudiéndose desecar o congelar si no se toman las medidas pertinentes para su conservación.

Por último, tenemos los morteros secos premezclados en planta industrial, que acaparan una mayor flexibilidad y especialidad de dosificaciones, y en los que se pueden incluir mayor variedad de aditivos, como aireantes, plastificantes, retenedores de agua, hidrofugantes, reguladores de consistencia, etcétera.

El mortero estabilizado es un mortero industrial húmedo con un determinado tiempo de vida abierto, que por lo general puede oscilar entre 8 y 72 horas. El mortero se mantiene trabajable durante determinados periodos de tiempo, en los cuales conserva todas sus características técnicas. Es decir, el mortero puede ser entregado en la obra un viernes por la tarde y puede ser utilizado en la obra un lunes por la mañana. Una vez aplicado en obra, su comportamiento es similar al de un mortero convencional.

Con el mortero estabilizado se consiguen acabados perfectos y riesgo mínimo de fisuración, debido a su alto grado de trabajabilidad. Este es un mortero húmedo de alta calidad que requiere para su fabricación de instalaciones con un alto nivel tecnológico y estrictos controles de sus materias primas: mismos que dotan al mortero estabilizado de garantía de calidad y confianza. **C**

Referencias

- José Antonio Vieyra Medrano, *Reconversión industrial del sector automotriz en México*. "Introducción del Concreto Autocompactante en diferentes culturas y países", en *PHI Internacional*, 4, 1, 2008.
 "Últimos desarrollos de aditivos para mortero seco", *Cemento Hormigón*, núm. 922, 2008.

Siempre hemos buscado refugio para protegernos contra los elementos naturales; sin embargo, inclusive hoy, después de siglos de avances tecnológicos, todavía estamos confrontados con los elementos de la naturaleza que afectan nuestras construcciones.

Raúl Huerta Martínez

Foto: Archivo CyT.

La impermeabilización en la construcción

Existen numerosos problemas en torno a la impermeabilización, y esto no se debe a la falta de productos efectivos, sino más bien, a la complejidad creciente de la construcción y una incapacidad para coordinar las superficies de contacto entre la multitud de sistemas de construcción involucrados en un simple edificio.

Controlando adecuadamente el agua subterránea, el agua de lluvia, y el agua superficial, se podrán prevenir daños y evita-

rán reparaciones innecesarias en las construcciones. De hecho, el agua es el elemento climático más destructivo del concreto, y la mampostería, así como de estructuras de piedra natural. Las técnicas de impermeabilización preservan la integridad y la utilidad de una estructura a través de la comprensión de las fuerzas naturales y su efecto durante el ciclo de vida. La impermeabilización también involucra elegir los diseños y los materiales apropiados para contrarrestar los efectos dañinos de estas fuerzas naturales.

La construcción en el sitio requiere combinar numerosos oficios de construcción y sistemas en las construcciones para evitar la infiltración del agua. Nuestra incapacidad para reunir efectivamente estos varios componentes, causa la mayoría de los problemas de infiltración de agua. La experiencia ha demostrado que hasta el 90% de los problemas de infiltración de agua ocurre dentro del 1% del área superficial de una construcción. Una incapacidad para controlar la instalación y los detalles, vinculando varios sistemas de impermeabi-

lización en una construcción, crea estos problemas.

A fin de evitar todas las causas posibles de la infiltración de agua, una construcción debe ser tratada con materiales a prueba de agua. Dichos sistemas a prueba de agua deben interactuar íntegramente para evitar la infiltración de agua. Si alguno de éstos falla o no actúa integralmente con todos los otros sistemas, ocurrirá una fuga.

Aun con los avances tecnológicos continuos en los materiales, el agua continúa creando problemas innecesarios. Esto se debe la mayoría de las veces a una incapacidad de aplicar la impermeabilización para que actúe como un sistema integrado que evite la infiltración del agua y de los contaminantes. Frecuentemente se diseñan varios sistemas en una construcción, eligiendo y actuando independientemente, en lugar de hacerlo coherentemente.

El detallado de las transiciones de un sistema a otro o los terminados en componentes estructurales con frecuencia pasan desapercibidos. Las sustituciones de productos que no actúan integralmente con otros sistemas especificados crean problemas y fugas. La atención inadecuada a las características de movimiento de una estructura puede causar un esfuerzo a los sistemas que están en su lugar, y que no son capaces de soportar. Todas estas situaciones que actúan separadamente, o en combinación, eventualmente causarán infiltración de agua. Por su parte, la nueva tecnología basada en aditivos cristalizadores se presenta como la solución de vanguardia a los problemas de impermeabilización, protección y mejoramiento del concreto.

Defectos del concreto

Con modestas inspecciones oculares *in situ*, hasta sofisticados exámenes petrográficos en laboratorio se pueden detectar defectos en el concreto que afectaran la vida útil de las estructuras: Poros, aire atrapado y nidos de abeja, son causados por segregación durante el mezclado y el proceso de colocación del concreto, y se manifiestan desde la forma de pequeñas burbujas y oquedades algo mayores. Un concreto en estas condiciones puede acrecentar significativamente las filtraciones en el elemento estructural y afectar su durabilidad al exponer su acero de refuerzo.

Los capilares en los elementos estructurales son finísimos conductos formados al escapar el agua de sangrado; es decir, parte del agua de mezclado que se pierde al no combinarse con el cemento. El ingreso de los líquidos al concreto se producirá, en este caso, por absorción capilar, fenómeno físico que tiene origen en las acciones intermoleculares del concreto y el agua en este caso. Las microfisuras y fisuras son causadas por esfuerzos estructurales, térmicos y de contracción por secado. Generalmente se encuentran entre los 100 μm y los 3.000 μm .



Durabilidad y permeabilidad del concreto

La falta de durabilidad por causas externas es causada por la agresión del medio ambiente con ataques de origen químico, físico y mecánico. Entonces, como la permeabilidad es la responsable del ingreso de sustancias perjudiciales para el concreto, los concretos más impermeables serán más durables.

Los ataques químicos dependen naturalmente de la sustancia en cuestión, pero los ácidos son particularmente destructivos. Para casos graves, aparte de un concreto con características impermeables se necesita adicionar una película protectora.

Por su parte, los ataques físicos se dan por la acción destructora que se produce cuando el concreto saturado en agua es sometido a temperaturas inferiores al punto de congelación. Su aumento de volumen generara presión en sus poros y capilares causando desintegraciones parciales hasta la destrucción. Cuanto más impermeable sea el concreto, menos saturado estará y el daño será menor.

También están los ataques combinados que se desarrollan por los sulfatos de sodio, potasio o magnesio disueltos en agua o en suelos provocan deterioros en las estructuras de concreto y son de acción "doble", física y química.

La acción química se da en las reacciones entre sulfatos, la cal hidratada y el aluminato tricalcico del cemento, formando reacciones fuertemente expansivas y además solubles en agua que al ser arrastrada por ésta dejan oquedades en la masa del concreto.

Foto: Cortesía PH International.

Foto: Cortesía PH International.



La acción física se produce si hay humedecimientos y secados sucesivos, produciéndose presiones de cristalización de los sulfatos, provocando con su consiguiente aumento de volumen, desintegraciones en el concreto similares a las producidas por los ciclos de congelamiento y deshielo.

Acerca del lavado de cal, en elementos estructurales donde hay presión hidráulica en una de las caras puede suceder, si éste no es lo suficientemente impermeable; o que haya un pasaje de líquido de una cara hacia la otra que va arrastrando las sustancias solubles producto de la hidratación del cemento, provocando una desintegración paulatina. Se aprecia generalmente en los tanques de agua las manchas blancas llamadas eflorescencias producidas por este fenómeno.

Porosidad y permeabilidad

Estamos en condiciones de afirmar que el concreto es un material netamente poroso. Tanto la pasta como en los agregados, si lo analizamos por separado. Los poros, oquedades, capilares y micro fisuras están interconectados favoreciendo la condición

de permeabilidad del concreto a los líquidos y los gases.

El concreto puede auto protegerse de estos agentes externos si ha sido correctamente dosificado, moldeado y curado, pero también debemos considerar en situaciones particulares la utilización de adiciones especiales que una vez distribuidas en la masa del concreto otorgan aislamiento

hidrófugo y protección en forma permanente a los ataques.

La impermeabilización

La impermeabilización, con frecuencia catalogada como la primera entre las causas más frecuentes de las reclamaciones en la construcción, crea problemas innecesarios. Ningún componente individual de un edificio que genere tan enormes problemas tiene tan poca estandarización en la cual basar las mejoras. La industria de la construcción tiene todavía que adoptar el principio de que la fachada exterior completa debe ser tratada como una sola unidad cohesiva —un sistema en el cual todos los componentes individuales son transferidos uno a otro en un detallado completamente impermeabilizante—. Tal tarea es complicada en el sitio de la obra. Aun si todos los componentes de fachada fueran manufacturados de planta, en el sitio de la obra deben ser ensamblados en una unidad única. También deben desarrollarse estándares de impermeabilización para transferir coherentemente los varios componentes de una construcción.

Los arquitectos o ingenieros proporcionan detallado insuficien-

te para transferir todos los componentes juntos. Los contratistas carecen de suficiente supervisión para asegurar que los acabados y los detalles de transición sean instalados apropiadamente por los múltiples contratistas en el negocio. Los propietarios son negligentes para implementar programas de mantenimiento efectivos, enfocándose en el mantenimiento de la construcción solamente cuando aparecen filtraciones.

Los aditivos "cristalizadores"

Están compuestos por cemento Portland, arena silícea y varios químicos activos que se agregan en el mezclado del concreto y reaccionan con la humedad del concreto fresco y con los subproductos de la hidratación del cemento, ocasionando una reacción catalítica. Esta reacción genera la formación de cristales no solubles dentro de los poros y capilares del concreto, sellándolos permanentemente contra la penetración de agua y otros líquidos en cualquier dirección. Son recomendados para: contenedores y represas, plantas de tratamiento de agua potable o aguas cloacales, cámaras subterráneas, estructuras secundarias de contención, cimentaciones, túneles, albercas, prefabricados y estructuras para estacionamientos.

Las ventajas que presenta son: reducen notablemente la penetración de cloruros; son resistentes a presiones hidrostáticas extremas; sellan microfisuras de hasta 0.4 mm., de acción permanente y permite que el concreto respire. También son altamente resistentes a las sustancias agresivas; no es tóxico y más económico que otros métodos además de que no se deteriora en condiciones normales.

El impermeabilizante es un producto cementoso de aspecto cristalino que se agrega al concreto durante la mezcla. Se adiciona el polvo seco al camión mezclador; se hace girar la olla y se agrega el 60 al 70% del agua junto con 150 a 230 kg de agregados. Se mezcla el material de 2 a 3 minutos y luego se completa la carga del camión mezclador normalmente.

Mezcla en planta con agregado del producto con agua

Se realiza una mezcla en forma de lechada en proporción de 5 a 9 Kg., de polvo en 14 litros de agua. Se procede a la carga de los agregados, el cemento y el agua en forma normal con el sistema de la planta (se debe tener en cuenta la cantidad de agua utilizada en la lechada para descontarla de los ciclos de carga). Se vacía el preparado dentro del trompo mezclador y se mezcla 5 minutos. Es importante tener en cuenta, para obtener mezclas homogéneas, no agregar directamente el producto en seco a la olla ya cargada de concreto para prevenir la formación de gránulos que impidan su esparcimiento completo en la mezcla.



Foto: Archivo CyT.

Cabe decir que existen productos especialmente formulados para cumplir las variaciones del proyecto y de las condiciones de temperatura. Para cumplir con las prácticas modernas del concreto, que incorporan a la mezcla ciertas adiciones tales como cenizas volantes (fly ash) y escoria, teniendo este producto poco a ningún efecto en el tiempo de fraguado. También concretos ricos en cemento donde se requiera un fraguado normal o ligeramente retardado. Para aquellos proyectos donde se requiera un retardo debido a las temperaturas ambientales o a prolongados tiempos de entrega.

Sistemas de impermeabilización

El proceso de instalación debe estar a la par de los avances de la tecnología en materiales y sistemas. Estos productos manufacturados no producen filtraciones; es, más bien, el detallado inapropiado o la falta de él en integrar productos en una estructura es lo que causa el problema. Los fabricantes de impermeabilizantes también deben proporcionar información sobre los detalles correctos para las transiciones y los métodos de

aplicación usados para incorporar sus materiales en una construcción específica. Finalmente, deben promoverse las pruebas para asegurar el ciclo de vida más efectivo de estos componentes de transición, que con frecuencia son la fuente inicial de infiltraciones de agua y daño estructural. ¿De qué sirve un tiempo de vida de 10 años para una membrana impermeabilizante cuando el detallado de la transición entre él y los sistemas adjuntos durará solamente 5 años?

Todos los contratistas de fachadas exteriores, desde el albañil que está instalando botaguas hasta el electricista que está instalando la luz exterior, requieren de las habilidades para aplicar impermeabilizantes. Todos los trabajadores deben de tomar consciencia de los requisitos de impermeabilización y su papel en mantener la eficacia de la hermeticidad al agua de la construcción que se esté realizando. **C**

Referencias

- Michael T. Kubal, *Impermeabilizando la envoltura del edificio*, 2006.
- Sebastián Cichello (Prokrete), *La impermeabilización del futuro*, Asociación Argentina del Hormigón Preparado, abril de 2007.



Foto: Archivo CyT.



En estas obras, se ha cuidado el aspecto estético sin sacrificar la resistencia de los elementos estructurales, poniendo especial atención en el acabado y la textura del concreto.

Nuevas estructuras para la vialidad urbana

En un momento en que la Ciudad de México se encuentra en pleno auge constructivo, qué mejor que este texto del arq. Álvarez Ordóñez sobre las vialidades hacia 1974; obras que, en la actualidad, son columnas vertebrales de la misma capital.

Acerca del autor

Uno de los más importantes arquitectos de México es, sin lugar a dudas, Don Joaquín Álvarez Ordóñez, quien no sólo fuera responsable en la década de los setenta de la Dirección General de Obras Públicas del entonces Departamento del Distrito Federal, sino también autor de obras como el restaurante Los manantiales, en Xochimilco, DF y recientemente, director del proyecto de rescate de las obras que hiciera Luis Barragán en Las Arboledas. La labor de Álvarez Ordóñez, como arquitecto, urbanista, funcionario y maestro es reconocida por muchas generaciones en la actualidad.

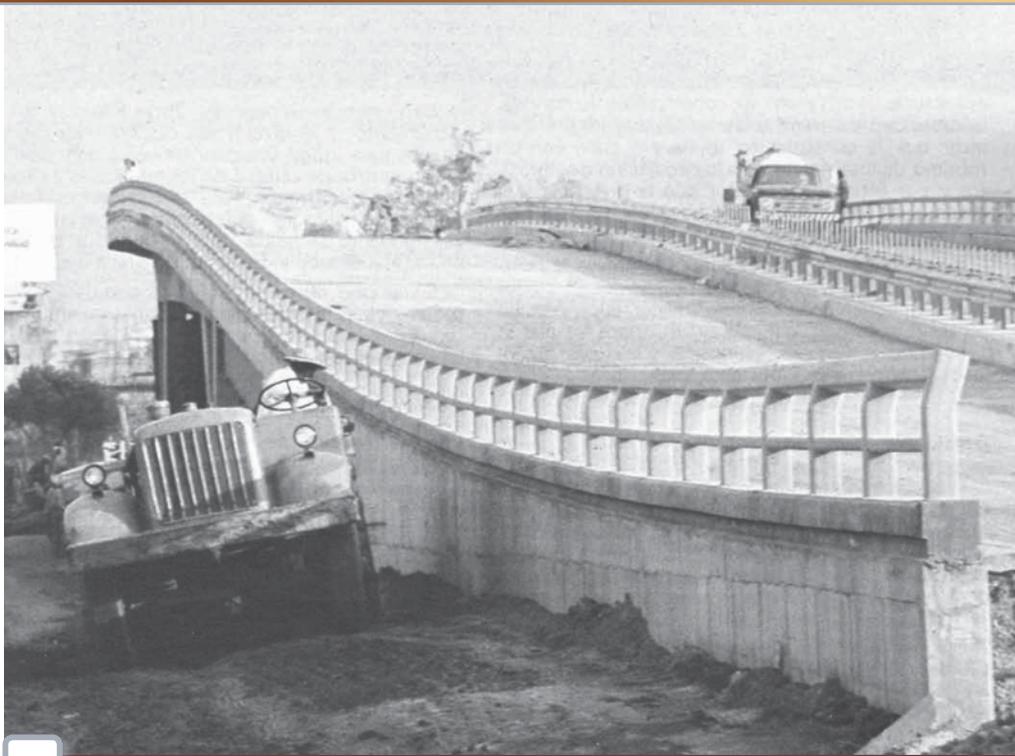
Joaquín Álvarez Ordóñez

Fotos: Archivo CyT.

Entre la gran diversidad de problemas que afectan el carácter del individuo ciudadano se halla el del tránsito. Éste es, acaso, el más serio y de resultados funestos. El movimiento constante de individuos y vehículos, la necesidad de transportarse de un lugar a otro y de realizar sus diversas actividades, en el menor tiempo posible, con gasto mínimo de energía y dinero, constituye actualmente una obsesión. La presidencia ha contraído un compromiso formal con todos los mexicanos: enfrentarse a los problemas, enfocarlos con realismo y buscar soluciones que vayan más allá de la cómoda superficialidad y del apremiante presente. Por su parte, el Departamento del Distrito Federal realiza un programa de construcción de obras viales dado dentro de los lineamientos fijados por la presente administración y que tiene por objeto contribuir a la solución del grave problema mencionado, a través de la estructuración del sistema vial básico del área urbana.

La obra emprendida canalizará por medio de vías rápidas de circulación continua, un importante porcentaje del tránsito de vehículos que actualmente efectúa recorridos lentos por calles angostas y avenidas congestionadas. Esta situación se refleja en elevados costos para la comunidad, en pérdidas de tiempo, combustible, así como en un mayor índice de accidentes y contaminación.

El programa de obras se concentra en la construcción del "Circuito interior", vía rápida con 39 kilómetros de longitud y diez carriles de circulación que rodea



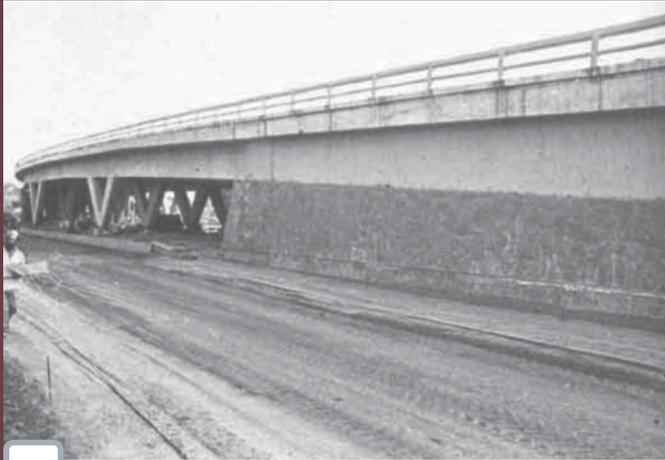
La obra emprendida canalizará por vías rápidas un importante porcentaje del tránsito.

la zona de máxima densidad de actividades. Este circuito sigue en buena parte un recorrido que ha permitido proyectar esta obra con un mínimo de adquisiciones de derecho de vía y sin alterar las estructuras urbanas ya construidas. Integrará a más de cuarenta avenidas radiales existentes. Las intercomunicará fuera del área central. Todas sus intersecciones serán a desnivel, y así se resolverá el problema de los cruces. Asimismo, en el noroeste del Distrito Federal, se construyen dos nuevas vías radiales de circulación continua y sección dividida: las avenidas Río San Joaquín, y Parque Vía mejorarán la circulación en esta área de rápido crecimiento, la cual incluye zonas cercanas al Estado de México, pero que forman parte del área metropolitana. Para estas vías se llevan a cabo —en forma coordinada con el gobierno de esa entidad fe-

derativa— los proyectos de vialidad para enlazar estas avenidas con el Boulevard Manuel Ávila Camacho (primer tramo de la autopista México-Querétaro). La realización de todas estas obras da lugar a la construcción de 50 soluciones a desnivel, así como de más de 8 kilómetros de viaducto elevado continuo. Éste se lleva a cabo en la zona surponiente, en la que no existen ex-cauces de dos aprove-



Aspecto de los apoyos en un sector del Circuito interior.



Todas las intersecciones del Circuito interior en las avenidas existentes, serán a desnivel.



La capacidad del Circuito interior será de 11,000 vehículos por hora en los 6 carriles de alta velocidad.

chables. Con el mismo criterio de evitar posibles alteraciones a la planificación urbana ya establecida, el viaducto elevado que se proyecta a lo largo de las avenidas Revolución y Patriotismo, deja libre el paso de las calles de servicio local, residencial y comercial en las zonas de Tacubaya, San Pedro de los Pinos y Mixcoac que se singularizan por su urbanización sistematizada.

Dieciocho meses después de haberse puesto en marcha el programa se hallan concluidos los estudios de tránsito; el proyecto geométrico del conjunto está terminado; los proyectos detallados estructurales y de construcción están concluidos casi por completo. Por lo que respecta a las obras, se ha puesto en servicio un distribuidor a desnivel en el paso Tlalpan-Taxqueña y se hallan en construcción (hacia diciembre de 1973) quince soluciones a desnivel en zonas como las de avenida Río San Joaquín; Parque Vía; en el Tramo San Cosme-Viaducto Miguel Alemán oriente y en el tramo Universidad-La Viga.

Las restantes soluciones a desnivel serán iniciadas en breve, y en forma tal que si se tienen los recursos necesarios todas quedarán terminadas en 1976. Cada una de ellas da lugar a diversos problemas de proyecto: topografía, cimentación, estructura, construcción así como de coordinación con los numerosos organismos y agencias públicas que tienen a su cargo las diferentes instalaciones y redes de servicios públicos, y de indispensable consideración en estas obras urbanas. La multiplicidad de actividades por emprender; la diversidad de técnicas y especialidades profesionales requerida y el gran número de empresas constructoras encargadas de realizar las obras, han hecho indispensable emprender la unificación y racionalización de normas y procedimientos. Con ello se logra el cumplimiento oportuno del programa y un alto nivel de confiabilidad.

Ingeniería de tránsito

Para analizar cada caso se partió de generalidades y se estudió cada una

de las soluciones a desnivel, así como el volumen probable de tránsito de las trayectorias necesarias objeto del proyecto geométrico de cada intersección. En este sentido, cabe señalar que la capacidad del Circuito interior será de 11,000 vehículos por hora en los seis carriles de alta velocidad, además de 3,000 vehículos por hora en los carriles de tránsito lento.

Diseño y cálculo estructural

El tipo de estructura elegido en cada caso depende –primordialmente– de las particularidades del subsuelo. Éstas limitan las alturas de los terraplenes, para evitar hundimientos fuertes y obligan a estructurar no sólo el cruce en sí, sino las partes adyacentes.

Se han establecido dos grupos fundamentales de estructuras:

- 1) Continuas en las zonas de baja compresibilidad en donde no se registran asentamientos apreciables.
- 2) Estructuras isostáticas en las zonas de alta compresibilidad y de

transición, en que pueden registrarse asentamientos diferenciales en los apoyos.

La elección de los claros está condicionada por las particularidades del crucero, aunque en principio, se consideran claros adyacentes del orden de treinta metros, lo que reduce los problemas de cimentación y permite disponer de áreas adicionales para el estacionamiento de vehículos en la parte baja de la construcción.

Los anteproyectos y anteproyectos detallados se fundan en la elección del sistema estructural y del material predominante más adecuado a la obra: concreto reforzado, acero, concreto presforzado o postensado. Las decisiones toman en cuenta –entre otros factores– el tiempo necesario para la construcción; las interrupciones a la circulación de vehículos durante las obras; la disponibilidad de mano de obra calificada y de materiales de construcción. Todo ello para satisfacer los requerimientos del proyecto geométrico a un costo mínimo.

Las condiciones de carga de las estructuras, cargas móviles e importantes efectos sísmicos determinan junto con las técnicas de construcción implantadas con mayor frecuencia en México, las normas y especificaciones en las que se fundan el cálculo y el diseño estructurales. Cabe decir que los proyectos de construcción

elaborados cubren más de las tres cuartas partes del total previsto. Una vez elegidos los sistemas de cimentación y de estructura, las soluciones viales para la construcción se clasifican como sigue:

La mayor parte de las estructuras se apoyarán sobre pilotes de concreto precolados de punta 0 de fricción, con excepción del distribuidor de avenida Río San Joaquín y Mariano Escobedo (Glorieta de Los Hongos) y del Viaducto continuo Revolución-Patriotismo que se apoyarán sobre pilas coladas en el lugar de la obra.

Estructura

a) Concreto reforzado, colado en sitio.

b) Apoyos de concreto reforzado, colados en sitio. Trabes principales, nervaduras y losas coladas en obra y postensadas.

c) Apoyos de concreto reforzado y superestructuras de acero. Solución empleada en los casos en que la especial disposición de calles y avenidas, cruces con vías de ferrocarril y estructuras viales existentes requieran salvarse con claros libres, con longitud de 45 a 70 m.

d) Pasos a desnivel subterráneos que exijan la construcción de túneles con cajón de concreto reforzado. Este proyecto se ha adoptado especialmente en aquellos puntos en los que la construc-

ción de estructuras elevadas no sea conveniente desde el punto de vista urbanístico; el caso del cruce del Paseo de la Reforma y de las áreas cercanas al Aeropuerto Internacional.

e) Independientemente de lo anterior, se ha puesto especial atención al proyecto del viaducto elevado que contendrá los carriles de alta velocidad del Circuito interior, en su tramo sur-poniente, a lo largo de las avenidas Revolución y Patriotismo.

Las condiciones impuestas por el diseño de las estructuras incluyeron: el conservar en lo posible, la capacidad de tránsito de ambas avenidas; el permitir que la construcción se lleve a cabo con un mínimo de interrupciones a la circulación de vehículos, y por último, el asegurar que la presencia y el aspecto de las estructuras no vayan en demérito de los valores urbanísticos existentes.

La solución estructural adoptada, contempla la construcción de apoyos y trabes principales formadas por elementos precolados y presforzados con un espaciamiento promedio de 30 m, sobre los que se apoyan las nervaduras secundarias y las losas, los precolados, presforzados, y postensados. ©

Nota: Este artículo apareció en la Revista IMCYC, de enero-febrero de 1974. Se tuvo que editar con fines de adecuarlo al espacio editorial existente.



El programa de obras se concentra en la construcción del Circuito interior, de 39 kilómetros de longitud y 10 carriles de circulación.

Conferencia **magistral** en Tabasco

Villahermosa fue la ciudad donde se dio un importante acto de celebración de los 50 años del IMCYC. He aquí la crónica del evento.

La industria de la construcción dispone de herramientas científicas y tecnológicas para construir prácticamente todo lo que el hombre pueda imaginar. Al concreto se le reconoce ya como el material idóneo para la construcción del siglo XXI", lo anterior lo afirmó el director general del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC, ing. Daniel Dámazo Juárez, al dirigirse a los participantes en el acto de celebración del 50 Aniversario del IMCYC

efectuado el pasado 23 de abril del presente año, en el auditorio Leandro Rovirosa Wade, de la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, delegación Tabasco, en la ciudad de Villahermosa, capital de ese estado del sureste mexicano.

Ante un auditorio lleno a su capacidad, con más de doscientas personas, entre empresarios, profesionales y técnicos de la construcción, funcionarios públicos estatales y municipales, académicos y estudiantes, el ingeniero Dámazo agradeció a los

organizadores por las facilidades prestadas y a los presentes por su valiosa presencia. El evento contó con la organización y concurso de la cúpula de la construcción del estado de Tabasco: La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción, delegación Tabasco, encabezada por su Presidente el ing. José Luis Yáñez Burelo, institución anfitriona; el gobierno del estado representado por la arq. Yvonne Calzada Prats, subsecretaria de Obras Públicas del Gobierno del Estado; la rectora de la Universidad Juárez Autónoma de



De izquierda a derecha: Dr. en Arq. Roberto Ocaña Leyva, Arq. Jorge Luis Nájera Tavira, Ing. José Luis Yáñez Burelo, Ing. Daniel Dámazo Juárez, Arq. Yvonne Calzada Prats, Ing. Benjamín Granados, Ing. José Ventura Priego Madrigal, MA Candita Victoria Gil Jiménez e Ing. Luis M. Dzib Cambranis.



Ing. José Luis Yáñez Burelo Presidente de la CMIC.

en la medida en que conozcamos, nosotros y nuestros técnicos, los materiales y las nuevas tecnologías y formas de construcción podremos mejorar nuestra productividad y competitividad". Y precisamente en ese sentido es que trabaja el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, que tiene como misión principal el promover el mejor uso de estos materiales. Por eso es que sin ninguna duda, la Cámara Mexicana de la Industria de la

Tabasco, MA Candita Victoria Gil Jiménez; el Colegio de Arquitectos Tabasqueños, representado por su presidente, arq. Jorge Luis Nájera Tavira; el Colegio de Ingenieros Civiles de Tabasco, representado por su presidente, ing. José Ventura Priego Madrigal; el gobierno del municipio de Centro, representado por el director de Obras, Asentamientos y Servicios Municipales, dr. en arq. Roberto Ocaña Leyva. Destacó de forma especial la presencia del representante de Holcim-Aspasco, el ing. Luis M. Dzib Cambranis, empresa asociada al IMCYC que fungió como anfitriona en el estado de Tabasco así como del ingeniero Benjamín Granados, subdirector de Construcción de la Comisión Federal de Electricidad y del ing. Ricardo Marín, Gerente de ANIPPAC.

En su calidad de anfitrión del acto, el ing. Yáñez Burelo, Presidente de la CMIC, dio la bienvenida a los participantes expresando: "Como miembros del sector de la construcción sabemos que el cemento y el concreto son dos de los materiales básicos para la realización de nuestros proyectos. Sabemos que las nuevas tecnologías desarrolladas nos ofrecen posibilidades y opciones de construcción que hasta hace algunos años no teníamos. Sabemos también que



El auditorio lució lleno a su capacidad.



Ing. Benjamín Granados hace entrega del Reconocimiento IMCYC.



Ing. Daniel Dámazo, Director General del IMCYC.

Construcción, y los demás organizadores de este evento apoyamos la labor del IMCYC, seguros de que en el cumplimiento de su misión, el instituto ayudara a mejorar la construcción con concreto que todos nosotros realizamos". En su momento, también dio una noticia trascendental para los miembros del sector de la construcción del estado: "Ingeniero Dámazo, con este evento retomamos nuestro trabajo conjunto IMCYC y CMIC Tabasco por mejorar la cultura del uso del cemento y del concreto en nuestro estado. Si me lo permite ingeniero, les aviso a todos los presentes que a partir del día de hoy podrán obtener aquí en la Cámara todos los libros del Fondo Editorial del instituto y paulatinamente iremos incorporando los demás productos y servicios del IMCYC en el estado, contribuyendo con el plan del instituto de acercarse con estudiantes, técnicos y profesionales de la construcción de tabasco".



Como uno de los temas principales de la agenda se presentó la Conferencia Magistral "Infraestructura Hidroeléctrica", dictada por el dr. Humberto Marengo Mogollon, Coordinador de Proyectos Hidroeléctricos de la Comisión Federal de Electricidad, sin duda uno de los grandes especialistas en la materia en México y el mundo, quien habló de las grandes obras de infraestructura hidroeléctrica que se construyen en el país, dando a conocer a los presentes los principales detalles técnicos de las diversas obras. Asimismo, previa venia de los asistentes, explicó detalladamente las condiciones que prevalecieron en el problema del Tapón del río Grijalva; las difíciles decisiones que se tuvieron que tomar en su momento, por los altos riesgos que existían; los trabajos desarrollados y los resultados alcanzados. Dio a conocer también los trabajos que se realizan actualmente para mejorar las condiciones de la región. Cabe decir que resultó de lo más interesante para los asistentes la plática del doctor Marengo, quien además de dominar el tema como ninguno, con excepción del ing. Benjamín Granados, también presente como miembro del *presidium*, hizo de su ponencia una charla de lo más amena.

Por su parte, como representante de la Asociación Nacional de Industriales del Preesfuerzo y la Prefabricación, ANIPPAC, el ing. Raúl Martínez, hizo una presentación plena de datos valiosos, sobre las diversas posibilidades que ofrece ahora el preesfuerzo y la prefabricación para la construcción de puentes. Aunado a esto, mostró una gran cantidad de ejemplos de la práctica exitosa del empleo de los prefabricados en distintas ciudades, bajo diversas condiciones.

Parte importante de la celebración fue la entrega de reco-

1. Ing. Raúl Rodolfo Aréchiga Guajardo.
2. C. Jaime Merodio Cáliz.
3. Ing. Gustavo Carrera Falcón.
4. Arq. Agustín Centurión Hidalgo.
5. Ing. Heriberto de Dios González.
6. Ing. Sergio Elizondo Díaz.
7. Ing. Gerardo García Linares.
8. Ing. Juan José González Rivera.
9. Ing. José Darwin Hernández Martínez.

nocimientos por parte del IMCYC. El ing. Dámazo se expresó así al respecto: "Con motivo de su 50 aniversario, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto ha instituido un reconocimiento público dirigido a los profesionales de la construcción que mas se han destacado por sus aportaciones al desarrollo de la industria del cemento, del concreto y de la construcción en el país. El día de hoy, en este acto, estamos iniciando la entrega nacional de estos reconocimientos aquí en Tabasco, y a lo largo del año continuaremos en otros estados de la República y en la Ciudad de México. La determinación de los colegas a quienes se hará entrega de este reconocimiento, no hubiera sido posible sin el concurso y consejo de las instituciones organizadoras de este evento. Mucho se los agradecemos, porque de esa forma los reconocimientos adquieren mayor valor", comentó nuestro director.

Asimismo, señaló: "Este icono emblemático que estaremos entregando como reconocimiento a nuestros colegas más destacados, fue un símbolo del inicio de una nueva era para la cultura maya. Lo elegimos como emblema en el IMCYC porque consideramos que la industria de la construcción inicia una nueva etapa de mayor valor para mejorar la competitividad del país". A continuación se fueron nombrando los profesionales a quienes se entregó el reconocimiento IMCYC de manos de todos los miembros del *presidium*.

Para concluir el evento el ing. José Ventura Priego, Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles dio su mensaje felicitando en primera instancia al doctor Marengo por su brillante exposición, comentando que después de 30 años se le tiene otra vez en Tabasco. Asimismo,

breve y brillante exposición de los alcances del trabajo del IMCYC en estos 50 años y lo felicitó con las palabras siguientes: "Vaya pues un reconocimiento a su destacada labor dentro de la industria del concreto y una muy sincera felicitación por tan importantes logros obtenidos".

recordó el paso del doctor en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. A continuación, hizo una



Ing. José Ventura Priego, Presidente del Colegio de Ingenieros Civiles.



El Ing. Daniel Dámazo hace entrega del Reconocimiento IMCYC.

Servicios con sentido

Gregorio B. Mendoza

**Fotos: Cortesía Exterior Garden
de México (Francisco Lubbert).**

ambiental

El Parque Fundidora es visitado anualmente por más de un millón de personas, entre ellos se incluyen vecinos del sitio, grupos diversos de deportistas, asistentes a eventos temporales de fin de semana y actividades que concentran en sólo un día hasta 100 mil visitantes.

Hoy el parque ha sido adoptado y pertenece a la ciudad. Tomando como base los elementos urbanos y de equipamiento preexistentes desarrollados en varios períodos desde el año 1988, así como en ocasión de ser designado como sede del Forum Universal de las Culturas Monterrey 2007, el Plan Maestro Parque Fundidora ha cumplido diversas metas establecidas hace poco más de cuatro años.

Fernando López Martínez, arquitecto por la Universidad Autónoma de Nuevo León, miembro de número de la Academia Nacional de Arquitectura, Capítulo Monterrey y director del despacho López Martínez Arquitectos señala que "a partir de una lectura de las actividades y experiencias extraídas de la vida misma del parque, se detectaron necesidades tales como: establecer nuevos elementos de enlace entre el parque y la ciudad, mejorar la identidad o claridad de sus accesos, incrementar la oferta de actividades y tiempo de estancia; incorporar al interior elementos de enlace entre las edificaciones e instituciones recreativas y culturales; crear nuevas áreas de encuentro y de eventos temporales; dotar al parque de un sistema integrado de recorridos, servicios y paseos que incrementen su conocimiento y disfrute, así como de elementos que actúen como herramientas de ubicación y orientación al visitante".

Con este espíritu y la notable transformación del área metropolitana de la Ciudad de Monterrey surgieron proyectos paralelos de carácter público o privado en los cuales el Gobierno del Estado ha generado las condiciones propicias para detonar este enriquecimiento urbano con obras emblemáticas



que incrementen su atracción, con la finalidad de estimular la ejecución de proyectos privados como centros comerciales, edificios de oficinas y desarrollos verticales de vivienda, con resultados ya palpables en algunas áreas cercanas al centro de la ciudad.

Basado en esto el arquitecto Eduardo Flores, especialista en arquitectura del paisaje comenta que, "a pesar de que las instancias de Desarrollo Urbano y de Obras Públicas se preocupan por desarrollar vialidades, proponer pares viales y ejecutar obras de infraestructura urbana el parque vehicular crece y lo hace sin cesar. La flota vehicular –continúa– supera año con año, incluso la construcción de calles, avenidas y pasos a desnivel. De esta forma el área metropolitana de Monterrey se extiende y devora terrenos por doquier. El transporte público ofrece soluciones parciales a las necesidades de traslado de la población, y los ciudadanos en forma individual, buscan cubrir esas

necesidades particulares de traslado comprando vehículos de todo tipo, especialmente usados o importados que se vuelven potenciales contaminantes del entorno regiomontano". Por ello, los estacionamientos que, en los inicios de este movimiento descontrolado de vehículos, eran los cajones paralelos a las banquetas, se convirtieron en la adaptación de terrenos baldíos, hasta que se propusieron soluciones funcionales y estéticas de estacionamiento con varios niveles, rampas bien especificadas, sistemas de acceso y cobro automatizado, escaleras y elevadores, sistemas de seguridad, fachadas armónicas, etc. Así nace el estacionamiento norte del Parque Fundidora.

Un concepto diferente

Se diseñó un edificio de estacionamientos que diera cabida a 2,700 vehículos en una superficie de construcción de más de 65,000 m² como parte de las facilidades

del Parque Fundidora I y II, CINTERMEX, Arena Monterrey, y los tres museos centrales, así como a los sitios perimetrales de gran afluencia de la zona, en un predio regenerado de casi 2 hectáreas propiedad del Parque Fundidora, lo que antes fuera el predio industrial "Peñoles".

A la benéfica construcción de este edificio de servicios se debe de sumar un puente peatonal que conecta la explanada y motor lobby del estacionamiento con el acceso número 1 del parque y la avenida Fundidora, en dónde se encuentra la mayor demanda por los diversos foros de gran conectividad peato-

nal y vehicular. El estacionamiento se conforma de dos cuerpos idénticos, cada uno de cinco niveles considerando planta baja (nivel de acceso) y azotea, con un núcleo de cuatro rampas entre los dos cuerpos que les da servicio a éstos. Además se contempló un diseño que eficientara los tiempos de entrada y desalojo del edificio, ya que principalmente da servicio al público que visita eventos másivos.

Datos de interés

Nombre de la obra: Estacionamiento Norte Parque Fundidora.

Ubicación: Monterrey, Nuevo León.

Cliente: Parque Fundidora.

Proyecto: Exterior Garden de México.

Constructora: PACSA.

Gerencia de obra: GEM gerencia.

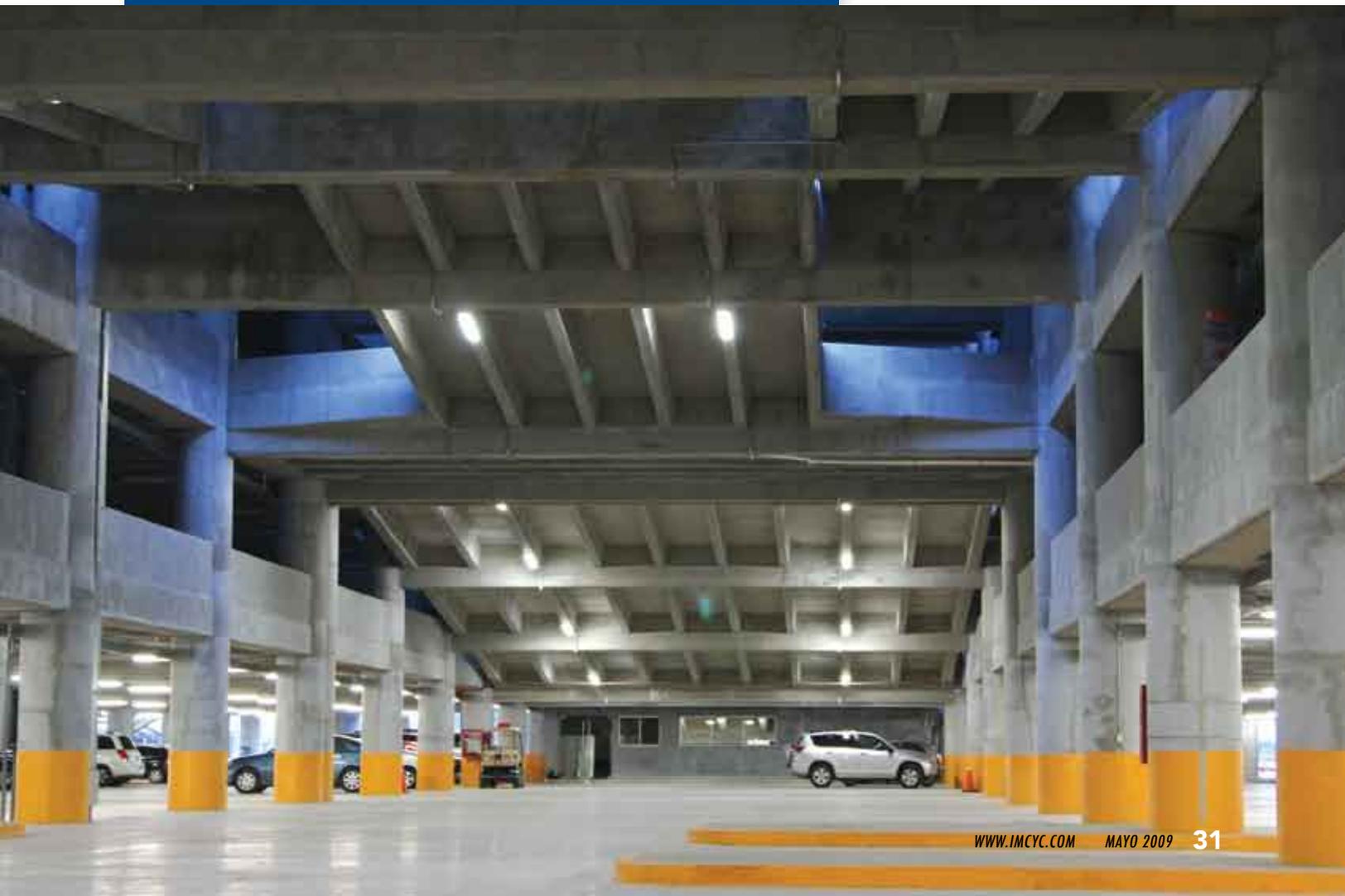
Área construida: 66,000 m² aproximadamente.

Concreto: $f'_c = a 300 \text{ kg/cm}^2$.

Volumen utilizado: 25,700 m³.

Concreto y algo más

Entre las características que lo hacen destacar se encuentra el sistema de control automatizado de accesos con ocho salidas e igual número de entradas, las cuales en "horas pico", pueden convertirse



en 16 salidas o entradas, con una gran eficiencia comprobada; núcleos de escaleras de servicio internas y de emergencia externas; elevadores con capacidad para 15 personas; sistema contra incendio a base de gabinetes con mangueras; sistema eléctrico con subestación tipo pedestal; iluminación con lámparas de aditivos metálicos y sobretodo un sistema estructural en el que el concreto y la sustentabilidad juegan un papel importante.

En entrevista para CyT los proyectistas de Exterior Garden de México, con sede en Monterrey explican que, "el estacionamiento es uno de los múltiples proyectos que surgieron de un plan global que tuvo como objetivo la inte-

gración de la Macroplaza con el Parque Fundidora a través del Paseo Santa Lucía –el cual también proyectamos–, por lo que surgió la necesidad de crear un estacionamiento centralizado que diera servicio tanto al parque como a los centros de espectáculos, exposiciones y en un futuro cercano a la torre más alta de Monterrey "Centro de gobierno plaza cívica", donde estarán ubicadas 22 dependencias de gobierno con atención ciudadana, la cual ya está en construcción en el predio frente al estacionamiento".

Dentro de esta previsión de integración urbanística, el gobierno estatal realizó un total de 13 nuevas vialidades que se agregaron a la zona que comprende desde la

explanada del Palacio de Gobierno hasta el Parque Fundidora para facilitar la circulación en la zona, de esta manera el Complejo Vial Fundidora con todos sus movimientos vehiculares cuenta con el par vial que forman las calles Washington y Aramberri, conectándose mediante una gaza al norte con las avenidas Madero y Colón, y al sur hacia avenida Revolución.

Es un edificio ecológico –aseguran los encargados del proyecto– ya que por su sistema de fachada-jardineras crea una superficie vegetal que funciona como filtro de aire al tiempo que crea un ambiente fresco, sombreado y ventilado que permite el paso de la luz natural a las instalaciones. Este sistema de fachada tiene la inten-





ción de armonizar con el parque fundidora: al contar –a futuro– con áreas verdes en todos los niveles cubriendo el edificio de vegetación que se integrará respetuosamente a su entorno inmediato.

Toda la estructura: zapatas corridas, columnas y losas de concreto pre-esforzado fue realizada en base a un concreto especial, usando cemento puzolánico colado *in situ* con un $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ con acelerante de 48 hrs, en el cual se utilizó cimbra

métalica en los $25,700 \text{ m}^3$ instalados a lo largo del proceso constructivo que abarcó de septiembre del 2006 a septiembre del 2007. Recordemos que la puzolana es un ingrediente activo que forma un aglomerante con los productos liberados por la hidratación del cemento, de esta manera, durante la elaboración del concreto, actúa como agregado fino, lo que permite sustituir parte de arena por grava. El concreto obtenido es muy plástico y puede

trabajarse fácilmente por lo que requiere menos agua de lo que indica su apariencia. Como resultado se tienen acabados más tersos e impermeables, de mayor resistencia al ataque de sulfatos, reacción alcalina, agregado y lluvia ácida.

A cien años

“El estacionamiento, será pieza fundamental del funcionamiento de un gran centro cívico y de servicios públicos a la comunidad que se está edificando frente a este espacio”, así lo señaló José Natividad González Parás al inaugurar la obra. El edificio tuvo una inversión de 160 millones de pesos (mdp) y con él la derrama económica ha sido más que rentable. ©



La reconversión industrial

Dentro del mundo de la sustentabilidad, la vinculada a lo social, es quizás una de las más complejas de realizarse, dado que conlleva cientos de intereses internos y externos; sin embargo, cuando se realiza una reconversión industrial, indudablemente, se tocan forzosamente parámetros sociales.

Gabriela Celis Navarro

En México, la reconversión industrial se encuentra enmarcada en un programa que busca el desarrollo y la transformación física y tecnológica de los diferentes sectores industriales; todo con miras a contar con mejores niveles de competitividad. Actualizarse en materia ambiental, tecnológica y energética, a través de financiamientos, actualizaciones y demás estímulos debe ser una de las prioridades a seguir para poder verdaderamente crecer.

Gregorio Hernández Zamora, quien hace una reseña del libro *¿México, desindustrialización o reconversión?*, de Enrique de la Garza Toledo, señala que "actualmente, se afirma que la superación de la crisis y el progreso futuro del país descansan casi por entero en la reconversión industrial, condi-

ción necesaria para la inserción de México en la nueva economía internacional (globalizada y competitiva)". Sin duda alguna, la reconversión física y tecnológica, es la piedra de toque para lograr la competitividad internacional que México requiere.

Ejemplos físicos

En muchas partes del mundo son numerosos los complejos fabriles que por diversos motivos, dejaron de cumplir sus funciones en el siglo XX. Son ruinas significativas, muchas proyectadas por arquitectos o ingenieros de gran renombre que, de una forma u otra, son parte del valioso patrimonio de un pueblo por lo que su misma ruina, significa una pérdida valiosa a la identidad del lugar donde se encuentren. Muchas de estas obras, antaño construidas

Foto: upload.wikimedia.org.

Muchas estructuras hechas en concreto, y en otros materiales como acero, madera y ladrillo, esperan ser reconocidas por su valor industrial, para funcionar nuevamente, quizás, bajo otros usos, pero guardando la calidad con la que fueron creadas, como esta torres utilizada en sus orígenes para fabricar papel.



en acero o en ladrillo –materiales usados en ese mismo *boom* de la industrialización– son cambiados por el concreto en algunos casos, dadas las bondades estructurales y estéticas.

Afortunadamente, de unos años a la fecha, se ha comenzado un proceso de preservación y recuperación de ese tipo de patrimonio arquitectónico, sobre todo en Europa, el cual va acorde con las nuevas necesidades de la población que requiere de bibliotecas, museos, centros cívicos, oficinas administrativas, etcétera. Todos

bajo una nueva visión acorde en muchos casos a los parámetros sustentables de hoy en día.

En España, por ejemplo, existen varios ejemplos de reconversión industrial como: la Fábrica de Sucre, en Vic, que fue convertida en edificio administrativo y de servicios; el Vapor de Escapçat, en Sabadell, que es ahora un centro escolar, o la impresionante fábrica de Can Casaramona, en Barcelona, que hoy es el Museo Central de la Fundación La Caixa, o la misma Fundación Tapies, que se encuentra en lo que fueran los viejos

talleres de la Editorial Montaner y Simón. Todas las obras anteriormente mencionadas fueron enormes complejos industriales que hoy, bajo otra perspectiva, siguen funcionando mirando al presente y al futuro, no obstante que en algún momento se les pudo considerar anacrónicas.

El interesante ejemplo arriba mencionado de la fábrica de Sucre, construida en el siglo XIX y que dejó de funcionar en 1950 es digno de ser recordado ya que, desde el año que dejó de funcionar y hasta 1990 vivió un proceso de



Foto: www.refidomsa.com.do

Tarde o temprano, la reconversión industrial es necesaria si queremos contar con un país que sepa incorporar su pasado hacia el futuro; sabiendo usar lo ya existente y mejorarlo para un mayor desarrollo.

Lo que dice la TICCIH

Algunas de las consideraciones de la TICCIH señalan que:

I. La conservación del patrimonio industrial depende de la preservación de la integridad funcional, y las intervenciones en un sitio industrial deben, por tanto, estar enfocadas a mantener su integridad funcional tanto como sea posible. El valor y la autenticidad de un sitio industrial pueden verse enormemente reducidos si se extrae la maquinaria o los componentes, o si se destruye los elementos secundarios que forman parte del conjunto de un sitio.

II. La conservación de sitios industriales requiere un profundo conocimiento del propósito o los propósitos por lo que se construyó. III. La preservación *in situ* debe considerarse siempre como prioritaria. Desmantelar y reubicar un edificio o una estructura sólo es aceptable cuando es preciso destruir el sitio por imperiosas necesidades sociales o económicas.

IV. La adaptación de un sitio industrial a un nuevo como forma de asegurar su conservación suele ser aceptable, excepto en el caso de sitios de especial importancia histórica. Los nuevos usos deben respetar el material significativo y mantener los patrones originales de circulación y actividad, y debe ser tan compatible con el uso original o principal como sea posible.

V. Continuar adaptando y usando edificios industriales evita malgastar energía y contribuye al desarrollo sostenible. El patrimonio histórico puede tener un papel importante en la regeneración económica de áreas deterioradas o en declive. La continuidad que implica la reutilización puede proporcionar estabilidad psicológica a las comunidades que se enfrentan al repentino fin de una fuente de trabajo de muchos años.

VI. Las intervenciones deben ser reversibles y tener un impacto mínimo. Todo cambio inevitable debe ser documentado, y los elementos significativos que se eliminen deben ser registrados y almacenados de forma segura. Varios procesos industriales confieren un lustre que es integral a la integridad y al interés del sitio.

VII. La reconstrucción, o la vuelta a un estado conocido anterior, debe considerarse como una intervención excepcional que sólo es apropiada si beneficia a la integridad del sitio entero, o en caso de destrucción de un sitio mayor por violencia.

VIII. Las habilidades humanas involucradas en muchos procesos industriales antiguos u obsoletos son un recurso críticamente importante cuya pérdida puede ser irreparable.

IX. Debe promoverse la conservación de los registros documentales, los archivos de las empresas, los planes de construcción, así como las especies de muestra de productos industriales.

Fuente: www.ticcih.org

degradación que llevó a la ruina al complejo mostrando una estructura cuyas vigas de acero se hallaban completamente oxidadas mientras que sus pilares de fundición tenían graves grietas verticales. Una vez planteado el vaciado de las naves se comenzó el nuevo proyecto de adecuación que, entre otras cosas, elevó de tres a cinco niveles el edificio. Para la nueva estructura

se decidió usar losas aligeradas de concreto armado, con una malla de jácenas de refuerzo, embebidas y uniéndolos todos los pilares, tanto longitudinal como transversalmente. Hoy, es una obra que no obstante ser patrimonial, también respira modernidad, siendo un espacio útil para la sociedad, lo que la hace altamente sustentable. Este es tan sólo uno de los muchos

ejemplos internacionales de cómo el pasado fabril puede incluirse en nuestro presente y futuro a través de una reconversión idónea.

¿Qué es la arqueología industrial?

En 1955 Michael Rix utilizó por primera vez el término "Arqueología industrial" en la revista de la Universidad de Birmingham, en Inglaterra, y hacía referencia a que, se entiende como el estudio de los sitios, los métodos y la maquinaria utilizada por la industria. También se menciona que la arqueología industrial es la investigación científica del pasado industrial así como del territorio, sitios, edificios y artefactos vinculados a la industria. Un término muy parecido es el de "Patrimonio industrial". Para 1959, en Gran Bretaña el Consejo Británico de Arqueología creó un comité para esa especialidad, el cual está encargado de preservar monumentos industriales en el país. En 1971 surge la primera organización defensora de la arqueología industrial, en Nueva York y en 1979 surge, el Comité Internacional para la Conservación del Patrimonio Industrial (TICCIH, por sus siglas en inglés). La arqueología industrial—que entre otras cosas se vincula a la sustentabilidad social—, como disciplina, cuenta ya con más de 20 años de desarrollarse en México. En 2006 el TICCIH abre sus puertas en México, en Pachuca, Hidalgo, para promover y realizar actividades que ayuden al rescate, conservación, restauración, catalogación, protección y difusión del patrimonio industrial de México. Ejemplos como el Parque Fundidora de Monterrey, Nuevo León; el Museo Horno 3, en la misma localidad, el Archivo Histórico y el Museo de la Minerías AC, en Pachuca (donde están los

archivos históricos de la Compañía Minera Real del Monte) son dignos de aplauso. Cabe decir que uno de los pioneros en el tema de Patrimonio industrial es el doctor Jaime Litvak (1933-2006) investigador del INAH y de la UNAM que por mucho tiempo apoyó este tipo de proyectos.

Otros ejemplos de rescate de arquitectura industrial en nuestro país son, por ejemplo, La Casa de las Bombas, de la colonia Condesa, que fue restaurada y trasladada en 1987 a Tlalpan, para funcionar como Casa de la Cultura de esa delegación, así como la Fábrica de papel de Loreto y Peña Pobre, hoy Plaza Loreto.

No obstante los interesantes pasos que se están dando en materia de rescate y valoración del patrimonio industrial, en fechas recientes causó gran alboroto en la comunidad cultural la destrucción de la Fábrica Chrysler de México (ver: "La reciente demolición de la fábrica Chrysler de México", de María Bustamante, en *Anales del Instituto de Investigaciones Estéticas*, núm. 85, 2004) lo que demuestra que, para algunos, este tipo de espacios resultan obsoletos. Sobre este punto, la autora del artículo mencionado señala que: "En México hay una gran carencia de sensibilización hacia el tratamiento del patrimonio y más aún del industrial, el cual ha sido considerado más por su valor utilitario y productivo, que por su valor 'estético e histórico', tanto por parte de los dueños como de la misma sociedad. La carencia y la diversidad de criterios a la hora de plantear su conservación o derribo han dejado mucho que desear en la realización de verdaderos proyectos de reciclaje capaces de regenerar zonas enteras". Sin embargo, por otro lado, resulta interesante ver que obras como la



Foto: Cortesía Planta Bacardí.

Obras como la Planta Bacardí, gracias a los propios dueños, no son derribadas, sino, por el contrario, cuidadas como lo que son: Patrimonio de México.

Planta Bacardí, proyecto de Mies van der Rohe y con cascarones de Félix Candela, sigue en pie celosamente cuidada por sus dueños.

La autora antes mencionada también señala que: "En el caso de la Ciudad de México, el lanzamiento de megaproyectos, la promulgación de leyes, planes y programas, los polígonos de actuación en áreas factibles de renovación urbana, la revisión de nuevos usos e intensidades al suelo urbano no parecen

considerar hasta el momento la regeneración de zonas fabriles, por lo que deberán formularse planes de conservación adecuados para las áreas industriales. La participación del gobierno local debe tener mayor incidencia y dirección sobre el futuro crecimiento de la ciudad y de la región, y ejercer la de los ciudadanos en la toma de decisiones y la capacidad que éstos pueden tener en la definición del futuro uso de los espacios. ©



Foto: <http://photos1.blogger.com>

En algunas minas antiguas españolas se ha reconvertido la zona realizando, en concreto, interesantes parques temáticos con andadores en donde son dispuestos objetos del trabajo que antaño ahí se desarrollara.

Con la premisa de que es imprescindible la puesta en marcha de nuevos sistemas de transporte público, la Junta de Andalucía dio en 2006 bandera verde al proyecto con el cual tiene previsto garantizar un crecimiento ordenado en un entorno bien definido, mejorando de esta forma los estándares de calidad de vida de los ciudadanos de Málaga y las áreas metropolitanas de Andalucía.

Con la finalidad de diversificar la red de transporte público y facilitar nuevas conexiones en puntos clave, así como enfrentar al constante crecimiento de la población, la Junta de Andalucía decidió impulsar las políticas de infraestructura y los servicios del transporte con la puesta en marcha del proyecto Metro Málaga.

Francisco Ortiz-Monasterio S.

Fotos: Cortesías Metro Málaga.

Para moverse en Andalucía



La contrabóveda entre Martín Carpena y Molière.



El contexto

Ubicada al sur de la península Ibérica, la ciudad de Málaga, en España, pretende brindar a sus ciudadanos de un sistema de transporte público que les permita ampliar sus fronteras con servicios de calidad, disminuyendo el congestionamiento vial que actualmente se vive por el uso principalmente del transporte privado. En este sentido, el proyecto Metro Málaga, según sus planeadores, garantizará rapidez y puntualidad en los trayectos y reducirá los niveles de tráfico, favoreciendo la interconexión entre los distintos medios de transporte, al conectar las líneas del metro con la central de autobuses urbanos y el campus universitario.

Con una inversión total de 451.7 millones de euros, el proyecto destina cerca de 410.3 millones a infraestructura, superestructura, y otros 41.4 millones a material móvil. El inicio de las obras de esta mega construcción se dio el 7 de junio de 2006, luego de un intenso

trabajo de cuatro años de planeación, desarrollo y financiación.

¿Quiénes participan?

En conjunto con la Junta de Andalucía, la construcción de las dos líneas del Metro Málaga cuenta con la participación de capital privado a partir de un sistema de concesión. Esto a través de la empresa concesionaria Metro Málaga SA, encargada de la construcción de algunos de los tramos de las líneas uno y dos. Dicha concesión está conformada en un 25 por ciento por la Junta de Andalucía, y el restante 75 por ciento por la Unión Temporal de Empresas. Las dos líneas que conforman el Metro Málaga darán servicio a poco más de 17 millones de viajeros en el primer año de su funcionamiento, y al contar con un trazado en forma de "Y" irá del centro de la ciudad a las salidas a Cádiz y Teatinos.

En cuanto a longitud, la línea uno será de 9.8 kilómetros, compartiendo cuatro de ellos con la línea dos que cubrirá 6.7 kilómetros. Un

total de 20 estaciones cubrirán la ruta desde La Malagueta hasta Colegios Mayores y Martín Carpena.

De la seguridad y otros temas

Hablar del proyecto del Metro Málaga nos remite a señalar que durante la fase previa a la ejecución de las líneas uno y dos, se recopiló información referente a la seguridad de la obra, valorando aspectos geotécnicos de inspección de edificios aledaños, diseño de los túneles y la seguridad del sistema constructivo.

A decir de los proyectistas de Metro de Málaga, para los estudios geotécnicos, se realizaron una serie de catas y sondeos del terreno que permitieron la extracción de diferentes capas de tierra a distintas profundidades que fueron analizadas para determinar los niveles freáticos y su caudal. Sin duda alguna, el elemento importante a analizar fue también el de garantizar la seguridad de los edificios adyacentes a la obra. En definitiva, el diseño de esta magna obra representa un punto especial, pues se ha puesto énfasis en los márgenes de seguridad y se han puesto en práctica los más avanzados criterios en cuanto a accesibilidad, ergonomía, movilidad de flujos y visibilidad.

Cut & Cover

Hablar de los sistemas constructivos es hacer referencia al uso de los muros pantalla, a través de un proceso denominado Cut & Cover, el cual consiste básicamente en:

1. Realización de los muros pantalla.
2. Creación de la losa de cubierta del túnel.
3. Reposición de la red viaria por encima de la losa y eventual habilitación del tráfico.



Los trabajos de la línea 2 del metro han avanzado en cada uno de sus seis tramos. Con hitos como el del túnel del tramo Martín Carpena-Molière, y la devolución como espacio urbano de 225 metros en Héroe de Sostoa, entre Avenida de la Paloma y Juan XXIII.

4.- Excavación en mina por debajo de la losa de cubierta, quedando los muros pantalla apuntalados.

5.- Ejecución de trabajos de infraestructura del túnel y las estaciones.

Las autoridades encargadas del proyecto comentan que las estaciones han sido diseñadas con acceso directo desde la superficie a los andenes, utilizando ascensores y escaleras eléctricas, además de que contarán con sistemas de seguridad de última generación.

En cuanto a los sistemas de construcción, los proyectistas del Metro de Málaga decidieron hacer uso de los muros pantalla en lugar de la tuneladora, en algunos tramos, esto debido a las características del subsuelo.

Del concreto y sus propiedades

Hasta el momento según los reportes otorgados por los encargados del proyecto, se han utilizado en tan solo 3.7 kilómetros de la línea dos cerca de 225 mil metros cúbicos de concreto. En cuanto a las características del concreto utilizado en el Metro Málaga podemos ver lo siguiente:

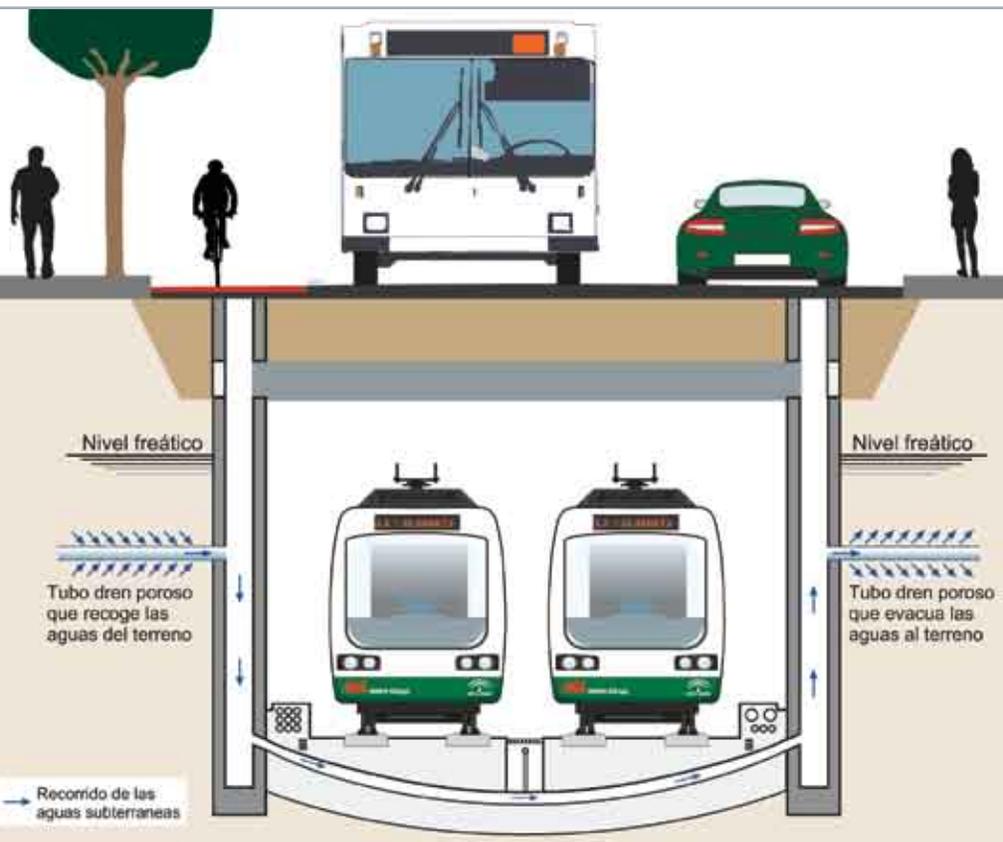
Características del concreto

Pantallas	HA-30/F/20-IIa+Qa
Pantallas	HA-30/F/20-IIa+Qb
Losa Cubierta	HA-30/B/20-IIa
Contrabóveda	HA-30/B/20-IIa+Qa
Contrabóveda	HA-30/B/20-IIa+Qb
Contrabóveda	HA-30/B/20-IIa+Qb-Sr
Losas Intermedias	HA-30/B/20-IIa
Otros Elementos de Estación (estampidores)	HA-30/B/20-IIa

Nota: En el caso de las Pantallas o las Contrabóvedas se elige según el ambiente al que se expongan.



Como se aprecia en la fotografía, la ciudadanía malagueña recupera en la Avenida de Velázquez un importante espacio urbano, bajo el cual discurrirá el metro.



Dicho proceso es controlado día a día y en tiempo real, disponiendo de puntos de medida y control, tanto en la superficie como en profundidad, permitiendo detectar milimétricamente posibles movimientos que pudieran suscitarse y de esta forma tomar las medidas oportunamente.

A la vanguardia tecnológica

El Metro de Málaga se ufana en ser uno de los más seguros, esto al implementar el sistema denomina-

do ATP, (Protección Automática del Tren), que consiste en un seguro y sistema automático cuya aplicación se realiza mediante el frenado. Con este sistema se consigue eliminar el error humano al detener el tren que rebasa la velocidad o distancia de seguridad permitida, impedir que el tren rebasa una señal en rojo e imposibilitar los alcances entre trenes.

Trabajando duro

Finalmente el proyecto Metro Málaga dio inicio a las obras en

el tramo Juan XXIII-RENFE, de la línea uno, abarcando un tramo de longitud ascendente de casi dos kilómetros y que contará con dos estaciones. Será en esta última estación la que se configure como el intercambiador central de transportes de Málaga, al concentrarse en el mismo emplazamiento el transbordo entre las dos líneas de metro, con los servicios ferroviarios y los metropolitanos de autobuses.

Proyectado a 35 meses, las obras se dividen en tres fases: los primeros trabajos consisten en la localización y desvío de los servicios afectados, para dar paso a la segunda etapa, que consiste, como ya se comentó, en la ejecución de los muros pantalla, delimitando longitudinalmente túneles, estaciones, construcción de la losa de cubierta. Finalmente, se dará paso a los trabajos subterráneos que consisten en la excavación entre pantallas y la realización de contrabóvedas y el montaje de las vías. Finalmente, y con el objetivo de afectar al mínimo la vida cotidiana de los ciudadanos durante las obras de las dos líneas del Metro Málaga, se estableció un decálogo de compromisos, destacando el que se garantizara el mismo número de paso de peatones en las calles en obra; los trabajos en superficie no serán superiores a 12 meses y se habilitarán en superficie equivalentes a la oferta de aparcamiento que sea eliminado durante las obras. Asimismo, garantizarán el acceso a los comercios y viviendas, así como el servicio de carga y descarga. Se mantendrán vías libres para el acceso de ambulancias, bomberos y servicios de emergencia. **c**



Gregorio B. Mendoza

Fotos: Cortesía CEMEX
(Javier Orozco).

Desde el inicio de la administración estatal del lic. José Natividad González Parás, uno de los proyectos estratégicos del Plan Estatal de Desarrollo de Nuevo León contempló el concretar una importante regeneración urbanística, que incluía la transformación del centro metropolitano de la ciudad a través de la recuperación de zonas deterioradas, la apertura de espacios verdes, nuevos espacios de esparcimiento para la ciudadanía, así como una revitalización urbana de alto valor agregado.

“Dentro de esa planeación, uno de los principales objetivos fue la reutilización y activación de los antiguos edificios de la Fundidora Monterrey que se encontraban en un estado de deterioro avanzado. Así nació uno de los principales proyectos del Parque Fundidora: la restauración y rescate del Alto Horno 3, cuyo significado histórico tan relevante para la ciudad, motivó la planeación de un recinto que sirve de motor del conocimiento para las nuevas generaciones a interesarse por el tema del desarrollo industrial, en particular del acero, desde la perspectiva de su historia, las nuevas técnicas y el futuro que se visualiza para esta industria”. Así lo afirma la arquitecta Juanita Barrientos Cavazos, Directora de Proyectos del Parque Fundidora.

Un monumento para la historia

El área que hoy ocupa el Parque Fundidora ha sido protagonista de la ciudad desde hace poco

Industrialmente norteño



La reconversión industrial, que conlleva entre otras acciones, el rescate de antiguos conjuntos fabriles, tiene en México uno de sus más grandes ejemplos con el Museo Horno 3, ubicado en el Parque Fundidora, de la ciudad de Monterrey, Nuevo León.

más de un siglo. Localizada en la periferia oriental, donde a finales del Siglo XIX los terrenos estuvieron ocupados en labores agrícolas, se funda y asienta con una inversión inicial de 10 millones de pesos la Compañía de Fierro y Acero de Monterrey el 5 de mayo de 1900. Un crecimiento constante por más de ocho décadas marcó la creciente demanda de servicios y la prosperidad regional hasta que en 1986 la empresa se declara en quiebra. Dos años más tarde, el Gobierno Federal decretó de utilidad pública la conservación y mejoramiento del área y se dio inicio a la construcción del Parque Fundidora a través de un fideicomiso promovido por el Gobierno del Estado de Nuevo León. Con ello iniciaría una nueva etapa que rescataría los conceptos ingleses sobre la conservación del patrimonio industrial.

Tales documentos reconocen que "el valor de los bienes muebles e inmuebles producto del periodo industrial expresan la relación hombre-tecnología, incidiendo en los cambios y transformaciones en los campos de la economía, tecnología, sociedad y política. Por lo tanto, en el cuidado del patrimonio cultural construido debe considerarse el significado de los términos preservación, conservación, restauración, adecuación y reutilización en un marco, en el cual, estas obras intervenidas, a pesar de tener destinos diferentes para los que fueron originalmente planeados, adquieran el compromiso de un análisis muy cauteloso en su transformación".

Dentro de ese argumento el Alto Horno No. 3, y su menaje inmediato de estufas, colectores de polvos, tuberías, armaduras y pasarelas, conforman una poderosa e icónica reliquia de la importante época de expansión industrial en Monterrey. A pesar de sólo tener algunas décadas de antigüedad,

El despacho

Sir Nicholas Grimshaw fue electo por la Real Academia en el año de 1994 y en el mismo año fue elegido como Miembro Honorario del Instituto Americano de Arquitectos (AIA). Fue condecorado Caballero por su Majestad la Reina Elizabeth II en 2002 y en 2004 fue electo Presidente para la Real Academia de las Artes. Su despacho con obras en todo el mundo y tres sedes (Londres, Melbourne y Nueva York), fue la primera firma de arquitectura en obtener la Norma ISO14001 el sistema estándar de gestión ambiental, a la fecha esta firma continúa utilizando su propio sistema de auditoría ambiental, EVA, el cuál le permite a su equipo mejorar el desempeño de los edificios construidos por la firma.

es un monumento muy apreciado y considerado como importante, histórica y culturalmente para la región, el cual, después del cierre de la planta acerera, tuvo un intenso período de limpieza y desmantelamiento en el sitio que permitió retirar toneladas de acero y otros metales, incluyendo tuberías, ductos, montantes estructurales, válvulas y otro tipo de elementos. Su transformación no parecía cercana, pero había quienes visualizaban un nuevo resplandor.

Reviviendo al gigante

La reconversión de un edificio existente para crear un recinto de vanguardia con vocación de divulgación científica, es el principal elemento que se aprecia en esta magnífica obra arquitectónica de clase mundial, intervenida con el objetivo de respetar y restaurar la imponente estructura industrial e integrarla de forma armónica a la arquitectura actual. Hoy, este trabajo ostenta ya diferentes reconocimientos nacionales e internacionales, entre ellos la declaración del INBA como "Monumento Artístico de la Nación"; dos premios Obras CEMEX en las categorías de Edificación sustentable y Congruencia en accesibilidad en su edición XVII; el International Illumination Design Award en 2008; ser finalista de la Bienal de Arquitectura de Quito



en la categoría de Intervención en el Patrimonio, así como el reciente Premio a la Excelencia en el Diseño por American Institute of Architects (AIA) en 2009.

La historia es la siguiente...

En el verano del año 2005, Grimshaw Architects fue comisionado para diseñar el Museo del Acero Horno 3 y todo el complejo del edificio alrededor del mismo. A esta iniciativa se sumaría el anuncio oficial que nombraría a Monterrey sede del Forum Universal del las Culturas en el año 2007, en el evento el Parque Fundidora actuaría como el principal recinto de este importante suceso y entonces se concretarían los inicios de este proyecto que pretendería ser una de

Datos de interés

Ciente: Patronato Museo del Acero.

Superficie de construcción: 15,000 m².

Terminación: 2007.

Arquitecto Asociado: Oficina de Arquitectura.

Ingeniería Estructural: Werner Sobek.

Consultor Ambiental: Atelier Ten.

Acústica, ICT and Fire Consulting: Ove Arup.

Museografía: Aldrich Pears Associates.



las atracciones más importantes del país al convertirse en un lugar competitivo que fomentara la cultura y la economía de la ciudad, sumando atracciones donde se conjugan los negocios, el hospedaje y el entretenimiento, entre otras.

Sir Nicolas Grimshaw –uno de los más notables arquitectos en la actualidad– declararía en su visita a México con motivo de la Cátedra Luis Barragán que “la oficina cree en la responsabilidad de su trabajo para contribuir al mejoramiento ambiental alrededor del mundo y la sustentabilidad. La dedicación de Grimshaw & Partners a diseños de alta calidad es suprema, ya sea trabajando en estructuras de bajo presupuesto o edificios de alto costo con complejas especificaciones técnicas. La firma está comprometida a entender las necesidades de los clientes y a trabajar con presupuestos y calendarios realistas. Por ello –aseguró– los edificios de Grimshaw son construidos con gran atención puesta en los detalles y la práctica permanece dedicada al mantenimiento de sus edificios después de ser concluidos, para satisfacer continuamente a sus clientes en los años por venir”.

Renovación regia

El equipo de diseño conformado por Grimshaw Architects y Oficina de Arquitectura colaboró estrechamente con el personal del Museo del Acero Horno 3, con un comité técnico formado por ex-trabajadores de la planta, ingenieros especialistas en siderurgia y con Aldrich Pears, firma encargada del diseño museográfico para, en conjunto, desarrollar las estrategias apropiadas para priorizar los elementos originales del Horno 3, en términos de sus características históricas, estéticas, estructurales y prácticas. Uno de los mayores aciertos fue aprovechar la oportunidad única de adaptar el horno como parte del recorrido, ya que en ningún lugar del mundo es accesible al público. Así lo afirma la arquitecta Elisa Rubalcaba Cobo, coordinadora de los trabajos de restauración del Museo.

El edificio, con aproximadamente 15,000 m² de espacios útiles, es el resultado de un arduo trabajo en la reutilización de las instalaciones originales que, con la nueva propuesta combinan perfectamente la accesibilidad del público en general y la de perso-

nas con capacidades especiales, sin limitar el libre tránsito por su interior. Éste consiste en una serie de espacios de exposición vinculados a la historia y al proceso de fabricación del acero, para culminar con la visita al horno mismo y un sobresaliente espectáculo de luces y juegos artificiales. Tanto el interior como en el exterior, las consideraciones de diseño, permiten recorrer todos sus rincones de forma segura y sin obstáculos para adentrarse cómodamente y observar la magnitud del sitio industrial que ha sido reconvertido en un museo de vanguardia a través de la interactividad física o sensorial.

Pero para poder conservar la estructura, era inevitable que sufriera un cambio de uso, por lo que se practicaron algunas modificaciones en ciertas áreas para permitir su funcionamiento efectivo como centro de ciencia y tecnología, para lo cual se construyeron dos nuevos espacios que albergan los servicios generales y servicios a los visitantes conocidos como Pabellón de Acceso y la Galería del Acero. Algunas áreas de la estructura, tales como pasillos de mantenimiento, puentes y pasos de gato con daño extremo por

corrosión, así como remanentes de salientes en equipos, conductos eléctricos, losas de concreto calcinadas y muros de mampostería agrietados o muy deteriorados, fueron cuidadosamente removidos y en algunos casos sustituidos.

Particularmente notables fueron los trabajos de retiro de los 20 tubos de soplo en la base del horno por los que llegaba el aire calentado previamente en las estufas, así como el retiro de los tubos y cajas de agua de cobre del sistema de enfriamiento de la coraza. Poco

la mayor parte del sistema de enfriamiento de la coraza, hecha de cobre. "Se encontraba embancado con aproximadamente 425 ton de coque altamente combustible, por lo que fue necesario extraer estos residuos a través de la parte posterior en el nivel del piso de vaciados, de la misma manera cómo se hacían las reparaciones cuando el horno aún funcionaba", afirma Rubalcaba.

Otro de los espacios de gran relevancia es el cuarto de vaciados, la estructura de acero en esa zona estaba en buenas condiciones, pero

aun así fue necesario retirar las cargas muertas que ejercían sobre la losa de concreto reforzado ya calcinada por las altas temperaturas de operación, así como las capas de refractario y arena sílica que formaban un desnivel. La lámina corrugada y la lámina lisa de los revestimientos de los muros externos de la galería principal presentaban un avanzado estado de corrosión y requerían ser reemplazadas. La intención

arquitectónica en esta parte consistió en diseñar una envolvente de alto desempeño con paneles prefabricados que protegen del impacto solar, así como de un conjunto de elementos pasivos en sus fachadas con parasoles y persianas metálicas, que permiten flexibilidad en las condiciones de iluminación y control ambiental del espacio interior. Adicionalmente, se diseñaron diferentes soluciones para el tratamiento en las techumbres, con el objetivo de reducir la ganancia térmica, por medio de un sistema de azotea verde de 1,500 m² en la parte poniente del edificio que brinda un microambiente ideal, privilegiando la utilización de vegetación nativa de bajo mantenimiento y un menor consumo de agua. Cabe decir que fue Harari Arquitectos,

la firma encargada del diseño de arquitectura de exteriores, fuentes y cubiertas jardinadas.

No obstante, las placas de acero de la techumbre de la nave principal, presentaban corrosión y prácticamente era imposible su reutilización como se pensó en un principio, por lo que la envolvente del techo requirió reconstrucción con material aislante, y las membranas de impermeabilización necesarias. El reto en esta zona fue aislar completamente este espacio del exterior, ya que cuando el horno estaba en operación, la cubierta no era hermética; prácticamente sólo cubría el área de la lluvia y del sol. Ahora, con las necesidades del museo fue necesario sellar todo el revestimiento y la cubierta del edificio, a fin de lograr las condiciones de absorción acústica, aislamiento térmico, impermeabilidad y apariencia industrial necesarias.

Museografía de acero

Encargados de la conceptualización, guión y diseño museográfico Aldrich Pears Associates, de Vancouver, Canadá han vigilado estrechamente el adecuado desarrollo de los contenidos. Entre las salas principales se encuentra la Galería de historia, Galería del acero, Show del horno y Viaje a la cima del horno, en todas ellas paneles gráficos le brindan una interpretación de las vistas, así como una explicación de las partes del horno y cómo operaban, todo ello retomando los eventos claves en la historia entrelazada del mundo, México y su industria del acero, vista a través de los ojos de las personas cuyas vidas fueron tocadas y transformadas por ellos. Así, sus 99 exhibiciones interactivas permanentes ofrecen a los visitantes un recorrido pleno de medios escenográficos, mecánicos y electrónicos. **C**

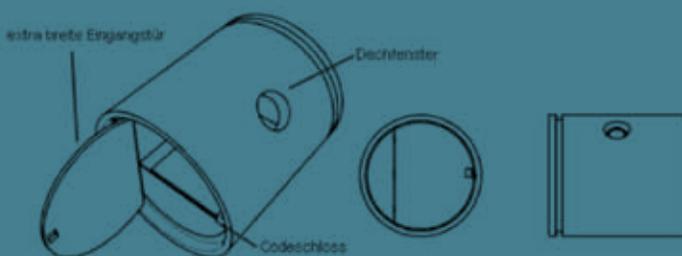


tiempo después, se logró con el Parque Fundidora la posibilidad de regresar nueve de los 20 tubos de soplo a sus posiciones originales, ya que durante una de las atracciones ("El show del horno") se explica el funcionamiento y los procesos que en éste tenían lugar, por lo que el papel de estos elementos era de gran importancia para que el espacio tuviera un aspecto más cercano al original y un toque realista.

Indudablemente dentro de estas acciones de conservación y rescate, el horno es la pieza central del proyecto; aparentemente se encontraba en buena condición estructural, aunque desafortunadamente en los trabajos de limpieza de la planta antes de comenzar con el rescate del edificio se retiraron algunas tuberías de su base y de

Durmiendo en un tubo

En Austria, definitivamente, a algunos huéspedes "los mandan por un tubo" a través de estas curiosas habitaciones localizadas en un parque.



Gabriela Celis Navarro

Fotos: Dietmar Tollerian.

A 10 kilómetros de la ciudad de Linz – en la localidad de Ottensheim– en Austria se encuentra el *sui generis* Hotel Das Park, un ingenioso establecimiento para aquellos turistas que buscan salir de la rutina al hospedarse, literalmente, en tubos, los cuales se encuentran en pleno parque de la ciudad, frente al río Danubio. La divertida idea de pernoctar en un tubo, y en un parque, surgió de la mente del artista Andreas Strauss, quien buscó darle a estos objetos propios de la infraestructura urbana, otro tipo de utilidad.

Se trata de una fila de tres tubos de concreto para alcantarilla que, si los mira uno a primera vista, pareciera que algún descuidado constructor los dejó ahí olvidados. Pero no, son habitaciones que contienen en su interior una cama





acolchada para dos personas a todo lo ancho del tubo, con el espacio necesario para estirar las piernas a todo lo largo. También conforma el mobiliario una mesa, una lámpara y un baúl de madera donde se pueden colocar las pertenencias del viajero. Cabe mencionar que el ambiente interior se encuentra completamente climatizado, ya sea para temporada de frío o de calor.

Como se puede apreciar en las fotografías, el interior muestra

acabados de calidad así como una colorida decoración. Por su parte, las puertas son de madera y cuentan con cerradura electrónica. Destaca una pequeña ventanilla en la parte superior del tubo. El precio de las habitaciones es un dato curioso ya que el mismo cliente es quien puede decidir pagar entre 7 y 20 euros por noche.

Además, cada una de las curiosas habitaciones tiene conexión a internet y una toma de corriente de 220 voltios. Algo con lo que

no cuenta, dadas las dimensiones de la habitación, es con baño, el cual se encuentra en el exterior ya que se tratan de los mismos que ofrece el parque en que se encuentran los tubos-hotel. Sin duda, más allá de la curiosidad del lugar, resulta importante destacar cómo el concreto, en este caso, el que comúnmente se usa en la red de alcantarillado, puede tener, con mucha imaginación de por medio, otras funciones. Eso sí, parece ser no apto para claustrofóbicos. **c**

El concreto surrealista

Texto y Fotos: Gregorio B. Mendoza

Hay quienes aseguraron durante la segunda Guerra Mundial que eran las antenas transmisoras del enemigo nipón, algunos afirman a la distancia que son torres de luz, mientras otros aseguran que son un verdadero poema escultórico y por ello el último recurso por conservar un arraigo artístico en la ciudad de Los Ángeles.

Cierto o no, las llamadas Watts Towers son un magnífico resumen del ideal de Sabato Rodia, inmigrante italiano empleado de la construcción que adoptara como nombre Simón para hacer realidad la oportunidad que pidió de hacer algo grande, y lo hizo heredando un verdadero icono a la ciudad que en su momento lo juzgó injustamente.

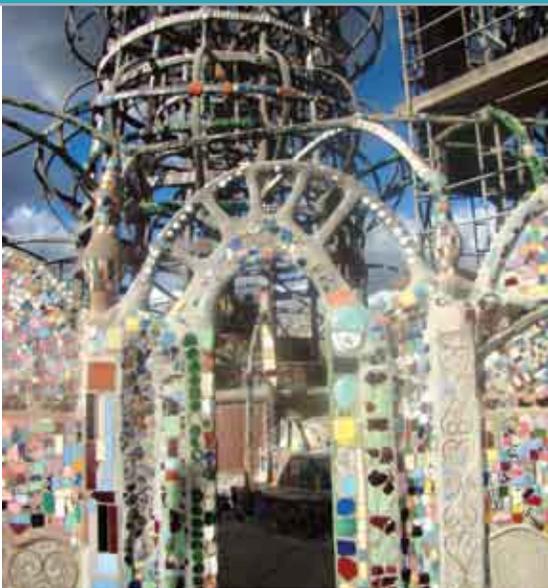
Estructuras unidas

En 1921, Rodia compró una casa y el terreno adjunto que describía una forma triangular cercano ya a las vías del tren. Tuvieron que pasar poco más de tres décadas de espacios colmados de ocio para que en 1954 el conjunto escultórico originalmente llamado "Nuestro

Pueblo", en Watts, en Los Ángeles, California estuviera totalmente terminado. Se trataba de un grupo de 17 esculturas unidas no sólo por su lenguaje popular y su influencia inminente del *art brut*, sino por la fusión de carácter industrial del acero, la cotidianidad de la vida con objetos singulares y la fuerza expresiva de un ideal a través del concreto.

En este icono es evidente notar que cada pieza bien podría considerarse un agregado o un simple ornamento. Pero resulta sorprendente que sean estos objetos sean los que le den un sentido peculiar, al capturar el tiempo dentro de los cuerpos grises de cemento que adquieren color y vida al desplazar la mirada sobre el pequeño predio en el que emergen. De esta forma en cada uno de los detalles y elementos arquitectónicos es el concreto





como materia prima, el que describe la historia no sólo de un hombre que agradeció las bondades de un país y su momento histórico, sino que plasmó involuntariamente un autorretrato integral basado en sueños, realidades, ideales y fantasías.

Concreto poético

Los cuerpos principales fueron realizados en concreto y acero, así como con una argamasa colmada de incrustaciones integradas por botellas, cristales rotos, fragmentos de cerámica, conchas de mar, cables y toda clase de materiales de desecho. Dos de las tres principales torres alcanzan casi 30 metros y contienen las columnas más largas de concreto reforzado del mundo, las cuales además de su excéntrica figura sorprenden a nivel constructivo por la estilización de los segmentos principales —en sentido vertical— que contienen los refuerzos internos de acero sujetos con alambre y envueltos con malla de acero.

Parecería una solución diseñada y planeada por el mejor ingeniero estructural de ese tiempo, pero no lo es. Rodia trabajó como minero y albañil en Pensilvania; sin embargo, su creación cuenta con los mejores avales de seguridad del estado a más de cinco décadas

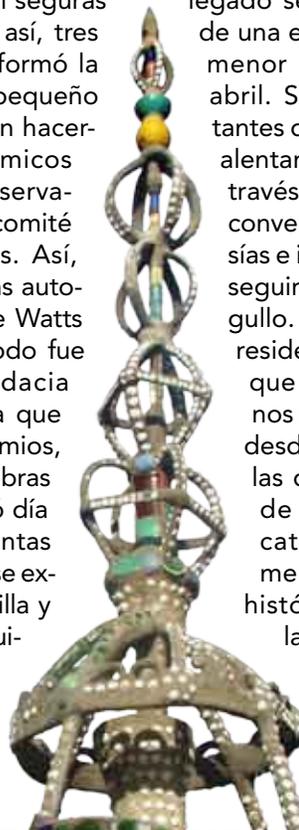
de haberlas construido. Lejos de su aspecto endeble y la iniciativa de demolerlas en 1956 cuando la casa del autor sufriera un grave incendio que obligó la demolición de su vivienda los vecinos solicitaron que el Department of Building and Safety de Los Ángeles, hiciera una revisión estructural para valorar el estado de la obra para motivar su demolición o en su defecto la conservación y mantenimiento.

La sorpresa y el veredicto fue contundente: resultaron seguras y sin daños severos. Y así, tres años más tarde se conformó la iniciativa de un grupo pequeño de vecinos que lograron hacerse de recursos económicos para garantizar su preservación y fungir como el comité de las Torres de Watts. Así, tal y como lo platican las autoridades a cargo del The Watts Towers Arts Center, "todo fue construido con la audacia de un hombre idealista que sin necesidad de andamios, equipos especiales, cimbras o dibujo alguno; trabajó día a día con las herramientas disponibles asegurándose exclusivamente de su hebilla y cinturón como único equipo de seguridad". Con ello Rodia construiría entre 1921 y 1954, las tres torres princi-

pales (30, 29.5 y 16.76 m), un patio, una glorieta circular que contenía una banca de trabajo, tres bañeras para pájaros, y las características espigas verticales que sobresalen en el conjunto, y una estructura que él llamó el "buque de Marco Polo", que tiene una singular aguja de 10 metros de alto.

Un logro inesperado

La obra que Rodia dejó como legado se encuentra hoy a final de una etapa de mantenimiento menor que fue terminada en abril. Seguirá recibiendo visitantes de todo el mundo; estará alentando a niños y jóvenes a través de su centro artístico a convertir en realidad sus fantasías e ideales, pero sobretodo, seguirá siendo motivo de orgullo. "Estamos felices como residentes de esta ciudad de que un personaje como él nos haya heredado esto que desde 1985 está a cargo de las dependencias culturales de la ciudad y que está catalogado como monumento dentro del registro histórico nacional, nuestra labor es respetarlo y darle el justo valor a esta obra", comentan los cuidadores del tesoro rodiano. ©



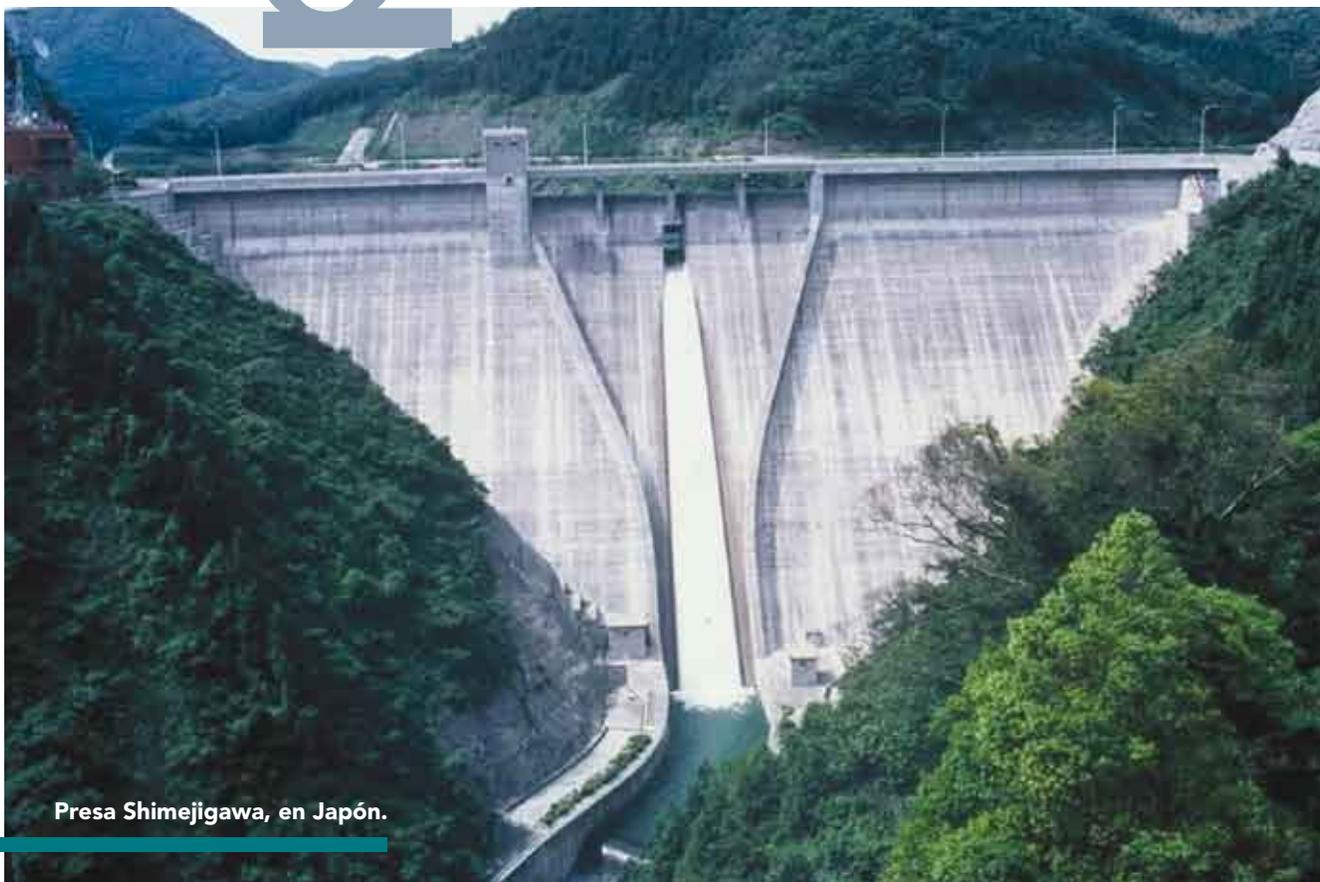
Concreto para presas

El Concreto Compactado con Rodillo (CCR) o Roller Compacted Concrete es uno de los conceptos clave en la industria de construcción de presas en el mundo actual.

Gregorio B. Mendoza

Fotos Cortesía Ken Hansen

Las lecciones que se derivan del CCR en cada presa construida se han aprovechado sucesivamente en la metodología de construcción, adecuación de plantas, equipo y comportamiento estructural obtenidos para generar una constante en la que, paso a paso, ha incrementado el nivel de confianza y el camino a la perfección en la construcción de uno de los proyectos de ingeniería más exigentes de la industria: una presa.



Presa Shimejigawa, en Japón.

New Victoria,
en Australia.



Los criterios que han sido considerados para determinar que existe una mejor calidad en la construcción de presas de concreto compactado con rodillo son:

- Una mezcla de concreto sin segregación.
- Rápida colocación de grandes volúmenes.
- Menor número de juntas.
- Menor número de horas-hombre.
- Mayor permeabilidad en el concreto.
- No requiere cimbra de ningún tipo.
- No requiere acero de refuerzo.
- Costo por mano de obra y tiempos de ejecución.

Este elemento, que es el más importante de una central hidroeléctrica, depende en gran medida de las condiciones orográficas de terreno, curso del agua donde se realiza, pero sobretodo, de los materiales con que está construida, los cuales pueden ser: tierra, mampostería, concreto, concreto reforzado, concreto compactado (CC) y concreto compactado con rodillo CCR. Siendo éste último, el que reporta un incremento en su demanda por los beneficios comprobados en las últimas décadas. Aquí mencionaremos por qué es mejor construir con CCR.



Kenneth D.
Hansen.

♦ ¿Cómo podemos definir este material y cuáles son sus características principales?

“El CCR puede ser simplemente definido como un concreto especial que es compactado con un rodillo vibratorio. Este concreto es más que un nuevo material; es un nuevo método de construcción con el cual se obtienen beneficios específicos. Dentro de sus características principales podemos encontrar una mayor resistencia en sus propiedades mecánicas con una presencia menor de cemento y además el beneficio de poder instalar grandes volúmenes en un periodo de tiempo corto. En él, los

agregados juegan un papel importante en los costos ya que deberán de considerarse agregados que estén cerca de la zona que cumplan las exigencias, que minimicen los vacíos en la mezcla y por lo tanto, la cantidad de mezcla (cemento, puzolanas y agua) necesaria para alcanzar las exigencias a compresión.

En la actualidad, en todos los continentes existen presas construidas con CCR y se siguen diseñando. Sin embargo, es importante aclarar que no todas se han construido y diseñado con mezclas similares pues se tienen registros de contenidos de material cementante (cemento Pórtland más puzolanas) variando desde 70 hasta 240 kg/m³, implicando concretos con comportamientos en estado suelto, diferentes durante el proceso de las reacciones químicas y como producto final”.

Profundizando en la respuesta de nuestro entrevistado, podemos mencionar que dentro de este método se generan dos escenarios diferentes: los elementos contruidos con mezclas de bajo contenido de cemento y las de alto contenido. En el caso de las primeras, éstas tienen características tales como: un menor desarrollo de calor durante el proceso de hidratación, alta permeabilidad, densidad moderada y una menor trabajabilidad con el concreto. Por otro lado, presas contruidas con alto contenido de cemento presentan un alto calor de hidratación, alta densidad, concreto trabajable y una impermeabilidad que favo-

Un poco de historia

Las primeras aplicaciones del concreto compactado con rodillo en la construcción de presas se remontan a 1960 en Taiwan; ahí se utilizó para la construcción de la presa de Shihmen. Un década más tarde, al comenzar los años setenta, varios ingenieros propusieron la utilización del CCR en la construcción de presas de gravedad. Pero es quizá hasta los años de 1974 y 1975 en la reconstrucción de la presa de Tarbela, en Pakistán, cuando hace su ingreso el CCR como un material competitivo en la construcción de presas. Desde entonces cada vez son más las obras en que se evalúa y se decide por el CCR como el mejor material para la conformación de presas.

El ingeniero Kenneth D. Hansen, en la actualidad el consultor y autor más reconocido en el mundo sobre roller compacted concrete for dams, ha dado a conocer sus investigaciones en más de 400 conferencias magistrales en países como Chile, Turquía, España, Perú, Brasil, Canadá, India, entre otros. Además de que éstas han sido editadas por firmas editoriales como McGraw-Hill. A él recurrimos para conocer las características y consideraciones más importantes del tema.

rece el prescindir de obra adicional para garantizar esta cualidad.

Por ejemplo, retomemos el caso del proyecto hidroeléctrico Ghatghar, a cargo del Departamento de Recursos de Agua del Gobierno de Maharashtra en India. Éste empleó en la construcción de sus tres presas una mezcla RCC con un $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$, considerando cuatro criterios fundamentales: impermeabilidad, densidad, resistencia y trabajabilidad para ser transportado, extendido y compactado sin segregación perjudicial. Para lograr la impermeabilidad exigida, se definió el contenido de cemento en 220 kg/m^3 , para asegurar un valor in-situ de 10-9 m/s que fue considerada más que suficiente.

♦ Pero ¿cuál es el criterio para la selección de un concreto de estas características?

“El criterio principal para tomar una decisión sobre el concreto a utilizar en una presa, es básicamente, el de las condiciones particulares del lugar, así como la disponibilidad de agregados de calidad hallados en la zona”. Sin embargo, los retos que actualmente enfrenta este material son diversos. Hansen señala, que

Mejor por... sus propiedades físicas

- Resistencia a la compresión: de 210 a 400 Kg/cm^2 .
- Resistencia a la flexión: de 35 a 70 Kg/cm^2 .
- Módulo de elasticidad: de 210.000 a 386.000 Kg/cm^2 .

“entre los grandes desafíos que enfrenta el desarrollo de ingeniería de las presas están la rentabilidad y el determinar factores como el control de la deformación. No obstante, en Estados Unidos y otros países desarrollados, ya es un gran reto obtener los permisos necesarios que avalen el impacto ambiental de una presa, quizá sea esto la primer dificultad a vencer”.

Según informes económicos de las presas construidas con CCR en todo el mundo se puede decir que son más económicas (aunque no más fáciles de construir), debido al menor número de obras adicionales necesarias para lograr la impermeabilización ya que las pendientes de las caras de la presa son más altas, lo que trae como consecuencia menores volúmenes de mezcla.



Saluda, en California.



♦ ¿Qué sucede con la rentabilidad y seguridad en estos grandes retos de ingeniería?

“Las presas realizadas con RCC han tenido un excelente rendimiento en cuestión de seguridad y un bajo mantenimiento, en comparación con otros sistemas. Hansen pone de ejemplos la presa Longtan en China, la cual alcanza una altura de 216.5 m, o los 272 m de la presa High Diamer Basha, en Pakistán, con lo cual se comprueba el avance que se ha obtenido en esta materia al mejorar todos los procedimientos que involucran este tipo de concretos, tales como su realización en las plantas realizadas en el sitio, su transporte y su colocación.

Consideraciones de altura

El trabajo de logística tiende a ser intensivo. Se debe garantizar la supervisión de todos los procesos, desde la planta *in situ*, a la cual se le suministran las proporciones adecuadas de la mezcla, hasta su transportación al lugar de su colocación por medio de bandas o transporte especial rodado que permite sea suministrado en el lugar preciso para esparcirlo y ser compactado con los rodillos vibratorios. Sin duda, lo más importante del proceso resulta ser la continuidad de todas las etapas

Mejor por... los aditivos

- Retardadores o reductores de agua pueden ser utilizados para aumentar el tiempo de trabajo.
- Los superplastificadores sólo se pueden utilizar en caso de usar una planta de mezclado seca (dry batch plant).

de producción ya que debido a los grandes volúmenes se requiere equipo especial que sea capaz de producir la demanda diaria sin interrupciones.

Otro factor digno de mención es el clima. En el diseño de una presa localizada en regiones con altas variaciones en la temperatura, se deben tomar las precauciones del caso para controlar los esfuerzos de origen térmico. Además, se recomienda tener en cuenta el régimen de lluvias ya que la construcción se puede ver afectada cuando éstas son muy fuertes o continuas. Una vez estudiadas las variables mencionadas se realizan varios prediseños o estudios de factibilidad para después profundizar en aquellos que arrojen las mejores perspectivas. En suma, podemos resumir que hay tres requerimientos esenciales para que una presa RCC sea exitosa. Primero, el diseño razonable que permita que sea construida rápidamente; segundo, obtener una mezcla de RCC cohesiva y sin segregación; y tercero, generar una metodología de construcción optimizada continua en la producción de concreto y abastecimiento de sus agregados.

Las expectativas de México

“Esperó poder difundir el uso de la RCC para la construcción de nuevas presas y la rehabilitación de las represas existentes. Me gustaría reunirme con los ingenieros y los contratistas ya que aunque sé que una de las dificultades mayores para el uso de este proceso es que muchos ingenieros se han especializado en resolver sus diseños con terraplenes de rocas o concreto armado, creo que existen grandes oportunidades y ventajas para cambiar esta tendencia”. c

AL RESCATE DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL



www.ticcih.org

Se trata de la página de una importante organización dedicada al rescate de arqueología industrial y del patrimonio de ese rubro. Al navegar por esta página podrá usted conocer, entre otras cosas, las conferencias que se realizan en diversas partes del mundo en torno al tema de patrimonio industrial. En este sentido, la TICCIH es la organización mundial encargada del patrimonio industrial y es asesor especial de ICOMOS en cuestiones de patrimonio industrial. El texto de este compromiso fue aprobado por los delegados reunidos en la Asamblea Nacional del TICCIH, de carácter trienal, que tuvo lugar en Moscú el 17 de julio de 2003. Así,

si usted desea saber acerca de cómo debe ser abordada la arqueología y el patrimonio industrial, le recomendamos altamente este interesante sitio de internet. **C**

UN ESPACIO REUTILIZADO



www.horno3.org

Este interesante centro de la ciencia y la tecnología que se encuentra localizado en la estructura del alto horno número 3, dentro del Parque Fundidora, es uno de los recintos culturales de más reciente creación en México. En su página web, usted podrá conocer un poco de la historia de la creación del conjunto; las exposiciones temporales que ahí se realizan; los diversos espacios interactivos que ofrece; en fin, una serie de datos generales que, sin duda alguna, le ayudarán en una próxima visita que usted

quizás realice a este importante museo. Sin duda alguna, la presencia de esta obra habla de la naciente cultura en torno al patrimonio industrial, que se está desarrollando en nuestro país. **C**

Gabriela Celis Navarro

90 AÑOS DE LA BAUHAUS

El mes pasado se celebró en varias partes del mundo, pero en especial en Alemania, los noventa años de la fundación de la Bauhaus –la más influyente escuela de arquitectura y diseño del siglo XX– por el arquitecto Walter Gropius. Con tal motivo estarán expuestas en Dassau, hasta principios de julio de este 2009, más de 1,000 obras de esta corriente artística representada por gente como Klee, Kandinsky, Moholy-Nagy así como los muebles de Marcel Breuer, entre otros. Fue en la Haus am horn, primer ejemplo de la arquitectura cúbica y funcional del movimiento, que se presenta la historia de la construcción del inmueble. Entre los postulados de la Bauhaus, se buscó innovar en el campo artístico al introducir las nociones de la construcción, para transformar una imagen cotidiana, de uso diario, en una idea estética. Así, se buscó desarrollar un movimiento de amplio espectro social, intelectual y simbólico.

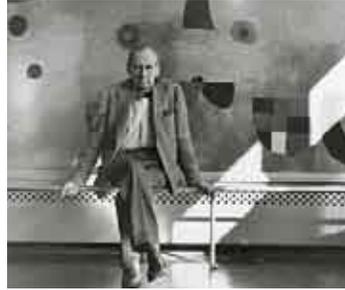


Foto: www.npg.si.edu/ekh-namuth-gropnam2.htm.

Algunas de las características que emanan de la formación bauhausiana son las formas simétricas, que remiten a los orígenes grecolatinos; algunos aspectos del renacimiento italiano; el uso del color y tiempo después, el de las formas geométricas. Cabe decir que los seguidores de este movimiento no sólo buscaron expresarse artísticamente sino que también realizaron una serie de acciones de índole político que causaron gran conmoción.

Si nos preguntamos ¿cuál es el legado de la Bauhaus? En términos generales, podemos decir que gracias a las diversas aportaciones de esta escuela, esta institución impactó hacia una nueva manera de enseñar la arquitectura otorgándole al diseño una posición sobresaliente en la cual se mezclan variadas disciplinas. **C**



Foto: www.natureparktravel.com.

ÍNDICE DE ANUNCIANTES

CICM	2ª DE FORROS
COMEX	3ª DE FORROS
EUCOMEX	4ª DE FORROS
ONNCCCE	36

REPORTAJES TÉCNICOS PUBLICITARIOS

EUCOMEX	34
---------	----

En la revista Construcción y Tecnología toda correspondencia debe dirigirse al editor. Bajo la absoluta responsabilidad de los autores, se respetan escrupulosamente las ideas, puntos de vista y especificaciones que éstos expresan. Por lo tanto, el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., no asume responsabilidad de naturaleza alguna (incluyendo, pero no limitando, la que se derive de riesgos, calidad de materiales, métodos constructivos, etcétera) por la aplicación de principios o procedimientos incluidos en esta publicación. Las colaboraciones se publicarán a juicio del editor. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido de esta revista sin previa autorización por escrito del editor. Construcción y Tecnología, ISSN 0187-7895, publicación mensual editada por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C., con certificado de licitud de título núm. 3383 y certificado de licitud de contenido núm. 2697 del 30 de septiembre de 1988. Publicación periódica. Registro núm. PP09-0249. Características 228351419. Insurgentes Sur 1846, colonia Florida, 01030, México D.F., teléfono 53 22 57 40, fax 53 22 57 45. Precio del ejemplar \$45.00 MN. Suscripción para el extranjero \$80.00 U.S.D. Números sueltos o atrasados \$60.00 MN. (\$6.00 U.S.D.). Tiraje: 10,000 ejemplares. Impreso en: Romo Color, SA de CV. Pascual Orozco. No. 70. Col. San Miguel, Deleg. Iztacalco, México, D.F.

Núm 252, mayo 2009