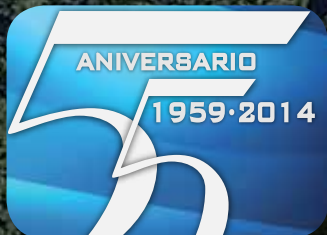


CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA

EN CONCRETO

Octubre 2014

Volumen 4
Número 7



WWW.REVISTACYT.COM.MX

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES:

Pavimentos

de concreto y modernización carretera en México



\$50.00

ISSN 0187-7895
Una publicación del
Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C.

INTERNACIONAL

OBRA VIAL
ESTRATÉGICA

QUIÉN Y DÓNDE

APASIONADA EN LA CIENCIA DE
LOS MATERIALES DE CONCRETO

SERVICIOS IMCYC

*Un mundo de soluciones
en concreto*



- Enseñanza
- Asesorías técnicas
- Servicios de laboratorio
- Publicaciones
- Membresías

www.imcyc.com



COMPROMETIDOS
con la calidad y el ambiente

ISO 9001:2008
ISO 14001:2004

www.eucomex.com.mx

Soluciones de calidad,
integrales e innovadoras
en productos químicos
para **su construcción**



ADITIVOS PARA CONCRETO



IMPERMEABILIZANTES



MORTEROS REPARADORES



SELLADORES Y RELLENOS DE JUNTAS



RECUBRIMIENTOS INDUSTRIALES



GROUTS CEMENTICIOS Y EPÓXICOS



ADHESIVOS Y PUENTES DE ADHERENCIA



TRATAMIENTOS DE MUROS



DENSIFICADORES LÍQUIDOS Y SELLADORES
DE PENETRACIÓN



FIBRAS ESTRUCTURALES



EUCLID CHEMICAL

An **RPM** Company

Durabilidad, sustentabilidad y modernidad en los pavimentos de concreto.

E **N ESTE NÚMERO** queremos reconocer la especial labor que durante 55 años ha llevado a cabo el Instituto y cada una de las personas que lo han conformado, han sido años de arduo trabajo para llevar a la industria temas de actualidad, certificaciones y capacitación para los profesionales; asesorías y estudios de laboratorio; investigaciones e información a través de las publicaciones y journal; acceso a innovaciones mediante nuestros eventos internacionales, entre otros. Agradecemos la confianza, el apoyo y la colaboración de cada una de las empresas de la industria y esperamos seguirles sirviendo con la misma dedicación, esfuerzo y entusiasmo durante muchos años más.

El tema principal de octubre se refiere a los pavimentos de concreto y partimos principalmente del ambicioso y completo plan carretero que plantea el Plan Nacional de Infraestructura, el artículo de PORTADA describe los proyectos principales y su importancia para el crecimiento y desarrollo de nuestro país. Contamos en la sección VOZ DEL EXPERTO con la valiosa opinión del Ing. Donato Figueroa sobre las principales tendencias y avances tecnológicos en la construcción de pavimentos. Describimos parte de las labores que se están llevando a cabo en el Estado de México en cuanto a su infraestructura y esbozamos los grandes proyectos que tendrán lugar en los próximos años. También describimos las diferentes fases en la transformación y renovación del Barrio San Miguel en la Delegación Iztapalapa y la importancia de involucrar a los habitantes de la colonia para la transformación del espacio público, iluminación, gestión de infraestructura, abastecimiento de agua, rediseño de espacios peatonales, entre otros.

Asimismo, les presentamos una valiosa entrevista con la Ing. Grethel Martínez del Centro de Tecnología de CEMEX y sus comentarios sobre la importancia de los materiales y el tema de durabilidad al hablar de pavimentos sustentables.

Francia se vuelve un ejemplo a seguir gracias al proyecto realizado en la ciudad de Gardanne. Una empresa mexicana materializó la propuesta del arquitecto Phillipe Ghezzi para la recuperación de los pavimentos urbanos de las calles del centro de esta ciudad. Obra con la que la empresa mexicana ganó el premio de innovación en la Competencia Nacional de Carreteras de la Federación Nacional de Concreto Premezclado en Francia.

En la sección de INTERNACIONAL, Republica Dominicana se hace presente con la espectacular Autopista del Coral y se vuelve otro de los ejemplos a tomar en cuenta en la construcción de infraestructura con concreto.

Deseamos disfruten esta interesante edición. **c**

Los editores

SOMOS MÁS DE LO QUE IMAGINAS



DESCUBRE NUESTROS GROUTS TAN PODEROSOS QUE RESISTEN LO QUE SEA



Encuétranos en EXPO CIHAC 2014
del 14 al 18 de octubre
Centro Banamex, D.F.



GROUTS Y
ANCLAJES

CONOCE NUESTRAS 7 LÍNEAS Y DESCUBRE TODO LO QUE PUEDES HACER CON ELLAS

Henkel

fester.com.mx
01 800 FESTER 7 (337837 7)

TRATAMIENTOS
PARA SUPERFICIES

REPARADORES

IMPERMEABILIZANTES

SELLADORES
Y RESANADORES

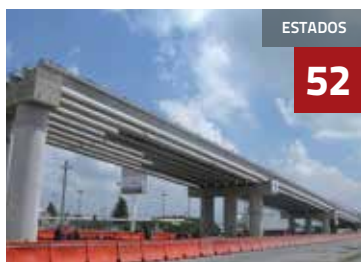
ADHESIVOS PARA
CONCRETO

AUXILIARES Y ADITIVOS
PARA CONCRETO



QUIÉN Y DÓNDE

44



ESTADOS

52



ESPECIAL

48

2 EDITORIAL

6 BUZÓN

8 NOTICIAS

– **Certificación de concreto lanzado en IMCYC.**

12 ESPECIAL
55 años del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

14 POSIBILIDADES DEL CONCRETO

- **Pavimentos:**
Pavimentos porosos (Parte II).
- **Reparación:**
Capas ultradelgadas de concreto sobre el concreto asfáltico.
- **Refugios:**
Antiguo silo nuclear convertido en refugio de lujo
- **Construcción:**
Recomendaciones prácticas para la construcción de pavimentos de concreto (Parte I).



18



PORTADA

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTE:

Pavimentos de concreto y modernización carretera en México

4



41

URBANISMO



DISEÑO

38



- 26** INGENIERÍA
Materiales de reparación para pavimentos de concreto.
- 30** VOZ DEL EXPERTO
Innovaciones y tendencias de los pavimentos de concreto.
- 32** TECNOLOGÍA
Pisos y pavimentos en concreto: Conceptos, tendencias y buenas prácticas.
- 38** DISEÑO
El valor de la planeación.
- 41** URBANISMO
Un pavimento urbano especial.
- 44** INTERNACIONAL
Obra vial estratégica.
- 48** ESPECIAL 2
Concreto ornamental: Una alternativa versátil para el diseño urbano.
- 52** ESTADOS
Estado de México: Panorama de obras de infraestructura.
- 56** QUIÉN Y DÓNDE
Grethel Martínez
Apasionada en la ciencia de los materiales de concreto.
- 60** CONCRETO VITUAL
American Concrete Pavement Association (ACPA).
- 61** PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES
Cemento hidráulico.
Determinación de la densidad.
Norma Mexicana NMX - C - 152 - 2010 - ONCE.
- 64** PUNTO DE FUGA
La promesa del siglo.

✉ buzon@mail.imcyc.com

f /Cyt imcyc

t @Cement_concrete



Escanee el código para ver material exclusivo en nuestro portal.

Cómo usar el Código QR

La inclusión de software que lee Códigos QR en teléfonos móviles, ha permitido nuevos usos orientados al consumidor, que se manifiestan en comodidades como el dejar de tener que introducir datos de forma manual en los teléfonos. Las direcciones y los URLs se están volviendo cada vez más comunes en revistas y anuncios.

Algunas de las aplicaciones lectoras de estos códigos son *ScanLife Barcode* y *Lector QR*, entre otros. Lo invitamos a descargar alguna de éstas a su *smartphone* o *tablet* para darle seguimiento a nuestros artículos en nuestro portal.



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

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente

Lic. Jorge L. Sánchez Laparade

Vicepresidentes

Lic. Juan Rodrigo Castro Luna

Ing. Daniel Méndez de la Peña

Lic. Pedro Carranza Andresen

Secretario

Lic. Roberto J. Sánchez Dávalos

INSTITUTO

Director General

M. en C. Daniel Dámazo Juárez

Gerencia Administrativa

Lic. Ignacio Osorio Santiago

Gerencia de Difusión
y Promoción

M. en A. Soledad Moliné Venanzi

Gerencia de Enseñanza

M en I. Donato Figueroa Gallo

Gerencia Técnica

Ing. Luis García Chowell

REVISTA

Editor

M. en A. Soledad Moliné Venanzi

smoline@mail.imcyc.com

Arte y Diseño

David Román Cerón

Inés López Martínez

Rodrigo Morales

Dante López

www.imagenyletra.com

Colaboradores

Juan Fernando González,

Isaura González Gottdiener,

Gregorio B. Mendoza,

Raquel Ochoa,

Antonieta Valtierra

Eduardo Vidaud

Fotografía

a&s photo/graphics y

Gregorio B. Mendoza

Comercialización

Lic. Renato Moysén

(55) 5322 5740 Ext. 216

rmoysen@mail.imcyc.com



Circulación Certificada por:
PricewaterhouseCoopers México.

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

Organizado por:



En colaboración con

CENTRO IMPULSOR DE
LA CONSTRUCCIÓN Y
LA HABITACIÓN, A.C.



◀ LA
MEJOR
EXPOSICIÓN
EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN ▶

14 al 18 de octubre
Centro Banamex . Ciudad de México

¡Únete a EXPO CIHAC^{MR!}
El evento más **importante**
en la industria de la construcción, donde
cada año **más de 50,000 profesionales**
hacen negocio con las mejores
empresas del sector.



Admisión:
General \$600.00 / Preferencial \$350.00
Horarios:
Martes 14 a Viernes 17 de 13:00 - 20:00 hrs.
Sábado 18 de 11:00 - 20:00 hrs.

Tel: 01800 06 CIHAC / +52 (55) 4738 . 6200
info@expocihac.com

REGÍSTRATE EN LÍNEA
¡OBTÉN UNA TARIFA ESPECIAL!

www.expocihac.com



PABELLONES INTERNACIONALES

CICLOS DE CONFERENCIAS

SUSTENTABILIDAD





Certificación de concreto lanzado en IMCYC.

EL AUDITORIO del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto en la Ciudad de México, fue sede del curso teórico del Programa de Certificación Internacional "Concreto Lanzado" vía seca y vía húmeda, el cual se llevó a cabo del 28 al 30 de julio del presente año. La certificación fue patrocinada por el ACI (American Concrete Institute). En dicho evento participó un grupo de diversos profesionales representantes de 15 empresas a nivel Nacional y de Perú. La Certificación fue liderada por el Ing. Marc Jolin, especialista en el tema y profesor titular de la Universidad Laval, Quebec, Canadá, apoyado por el Ing. Raúl Bracamontes, especialista en el tema, Director General de Adra Ingeniería y Profesor IMCYC.

El concreto lanzado se define como concreto neumáticamente proyectado a gran velocidad contra una superficie, es simplemente un sistema de colocación de concreto, existen dos procesos, vía seca y vía húmeda, puede ser con fibras, micro sílice, modificado con polímeros o acelerado. Algunas de sus aplicaciones son estabilización de taludes, muros de contención, rehabilitación de infraestructura, construcción nueva, concreto lanzado arquitectónico y construcciones subterráneas.



Ing. Marc Jolin Revisando los núcleos de concreto.



Lanzado del concreto vía húmeda posición vertical.



Ing. Marc Jolin y el Ing. Raúl Bracamontes con el grupo de participantes antes de iniciar las prácticas de lanzado.

Las prácticas de lanzado y los exámenes de desempeño se llevaron a cabo en las instalaciones de la empresa EDIFICADORA LAGOS, el concreto lanzado que se utilizó vía húmeda y vía seca, fue suministrado por GRUPO COMOSA. Los participantes alcanzan la Certificación aprobando dos exámenes, el examen escrito, el cual consta de 60 a 90 preguntas de opción múltiple de las cuales se requiere un puntaje mínimo del 75% para su aprobación, y un examen de desempeño, en el cual se evalúa la destreza del participante para llevar a cabo la colocación, acabado y curado.

El IMCYC extiende su agradecimiento por su valioso apoyo para la ejecución y el éxito de este Programa Internacional a las siguientes empresas: GRUPO COMOSA, S.A. DE C.V. y EDIFICADORA LAGOS, S.A. DE C.V. **C**



Verificación del concreto para determinar si el aspirante aprueba el examen de desempeño.



Afianzan Slim y Del Valle negocio cementero.

A TRAVÉS DE SU sociedad en la empresa Elementia, Carlos Slim y Antonio del Valle, presidentes de Grupo Carso y de Mexichem, respectivamente, se quedarán con los activos cementeros de Lafarge en México, valorados en 225 millones de dólares, se anunció el pasado 19 de Septiembre.

Lafarge dijo, por su parte, que los recursos de la venta le permitirán reducir su deuda. La transacción está sujeta a la aprobación de las autoridades competentes. **C**

— Fuente: <http://eleconomista.com.mx>.



Anuncia Gerardo Ruiz Esparza 6 mil millones de pesos para rehabilitar la vía férrea Chiapas-Mayab.

CON UNA INVERSIÓN mayor a los 6 mil millones de pesos, se rehabilitarán 1046 kilómetros de vías férreas del tren Chiapas-Mayab en seis años, afirmó el Secretario de Comunicaciones y Transportes, Gerardo Ruiz Esparza.

A su vez, el Director General de Transporte Ferroviario y Multimodal, Pablo Suárez Coello detalló la manera en que se rehabilitará el tren y aseguró que, al finalizar esta administración, se triplicará la velocidad del tren; se duplicará el volumen de carga; se disminuirá la siniestralidad y se logrará un ahorro de combustible considerable, en beneficio del tren Chiapas-Mayab. **C**

— Tomado de: www.sct.gob.mx



Inauguran uno de los mejores estadios en Europa, la sede del Mundial de Rusia 2018.



EN MEDIO DE una gran celebración, el nuevo estadio acogió un partido amistoso entre el Spartak de la capital rusa y el Estrella Roja de Belgrado, que terminó en un cordial 1-1 el pasado mes de septiembre.

El ministro ruso de Deportes, Vitali Mutkó, se dirigió a la multitud que abarrotaba las graderías con capacidad para 42.000 espectadores. "El estadio deportivo más moderno se ha abierto hoy en Moscú", dijo Mutkó. "Habrá algunas mejoras antes de la Copa del Mundo de 2018, pero todo está prácticamente listo", agregó. **C**

— Con información de: <http://actualidad.rt.com>.



El presidente Enrique Peña Nieto inauguró la autopista México-Tuxpan.

EL PRESIDENTE Enrique Peña Nieto inauguró la autopista México-Tuxpan, que conectará el puerto de Tuxpan, en Veracruz, con el Valle de México y el cual empezó a construirse hace 20 años.

Con la inauguración del puente Gilberto Borja Navarrete, que cruza sobre el Río San Marcos en Puebla, el Presidente dio por terminada la obra.

Peña Nieto dijo que con la carretera, que comprende más de 280 kilómetros, los usuarios podrán trasladarse del puerto de Tuxpan, en Veracruz, al Valle de México en un promedio de dos horas 45 minutos, cuando antes se hacían entre seis y siete horas. **C**

— Tomado de: /www.milenio.com



CALENDARIO DE ACTIVIDADES

Octubre de 2014

Nombre
Fechas
Lugar
Contacto
Teléfono
Mail
Páginas web

CONSTRUEXPO.

1 al 3 de Octubre 2014.
Expo Guadalajara.
Cynthia N. Garza
(55) 3615 7212 ext. 278.
c.garza@cmicjalisco.org
<http://www.construfoexpo.com>

Nombre
Fechas
Lugar
Contacto
Teléfono
Mail
Páginas web

EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO.

9 de Octubre 2014 .
Auditorio IMCYC.
Verónica Andrade.
(55) 5322 5740, ext. 230.
cursos@mail.imcyc.com
www.imcyc.com

Nombre
Fechas
Lugar
Contacto
Teléfono
Mail
Páginas web

EXPO CIHAC.

14 al 18 de Octubre 2014.
Centro Banamex de la ciudad de México.
Celia Navarrete.
(55) 4738-6200.
celia.navarrete@ubm.com
<http://expocihac.com/>

Nombre
Fechas
Lugar
Contacto
Teléfono
Mail
Páginas web

TÉCNICO PARA PRUEBAS AL CONCRETO EN LA OBRA. GRADO I.

15 al 16 de Octubre 2014.
Auditorio IMCYC.
Verónica Andrade.
(55) 5322 5740, ext. 230.
cursos@mail.imcyc.com
www.imcyc.com

Nombre
Fechas
Lugar
Contacto
Teléfono
Mail
Páginas web

CONCRETE SHOW INDONESIA.

15 al 17 de Octubre 2014.
Jakarta International Expo.
Niekke Budiman.
62 21 729 2662.
niekke.budiman@ubm.com
<http://www.concreteshowseasia.com/>

Nombre
Fechas
Lugar
Contacto
Teléfono
Mail
Páginas web

SUPERVISOR ESPECIALIZADO EN OBRAS DE CONCRETO.

21 al 23 de Octubre 2014.
Auditorio IMCYC.
Verónica Andrade.
(55) 5322 5740, ext. 230.
cursos@mail.imcyc.com
www.imcyc.com

Nombre
Fechas
Lugar
Contacto
Teléfono
Mail
Páginas web

CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA.

30 de Octubre 2014.
Auditorio IMCYC.
Verónica Andrade.
(55) 5322 5740, ext. 230.
cursos@mail.imcyc.com
www.imcyc.com



FELICITACIONES AL DR. ROBERTO STARK POR SU NOMBRAMIENTO COMO MIEMBRO DEL CONSEJO CONSULTIVO DEL AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI).

NOS COMPLACE extender una muy afectuosa y merecida felicitación a nuestro querido y entrañable amigo el Dr. Roberto Stark por el honroso reconocimiento del American Concrete Institute (ACI) al nombrarlo **MIEMBRO DEL CONSEJO DIRECTIVO**, asignado por Ronald G. Burg, Vicepresidente Ejecutivo de dicha asociación. El importante cargo tendrá una vigencia de 3 años y entre las principales labores de tan importante asignación están: supervisar y formar parte de las decisiones de ACI para definir las medidas, acciones de la asociación para promover el uso del concreto en las edificaciones; elaboración de los planes estratégicos; promoción de nuevas tecnologías e innovaciones; participación en los planes de capacitación y educación, entre otros.

Roberto Stark, Presidente de la empresa Stark+Ortiz, S.C., firma consultora basada en la Ciudad de México que se dedica a proveer de servicios de diseño estructural para proyectos urbanos y de infraestructura.



EXPERIENCIA DEL DR. ROBERTO STARK

EL DR. STARK se graduó en Ingeniería Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México y recibió los títulos de Maestría y Doctorado de la Universidad de Illinois, Urbana - Champaign.

El Dr. Stark se ha desempeñado como diseñador en estructuras y consultor por más de 30 años, en estructuras de concreto reforzado y presforzado. Ha diseñado una variedad de estructuras que se incluyen: obras de infraestructura, hoteles, hospitales, oficinas, sucursales bancarias, edificios habitacionales, centros de exhibición. Ha participado en la revisión de más de 1,200 edificios. Actualmente está involucrado en el diseño estructural de los edificios más altos de México.

Adicionalmente es profesor en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México desde 1979 y fue jefe de la Sección de Estructuras de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, UNAM durante el período de 1988 a 1992. Es miembro con derecho a voto del comité 318 del Instituto Americano del Concreto sobre el Reglamento de las construcciones (desde 1995). En 2001 se hace acreedor de la distinción de miembro "Fellow" del Instituto Americano del Concreto, ACI. El Dr. Stark ha impartido más de 200 seminarios sobre estructuras en México, Estados Unidos, Ecuador, Perú, Brasil, Guatemala y Colombia. En 2008 recibió el reconocimiento del ACI por su labor docente en el área del concreto en Latinoamérica. Recientemente es nombrado como Miembro del Consejo Directivo del ACI para el período 2015 al 2018.

El Dr. Stark pertenece a varios comités de ACI como son: **Comité 318 del Código de Construcción de Estructuras; el sub - comité 318-H de Previsiones sísmicas; 318-S Comité de Traducción; el Comité Internacional; el Comité ISO-TC/71; el Comité 369 de Reparación y Rehabilitación Sísmica; el Comité 374 de Diseño Sísmico de Estructuras de Concreto.** **C**



55 años del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC), surgió el 23 de septiembre de 1959.

El IMCYC ha sido un baluarte en el avance y desarrollo de las tecnologías, el buen uso y aplicación del cemento y del concreto en México.

Cuando, hace 55 años, el Instituto inició sus actividades, lo hizo con el firme propósito de fomentar y propagar el uso del cemento Portland en todo el territorio nacional. A lo largo del tiempo, este propósito ha inspirado el quehacer de su directiva y sus miembros, fraguando y dando forma al actual IMCYC, logrando el reconocimiento que tiene a nivel nacional e internacional.

La pasión y la constancia han sido los principios esenciales de cada uno de sus líderes. Para el licenciado Jorge L. Sánchez Laparade,

Raquel Ochoa

actual presidente del IMCYC: "Hay mucho por hacer como presidente del IMCYC, pero es algo que me apasiona. El Instituto es ahora mismo una de las organizaciones más importantes de Iberoamérica; pero quisiera que pronto seamos el mejor de toda la región".

MÁS DE MEDIO SIGLO FRAGUANDO EL CAMINO

Por más de cinco décadas (1959-2014) el IMCYC ha sido una experiencia abierta, aún hay mucho camino por fraguar. Durante estos años, grandes personalidades han dejado sus enseñanzas como legado que bosqueja al actual Instituto.

Y es que, durante estos 55 años, sus líderes, han apuntado y puntualizando el buen uso y

12

| 1959

Inicia actividades el Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto.



| 1967

Se anuncia en la revista la creación del Departamento de Análisis Técnico del IMCYC.

| 1982

La revista informa de la primera colaboración entre el IMCYC y la ASINEA, con el fin de apoyar los proyectos de estudiantes arquitectura de distintas universidades.

| 1988

Se informa en la revista que el Laboratorio del IMCYC recibe la acreditación de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.



| 2002

Se instituye el Premio Popol Vuh del IMCYC, para motivar la publicación de libros inéditos que sirvan de auxilio en la edificación de estructuras de concreto.



aplicación del concreto a la par con las exigencias del entorno social y productivo del México moderno y su inserción en la economía global, impulsando las innovaciones, tendencias y requerimientos importantes de la sociedad.

Actualmente, el IMCYC se prepara para afrontar los retos que ofrece el cambio del entorno nacional y mundial. Para ello continuará su labor de apoyo hacia la conquista de nuevos logros en la industria de la construcción, el buen uso y aplicación del cemento y del concreto, el desarrollo e implementación de normas y tecnologías sustentables, entre otros.

Sus principios imprescindibles como el dinamismo, creatividad y entusiasmo son pilares que fortalecen su permanencia en el camino del México moderno. Sólo así es posible transformar y continuar su labor primordial: brindar soluciones técnicas y educativas. "El IMCYC ha sido un pilar para la educación de muchos ingenieros, y eso se pone de manifiesto en cada uno de los foros nacionales e internacionales donde se ha tenido presencia", enfatiza orgulloso, Jorge L. Sánchez Laparade.

A decir de Ingeniero Daniel Dámazo Juárez, actual director general del IMCYC, el Instituto "ha atravesado etapas críticas pero al paso del tiempo, ha logrado ganar prestigio a nivel nacional e internacional". Agrega que hoy en día se tienen importantes convenios con instituciones significativas e influyentes como el American Concrete Institute (ACI), la Portland Cement Association (PCA) y el Japan Concrete Institute (JCI), entre otros".

Indiscutiblemente la esencia del Instituto es ofrecer soluciones educativas

y técnicas que apuntalen la educación y formación de los profesionales de la construcción y, en particular, de la industria del cemento y del concreto conformada por los principales miembros del consejo directivo del IMCYC.

En este sentido, la apuesta es fortificar los servicios de laboratorio y asesorías; continuar con la importante labor de difusión mediante su revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, el fondo editorial y publicaciones internacionales; capacitar a ingenieros y profesionales mediante certificaciones y cursos del área de enseñanza; promover la investigación mediante el Journal indexado: *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*; y seguir ofreciendo a la industria un importante acervo digital y centro de documentación.

Así las cosas, a sus 55 años el IMCYC continúa su apuesta en la promoción y eficiencia del buen uso del concreto y del cemento, con plena convicción de que este camino contribuirá en la evolución y desarrollo del México moderno y globalizado.

Agradecemos a toda la industria, miembros del IMCYC, profesorado, los lectores y empresas en general la confianza y el apoyo durante todos estos años de intensa labor y deseamos poder seguir ofreciéndoles las mejores soluciones y alternativas. **C**

2004

Los laboratorios del IMCYC reciben la certificación IAS e ISO 2000.



2009

Se inaugura el evento Foro Internacional del Concreto (FIC 2009).



2009

El IMCYC publica el primer número del Journal. Concreto y Cemento, Investigación y Desarrollo.



2011

Se crea el Concurso Nacional de Diseño de Mezclas.



2013

Indexación del Journal. Concreto y Cemento, Investigación y Desarrollo por parte del CONACYT.



Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: evidaud@mail.imcyc.com



PAVIMENTOS

Pavimentos porosos (Parte II)

A LA HORA DE construir los Pavimentos Porosos (PP), además de los cuidados propios de cualquier proceso, deben considerarse otros elementos con especial atención. El PP debe tener un perfil relativamente plano; si se aplica sobre una pendiente pronunciada, el agua de lluvia absorbida por la capa de concreto poroso comenzará a escurrir en la sub-base, generando sub-presiones que pueden dañar las losas. Si las pendientes requeridas son mayores al 1%, se deben construir barreras impermeables perpendiculares al escurrimiento.

Al contener esta mezcla muy poca agua, se debe humedecer la sub-base antes del colado; en caso contrario, la sub-base seca acelerará el tiempo disponible para la colocación, compactación y fraguado del PP en terreno.

El ancho aconsejado de aplicación fluctúa entre 3 y 5 metros, al igual que en los pavimentos tradicionales de concreto. Las guías laterales son similares a las convencionales, diferenciándose por la inclusión de un listón de madera adherido sobre éstas para establecer un sobreespesor de compactación. Una vez que el concreto ha sido esparcido y nivelado, estos listones son removidos para poder compactar la mezcla con un rodillo del ancho total de la losa. Los listones empleados pueden llegar a ser de 2 cm, dependiendo de la consistencia de la mezcla y del espesor del pavimento.

El sistema de vibrado empleado es del tipo "strike off", o de impacto superficial. En la mayoría de los casos se recomienda usar un vibrador mecánico en el modo más lento posible; si se implementan frecuencias de vibrado altas, lo más probable es que el concreto se sobre-compacte; alterándose así la permeabilidad. Inmediatamente después del vibrado de impacto, se debe utilizar un rodillo pesado de hierro, del ancho total de la losa, para compactar la mezcla a la altura de las guías. La experiencia muestra que las juntas longitudinales son más susceptibles al des-

conche; una compactación adicional en esta zona es necesaria para evitar la aparición de estas fallas.

El paso del rodillo debe terminarse no más allá de 20 minutos después de la vibración de impactos. Debido a la textura abierta de la mezcla, la pérdida de humedad se produce a gran velocidad y el inicio del fraguado es muy rápido. Además, un rodillado tardío produce agrietamiento superficial e incrementa la posibilidad de aparición futura de fallas, como desconches o grietas mayores.

Usualmente no es necesario realizar operaciones de terminación después de la compactación, no siendo recomendables operaciones como pulimento pues puede obstruir o sellar los poros de la superficie disminuyendo su permeabilidad. No obstante, debe corregirse cualquier defecto superficial inmediatamente en forma manual.

Las juntas requeridas en los PP difieren a las convencionales, debido a que este tiene menos de un tercio de la retracción de un concreto común. El espaciamiento de las juntas transversales es de aproximadamente de 15 a 20 metros. En este caso, los equipos convencionales no son aplicables, debiendo utilizarse un rodillo especial con una hoja filosa. La experiencia ha mostrado que las juntas de dilatación térmica no son necesarias en estos pavimentos.

El curado es uno de los elementos fundamentales para obtener un pavimento con las condiciones deseadas. Este proceso requiere una mayor atención y cuidado que el que se tiene en los pavimentos de concreto convencionales; debido a la gran superficie de contacto del material con el ambiente.

Un incorrecto proceso de curado en los primeros 7 días puede reducir la durabilidad de la superficie en un 60%. El método de curado más común, es cubrir la superficie y los costados con una membrana de polietileno. El proceso de curado debe comenzar inmediatamente después de compactar y producir las juntas transversales. **C**



REFERENCIAS:

De Solminihac H., Castro J., "Pavimentos Porosos de Hormigón: Una Opción para Mitigar los Efectos de las aguas de lluvias", adaptado de lo publicado en la revista "BIT: La Revista Técnica de la Construcción", Chile. Junio 2002.



REPARACIÓN

Capas ultradelgadas de concreto sobre el concreto asfáltico

LA TÉCNICA DEL RECUBRIMIENTO de una capa de concreto sobre una carpeta de concreto asfáltico existente, se conoce con el nombre de "whitetopping". En general se clasifica en función del espesor de la capa de recubrimiento: en convencional con espesores de 15 cm o mayores, o ultradelgadas con un grosor de 10 cm o menos. El convencional se ha utilizado en Estados Unidos (EU) desde 1918 y el de capas ultradelgadas (Ultra Thin White topping), es una tecnología de desarrollo más reciente. Las experiencias realizadas en Louisville (Kentucky) en 1991 comprobaron la viabilidad de esta tecnología.

Hacia fines del 2002 se llevaban construidos 312 proyectos en EU, que involucra una superficie cercana a 840,000 m² distribuidos en 35 estados; en Argentina también se tienen algunas experiencias.

Los recubrimientos con capas delgadas pueden soportar cargas típicas correspondientes a tránsito liviano y mediano. Por otra parte es habitual la utilización de la técnica "Fast Track" para habilitación rápida al tránsito; en este caso se refiere que se han elaborado mezclas con aditivos superfluidificantes y fibras de polipropileno.

Para un adecuado funcionamiento, es fundamental lograr una buena adherencia entre la capa de concreto y la del asfalto existente; de modo tal que el pavimento se comporte como una estructura compuesta. Lo anterior disminuye significativamente los esfuerzos de tensión que se generan en la parte inferior de la losa, incrementando la capacidad estructural del pavimento.

Otras evidencias que se tienen de los antecedentes definidos son que el deterioro más usual es la fisuración en esquinas y que el espesor de la carpeta de concreto asfáltico (que debe de estar estructuralmente sana) debe tener como mínimo 7.5 cm. Para describir el comportamiento de este tipo de pavimentos serán válidos sólo los modelos y teorías que tengan en cuenta el efecto de adherencia.

Por último, la distancia entre juntas juega un papel importante en el comportamiento del pavimento; al respecto se recomienda un espaciamiento de 12 a 18 veces el espesor de la losa. La menor distancia entre juntas disminuye la posibilidad de fisuración por causas térmicas y contracción por secado, así

como también facilita la transferencia de carga entre losas debido a la trabazón de los agregados; asimismo contribuye a que predominen los esfuerzos de compresión sobre los de flexión.

En otro orden, se conoce que la tecnología del recubrimiento con capas delgadas de concreto es esencialmente una estrategia de mantenimiento limitada por factores del pavimento existente, y no necesariamente puede diseñarse para un período de 20 ó 30 años, como sucede para un pavimento de concreto convencional.

La American Concrete Pavement Association (ACPA) ha desarrollado una guía que proporciona la capacidad de carga y la vida útil, con tablas basadas en un análisis mecánico y su correlación, con el desempeño en servicio de los proyectos construidos en EU. De acuerdo a lo anterior, hace unos años en Argentina se llevó a cabo un proyecto, en donde se tenía como objetivo la consideración de dos variables importantes para evaluar el comportamiento en servicio del pavimento. La primera variable es la influencia de la distancia entre juntas en el comportamiento estructural del pavimento, especialmente en lo que se refiere a la adherencia entre la capa de concreto y la de concreto asfáltico subyacente; y la segunda la evaluación de la influencia de la adición de fibras de polipropileno para el control de la fisuración por contracción plástica en estado fresco, así como para el posible aumento de la tenacidad y del control de la fisuración en el estado endurecido.

Del estudio de referencia se concluyó que la metodología de "Fast Track", no solo involucra el diseño adecuado de la mezcla, sino también una cuidadosa programación de las etapas constructivas. En general, su aplicación permitió acortar significativamente los tiempos de ejecución y por consiguiente, las molestias a los usuarios. Por otra parte, la técnica del recubrimiento con capas delgadas de concreto resulta una alternativa de rehabilitación adecuada para solucionar problemas derivados de la acción combinada de cargas actuantes.

Otra de las conclusiones es el hecho de que el control periódico del comportamiento del tramo en estudio, permitirá verificar la evolución del grado de deterioro y con ello la validez del cálculo de vida útil estimado en función de la experiencia aportada por los proyectos ejecutados previamente en los EUA. **C**

REFERENCIAS:

Fava C., Fornasier G., Schwartzer F., Zitzer I., "Recubrimientos ultradelgados de hormigón: aplicación en pavimentación urbana", Revista Hormigonar, No. 1, Año 1, 2003.



REFUGIOS

Antiguo silo nuclear convertido en refugio de lujo

S I SE APROXIMA EL fin del mundo, mejor que te encuentre bien cómodo en casa. Es la idea que sustenta la construcción de un condominio de lujo con todas las comodidades modernas y a partir de un silo nuclear abandonado en Estados Unidos.

Se refiere en esta nota a una infraestructura en desuso en un subterráneo de Kansas y que ha sido equipada con las mayores comodidades jamás pensadas, entre las que figuran: alberca, cine y hasta una biblioteca. Todo con el firme propósito de que este hogar proteja a sus refugiados del apocalipsis que sobreviene con el tan nombrado "fin del mundo".

Pues bien, un grupo de millonarios está construyendo pisos de este tipo bajo las praderas de Kansas. Se enuncia que el emplazamiento es un silo de misiles abandonado (silo nuclear) y que en su interior albergará viviendas destinadas a soportarlo todo; desde el colapso económico y las fuertes radiaciones solares, hasta los ataques terroristas, las pandemias, y hasta la escasez de alimentos.

Hasta el momento, cuatro compradores han pagado un total de siete millones de dólares por hacerse con uno de estos paraísos donde refugiarse en caso del "desastre final". Algunos afirman que con las intensas radiaciones solares pueda colapsar la red eléctrica

y sobrevenirse el caos, del cual se protegerían en el "silo refugio".

Estos pisos han recibido el nombre de «preppers del fin del mundo», y han sido comprados ya por gente que teme que la radiación de las llamaradas solares, causen el colapso de nuestra civilización. Anuncian las fuentes que muchos usarán su condominio sobre todo como casa de vacaciones.

Esta estructura soterrada fue construida para soportar una explosión atómica; por lo que la seguridad en su interior está más que probada con muros de concreto de 9 m de espesor, y a una profundidad que se extiende hasta 53 metros bajo tierra.

Todas las viviendas cuentan con sala, chimenea y baños, incluso doble. Se dice que esta no es la primera vez que alguien compra un silo abandonado de misiles nucleares y transforma al menos parte de este, en un refugio.

Por ahora, escaleras de acero se extienden en toda la altura para conectar cada nivel; aunque se cree que en un futuro se puedan adicionar elevadores, que las reemplazarán. Las unidades se encuentran dentro de un núcleo de acero y concreto en el interior de las paredes de concreto original, lo que los hace menos vulnerable también a la acción de los terremotos.

La edificación contará en la planta superior, con una estructura de refuerzo exterior que le dará una mayor seguridad. En otra de las plantas se construirá la piscina, la sala de cine y la biblioteca.

También el silo modificad- contará en su interior con pisos para un centro médico y una escuela, así como complejos sistemas de soporte vital que suministren energía convencional y/o molinos de viento u otros sistemas autónomos, que garanticen la generación de otros tipos de energía. **C**

REFERENCIAS:

<http://www.nowtheendbegins.com/blog/?p=9681>, "The 'Doomsday Shelters' Now Being Built Below Kansas Prairie From WWII Missile Silos", publicado el 10-04-2012 en: "The Magazine of Record for the Last Days".
<http://www.abc.es/20120411/tecnologia/abci-refugio-apocalipsis-kansas-201204111228.html>, "Convierten un silo nuclear en un refugio de lujo para el apocalipsis", publicado el 11-04-2012 en: "ABC.es: Tecnología".





CONSTRUCCIÓN

Recomendaciones prácticas para la construcción de pavimentos de concreto (Parte I)

PARA CONSTRUIR PAVIMENTOS de concreto que cumplan con las expectativas esperadas durante su vida útil y sean durables, es indispensable seguir unos procedimientos apropiados en la preparación de la base de soporte, el manejo y la colocación de la mezcla, la compactación del concreto, el acabado de la superficie y la protección y curado de las losas.

Primero, para colar losas de concreto, hay que tener en cuenta que la rasante esté libre de materia orgánica o materiales sueltos; con una capacidad de soporte uniforme, a nivel o con una pendiente apropiada, y bien drenada. Solo así podrán evitarse inconvenientes como grietas, asentamiento plástico, asentamiento diferencial, e incluso fallas estructurales.

También es conveniente que la superficie de la rasante esté nivelada, lo que permite la nivelación del espesor de la capa de concreto y llevar un control apropiado del volumen colocado. Si bien es cierto que la subrasante debe humedecerse con agua antes del vaciado, es importante que esta no forme charcos ni lodo; para no alterar la relación agua/cemento, o no se contamine la mezcla.

Para efectos del vaciado, es indispensable coordinar el suministro de acuerdo con la velocidad de extendido, nivelado, vibrado y acabado; pues estas operaciones deben adelantarse antes de que el agua de exudación aflore y se acumule en la superficie. Adicionalmente, las cimbras laterales y las intermedias deben fijarse firmemente y con exactitud al espesor y perfil especificados para la superficie acabada.

Por lo general, el concreto que se haya mantenido en agitación se puede colocar y compactar dentro de la primera hora y media posterior al mezclado (a veces hasta 2 horas). El vaciado debe comenzar en el punto más alejado e ir avanzando hacia la fuente de suministro. Para superficies horizontales, el vaciado deberá comenzar a lo largo del perímetro del elemento en uno de sus extremos, descargando la mezcla nueva contra el concreto previamente colocado. No es conveniente vaciarlo en montones separados o corridos para luego esparcirlo y nivelarlo, pues puede producirse segregación. Cuando se requiere colocar concreto sobre superficies inclinadas, la mezcla se debe vaciar desde la posición más baja y continuar hacia arriba, para así evitar la segregación.

El concreto que presente síntomas de fraguado inicial, que se haya endurecido parcialmente, o esté contaminado por materiales extraños, no debe depositarse; su descarga debe hacerse tan cerca como sea posible a su posición final; teniendo en cuenta que la caída libre máxima permisible está entre 0.90 m y 1.2 m. Cuando se supere esta distancia, debe proveerse algún mecanismo que atenúe la caída libre y la segregación.

La consolidación y nivelación, se pueden adelantar con vibradores de aguja y boquilleras; aunque lo más recomendable en pisos es el uso de reglas vibratorias superficiales.

Cuando se utilizan vibradores internos, el vibrado se efectúa insertando la aguja dentro del concreto en forma vertical, a intervalos regulares, y permitiéndole que descienda por gravedad hasta el fondo de la capa que se está vaciando. Cada capa debe ser de la misma longitud de la cabeza del vibrador. En términos generales la distancia entre inserciones deberá ser de aproximadamente 1.5 veces el radio de acción; de manera que el área de influencia afecte el traslape con el área adyacente (previamente vibrada), unos cuantos centímetros.

Si existe una capa subyacente, la aguja debe penetrar por lo menos 15 cm dentro de la capa inferior para que produzca una revibración y se obtenga una estructura monolítica sin juntas de construcción. En cuanto al radio de acción del vibrador (distancia hasta la cual el vibrador compacta el concreto a su alrededor), el ACI309 indica los valores apropiados a cada grupo de vibradores.

Se sugiere que el vibrador se mantenga estacionario hasta lograr una consolidación apropiada y luego se retire lentamente. Un tiempo de inserción de 5 a 15 segundos provee una compactación adecuada, hasta la aparición de una película delgada de pasta brillante alrededor de la cabeza del vibrador.

Los vibradores externos superficiales o reglas vibratorias, se usan para compactar el concreto desde la superficie de las losas. En estos casos, las mezclas se diseñan para que el asentamiento no supere los 75 mm, con el fin de limitar el contenido de mortero superficial. Para lograr una compactación adecuada con una regla vibratoria sencilla, es necesario pasarla sobre el concreto dos veces; la primera, para confinar el concreto; y la segunda, para dar el acabado superficial. Las reglas vibratorias dobles basta pasarlas una sola vez para vibrar y acabar superficialmente el concreto de la losa. **C**

REFERENCIAS:

Sánchez de Guzmán D., "Recomendaciones prácticas para la Construcción de Pavimentos de Concreto", Revista ISCYC, No. 47, Año 12, 2007.



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES:

IMPETUOSOS Y MODERNOS pavimentos de concreto dan forma a la edificación de modernas autopistas que surcan los caminos y acortan las distancias que erigen al México competitivo del siglo XXI.



Pavimentos de concreto y modernización carretera en México

P

avimientos de concreto que transforman la infraestructura y competitividad carretera bajo los preceptos de eficiencia, seguridad, calidad, elevación de capacidad de tránsito, disminución de tiempos de traslado y de costos, entre otras particulares van trazando el perfil de altura de la red carretera en México.

Impetuosa y moderna "la construcción de grandes obras y el desarrollo de proyectos estratégicos en toda la geografía nacional" surcan los caminos y acortan las distancias que edifican el México competitivo y globalizado del siglo XXI.

Al presentar el Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018, el primer mandatario de México, Enrique Peña Nieto, apuntó



que el objetivo es edificar "una nación mejor comunicada, con carreteras en buen estado y autopistas de altas especificaciones en los ejes troncales, con tránsito vehicular más fluido en los grandes ciudades, gracias a libramientos, distribuidores viales y segundos pisos".

En este contexto, la Revista *Construcción y Tecnología en Concreto*, con información de la presidencia de la República y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), así como la entrevista realizada a la Ingeniera Grethel Martínez, del Centro de Tecnología Cemento y Concreto de CEMEX (CTCC), puntualiza la incidencia estratégica de los pavimentos de concreto en la modernización y transformación de la infraestructura carretera del México moderno.

Cual vasos comunicantes, el desarrollo y modernización de la infraestructura de la red carretera es esencial para el crecimiento del país. Sus articulaciones contribuyen a incrementar la cadena de valor de diversos sectores productivos, y por ende elevan la competitividad de la economía nacional.

La idea de la presente administración es elevar la competitividad del desempeño de la infraestructura carretera del país, para que responda al tamaño e importancia económica de México. En este sentido, una de las prioridades del gasto público es alcanzar la meta de cimentar varios proyectos carreteros correspondientes a: autopistas (46); carre-



Raquel Ochoa



www.facebook.com/Cytimcyc



@Cement_concrete

Fotografías: Secretaría de Comunicaciones y Transportes



terras (49), libramientos (33); entronques y puentes (22), que en conjunto integran 5,410 kilómetros, para los cual se requiere una derrama de económica de 386,255 millones de pesos.

Las grandes obras que encabezan el perfil de altura del proyecto carretero están ubicadas en los siguientes Estados: Veracruz, Yucatán, Quintana Roo, Morelos, Sonora y Zacatecas.

Entre ellas, eficiente y soberbia, se extiende una de las autopistas más emblemáticas: la México-Tuxpan con más de 280 kilómetros, que acortan los tiempos -en un promedio de dos horas y 45 minutos- entre el puerto de Tuxpan, en Veracruz y el Valle de México, pasando por los estados de Veracruz, Puebla, Estado de México y el Distrito Federal.

En conjunto, el objetivo del proyecto de infraestructura carretera alcanzará aproximadamente 538.70 kilómetros de pavimentos de concreto. De acuerdo con información de la SCT, este año serán concluidos los trabajos de 18 obras carreteras, que van desde ampliaciones hasta modernas autopistas.

La modernización de la red carretera posiciona al país en mejores condiciones competitivas en indicadores tales como el transporte, el comercio, la capacidad



Los Cinco Proyectos carreteros estratégicos del Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018

- México-Tuxpan
- Oaxaca-Istmo
- Tuxpan-Tampico
- Atizapán-Atlacomulco
- Cardel-Poza Rica

de carga, precios de traslado, entre otros marcadores de competencia internacional.

Y es que, a través de las arterias de la red carretera se moviliza el mayor porcentaje de transporte de carga (55% del total) y de personas (98% del total) que transitan por el territorio mexicano. Según datos de la SCT, para atender la demanda carretera, México cuenta con 377,660 km de longitud carretera, dividida entre red federal (49,652 km), carreteras alimentadoras estatales (83,983 km), la red rural (169,429 km) y brechas mejoradas (74,596 km).





No obstante que la infraestructura carretera logra conectar gran parte de los nodos estratégicos del país, algunos tramos presentan problemas de saturación, sobre todo los que conectan a las principales ciudades del centro del país. Además, de que existen problemas de conexión a escala local denominadas de "último kilómetro", como lo son acceso a puertos, cruces internacionales y entradas a las ciudades.

Con el propósito de construir un sistema carretero competitivo y eficiente, el gobierno federal ha implementado, a través,

del Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018, estrategias que coadyuvarán en el fortalecimiento de la infraestructura carretera.

PAVIMENTOS DE CONCRETO

De manera sostenida y a la par con el desarrollo, la modernidad y competitividad de la red carretera, la tecnología de los materiales ha venido evolucionando contribuyendo a incrementar el ciclo de vida, la calidad, seguridad y eficiencia de los pavimentos. La idea es la migración de los procesos constructivos de pavimentos asfaltados por los de concreto, insumo que brinda mayor resistencia y duración con menores costos de inversión.

GERARDO RUIZ ESPARZA

Secretario de Telecomunicaciones y Transportes.





Ventajas de los pavimentos de concreto



Grethel Martínez del CTCC, apunta que hasta hace algunos años en México sólo se construían pavimentos con carpeta asfáltica, esto significaba una vida útil corta y altos costos de mantenimiento. No obstante, para 1993, CEMEX comienza la introducción de los pavimentos de concreto hidráulico en México, logrando una mayor durabilidad en la red carretera nacional. "Las tecnologías de concreto consideran en el diseño de pavimentos: la resistencia adecuada, la durabilidad del concreto y todos los agentes externos de exposición a los que estará sujeto el pavimento, para elaborar la mezcla apropiada y definir las recomendaciones en su colocación", puntualiza la misma entrevistada.

Agrega que, "se deben de realizar los proporcionamientos de mezcla adecuados, con ciertas relaciones agua/cemento, utilizando aditivos de última generación que permita una reducción de agua en la mezcla y que den la trabajabilidad adecuada al concreto aun con revenimientos bajos como los utilizados en autopistas. Otro aspecto importante para lograr esta durabilidad tiene que ver con los materiales que forman la estructura de soporte, es importante conocer con detalle las características de los mismos y sus grados de compactación apoyados con los estudios de mecánica de suelos de la ruta".

Normalmente un pavimento de concreto hidráulico requiere una inversión inicial -entre 5 y 20 por ciento- mayor que un pavimento asfáltico; sin embargo, después de la primera o segunda acción de mantenimiento

Entre las principales ventajas de un pavimento de concreto hidráulico la ingeniera del CTCC, enumera:

- **Durabilidad:** Las carreteras de concreto pueden ser diseñadas para 50 años o más, y duran alrededor de tres veces más que las de asfalto, antes de requerir trabajos importantes de rehabilitación.
- **Bajo costo de mantenimiento:** Al requerir mínimos trabajos de conservación y en periodos mayores, se recupera la inversión inicial en el corto y mediano plazo. Los ahorros en mantenimiento son superiores al 90%.
- **Seguridad:** El concreto hidráulico colocado bajo las especificaciones y con los equipos adecuados permite lograr una superficie de rodamiento con alto grado de planicidad y dada su rigidez esta superficie permanece plana durante toda su vida útil. Otro fenómeno que se evita con la utilización del concreto hidráulico es la formación de severas deformaciones en las zonas de arranque y de frenado que hacen a los pavimentos ser más inseguros y maltratan fuertemente los vehículos. Finalmente, por el color claro del pavimento de concreto hidráulico se tiene una mejor visibilidad en caso de transitar de noche o en la oscuridad de días nublados.
- **Altos índices de servicio:** Siguiendo las recomendaciones de construcción adecuadas se puede proveer al pavimento de una superficie altamente antiderrapante. La utilización de nuevas tecnologías de materiales y procesos constructivos permite mantener estos índices de servicio, evitando la presencia de escalonamientos en las losas sobretodo en tramos donde el tráfico es significativamente pesado.
- **Mejor distribución de esfuerzos:** Dada la rigidez de la losa los esfuerzos que se transmiten a las capas inferiores del pavimento se distribuyen de una manera prácticamente uniforme, cosa contraria a lo que sucede con los pavimentos flexibles en donde las cargas vehiculares concentran un gran porcentaje de su esfuerzo exactamente debajo del punto de aplicación de la carga y que se van disminuyendo conforme se alejan de la misma, lo que permite una mejor condición y menor deterioro de los suelos de soporte.



Autopistas que se suman a la red carretera

- **Total:**
46 autopistas.
- **Total de kilómetros que agregan las 46 autopistas nuevas:**
2,772 kilómetros en la red federal de carreteras de cuotas.
- **Estatus del proyecto constructivo de nuevas autopistas hasta septiembre 2014:**
Construidas (5); en proceso de construcción (27) y en proceso de preparación de concursos (14).



periódico, se recupera dicha inversión. Lo anterior implica que los costos acumulados (construcción y mantenimiento) del pavimento asfáltico empiezan a ser mayores entre el tercer y séptimo año; al final de 20 ó 30 años, la alternativa en pavimento de concreto resulta ser más económica entre un 5 a 25 por ciento o más, explicó la ingeniera.

A nivel de sustentabilidad "los pavimentos de concreto acumulan una menor

cantidad de calor debido a la mayor reflexión que permite su superficie de color claro. Esto reduce de manera importante la alteración de las condiciones climáticas que provoca un pavimento, especialmente en una zona urbana, así que el uso de pavimentos de concreto contribuye de manera muy significativa en la reducción del efecto de isla de calor".

Asimismo, "una de las ventajas más significativas de los pavimentos de concreto hidráulico es su durabilidad y para lograrla es importante considerar la resistencia adecuada del concreto ante las sollicitaciones mecánicas de todos los agentes externos de exposición a los que estará sujeto el pavimento para elaborar la mezcla apropiada lo que considera materiales innovadores como aditivos y fibras de última generación. Así las cosas, podemos afirmar que la alternativa de pavimentación con concreto hidráulico es una realidad en nuestro país", finalizó Grethel Martínez. **C**





Centro de Actualización Profesional
e Innovación Tecnológica del CICM

ESPECIALIDADES

Un enfoque interdisciplinario
para profesionistas con visión

El CAPIT es una institución educativa de primer nivel creada por el Colegio de Ingenieros Civiles de México que ofrece cursos, diplomados, especialidades y certificación a los profesionales de carreras relacionadas con la planeación, construcción, operación y administración de proyectos de infraestructura.



Valuación de Inmuebles

REVOE SEP No. 2005369, 17 junio 2005, REGISTRO DGP 625728

Especialidad dirigida a ingenieros civiles, arquitectos, actuarios, economistas, contadores, administradores y todos aquellos profesionales interesados en la valuación de propiedades comerciales, industriales y habitacionales. El egresado será capaz de ejercer en el mercado inmobiliario.



Valuación de Negocios en Marcha

REVOE SEP No. 2005370, 17 junio 2005 Registro DGP 625753

El egresado conocerá los procesos y técnicas aceptadas para determinar el valor de las empresas para fines de administración y comercialización. La especialidad está dirigida a ingenieros civiles, arquitectos, contadores, economistas, administradores y todo aquel profesional interesado en la valuación industrial.



Administración de Proyectos de Infraestructura

REVOE SEP No. 2005371, 17 junio 2005, Registro DGP 625754

Especialidad diseñada para ingenieros civiles, arquitectos, administradores y todos los profesionales interesados en el conocimiento necesario para administrar procesos, manejar recursos humanos y ejercer el liderazgo en los proyectos de infraestructura.

Inscripciones abiertas-Cupo limitado

Inicio de clases febrero de 2015

Reconocimiento con validez oficial de estudios SEP

Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.
Camino a Santa Teresa 187, Col. Parques del Pedregal 14010 Delegación Tlalpan, México D.F.
www.cicm.org.mx teléfono 56062323



Materiales de reparación para pavimentos de concreto

Eduardo de J. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Maestría en Ingeniería.

Su correo electrónico es: evidaud@mail.imcyc.com

Ingrid N. Vidaud Quintana

Ingeniero Civil/Doctorado en Ciencias.

Su correo electrónico es: ingrid@fco.uo.edu.cu

Desde el punto de vista del material componente, los materiales utilizados para la reparación de estructuras de concreto se pueden dividir en dos tipos: aquellos materiales de reparación a base de cemento y los modificados con polímeros. Se presenta en este escrito una breve reseña de los elaborados a base de cemento (**Fig. 1**) y de su aplicación en la reparación de elementos de concreto, entre los que los pavimentos tienen un lugar importante.

Existen varios tipos de materiales cementantes que se emplean frecuentemente para reparar estructuras de concreto. Entre estos podría hablarse no solo del concreto a base de cemento Portland; sino también de otros concretos como los que se elaboran a base de yeso, fosfato de magnesio, o también con altos contenidos de alúmina.

El concreto elaborado a base de cemento Portland es el material de reparación más utilizado; también conocido como Concreto de Cemento Portland (CCP) y debiendo cumplir determinados requisitos. Por ejemplo: deben tener resistencias a la compresión mayores a 35 MPa (de acuerdo a lo que se establece en ASTM C 150; 25 MPa a 7 días), con una máxima relación agua-cemento (a/c) de 0.42, y un contenido total de aire ocluido de entre un 6 y 8 %.

Si la estructura de concreto reparada requiere su apertura para ser utilizada con relativa rapidez, como es el caso por lo general de los pavimentos de concreto, se requiere el empleo de materiales de fraguado rápido o de elevada resistencia inicial, en lo que comúnmente se usan los aditivos acelerantes.



Figura 1



Fuente: ATE IMCYC.

Figura 2



Fotografía del equipo empleado en la estimación del cambio de longitud de muestras de mortero o concreto de acuerdo a la norma ASTM C157.

Fuente: www.testmark.net/showitem-386.html.

Un cemento o mortero hidráulico de fraguado rápido debe cumplir con requisitos tales como el tiempo de fraguado inicial, que como mínimo deberá ser de 30 minutos (según lo establecido por ASTM C403 "Método de Prueba Estándar para el Tiempo de Fraguado de mezclas de concreto por Resistencia a la Penetración"). En este caso se requiere que la mezcla tenga la suficiente trabajabilidad para permitir la colocación y compactación antes del fraguado inicial. Otros requerimientos son la resistencia a la compresión mínima, la contracción y la durabilidad ante ciclos de hielo-deshielo.

Respecto a la resistencia mínima se especifica que se deben de alcanzar 8.25 MPa a la edad de dos horas. La expansión/contracción se deberá evaluar según ASTM C157 "Método de Prueba Estándar para Cambio de longitud en Concreto y Mortero de cemento hidráulico endurecido" (Fig. 2), así como la durabilidad ante los ciclos hielo -deshielo de acuerdo con ASTM C666 "Método de Prueba Estándar para la Resistencia del Concreto a ciclos rápidos de hielo y deshielo". Otros requerimientos a tener en cuenta son: el uso de productos sin cloruros y la utilización del cemento antes de que expire su vida útil especificada.

En muchas ocasiones se tiende a reducir el período de reparación debido a que los procesos se llevan a cabo en construcciones en operación; por lo que se hace muy demandado el empleo de materiales de reparación con los que puedan obtenerse elevadas resistencias iniciales para diversas aplicaciones; en este caso suelen ser muy utilizados los aditivos superplastificantes.

El caso de la reparación de pavimentos de concreto, no es la excepción. Además de los productos elaborados a base de epóxicos, metacrilatos (metil metacrilato), microsilica, cementos de fosfato de magnesio, y cemento base yeso; los concretos de cemento Portland pueden ser una solución eficaz para la reparación de estas estructuras; mayormente cuando se requiere de la sustitución total del pavimento o de parte de este.

En general el concreto elaborado con cemento Portland, a edad temprana, puede desarrollar niveles de resistencia a la compresión mayor a los 20 MPa a 3 días, en cuyo caso se pueden usar aditivos químicos acelerantes para la mejora de esta propiedad.

Existen tres grupos de acelerantes: los altamente alcalinos, el vidrio de aluminato de calcio finamente molido, y algunos aniones específicos (haluro, nitrato,



Figura 3

Fotografía del pavimento del aeropuerto Heathrow en Londres, Inglaterra.



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Aeropuerto_de_Londres-Heathrow#mediaviewer/Archivo:Heathrow_LON_04_07_77.JPG.

Figura 4



Fotografía del pavimento del aeropuerto Charles de Gaulle en París, Francia.



Fuente: <http://airspot.ru/articles/samie-bolshie-aeroporti-v-mire-2011>

nitrito, formiato, etc.). Los acelerantes altamente alcalinos actúan aumentando el pH de la fase líquida, acelerando así la hidratación del aluminato tricálcico (C_3A). Si se usan silicatos alcalinos, el SiO_2 soluble está inmediatamente disponible para reaccionar con el hidróxido de calcio para formar cantidades adicionales de la fase de CSH.

Por otra parte, si el vidrio de aluminato de calcio finamente molido se mezcla en el cemento Portland, se genera una reacción con el sulfato de calcio presente en el cemento y se forma etringita, trayendo esto como consecuencia la aceleración del proceso inicial de fraguado; aunque también se reduce la resistencia a la compresión a corto plazo. También algunos aniones aceleran el proceso de hidratación del silicato tricálcico (C_3S), lo que contribuye al desarrollo de resistencia a edad temprana, al acortarse el tiempo de fraguado; aunque menos eficazmente que con el uso de aditivos, que por lo general tienden a aumentar el pH de la fase líquida.

De hecho, una investigación patrocinada por el Departamento de Transporte del estado de Oklahoma y por la Administración Federal de Carreteras (ODT y FHWA, por sus siglas en inglés) demostró la posibilidad de producir concretos con buen acabado y trabajabilidad, para su posible uso en la reparación de pavimentos. Con este estudio, los concretos para la reparación de pavimentos, mostraron niveles de resistencia a la compresión mayores a los 30 MPa a tan solo 6 horas, con el empleo de cemento Portland (tipo III según ASTM), así como con aditivos químicos acelerantes, reductores de agua de alto rango e incorporadores de aire; en donde también el calor de hidratación en las primeras edades y las características de la contracción por secado pudieron ser optimizados.

Otros cementicios utilizados en la reparación de pavimentos son los elaborados con cemento de aluminato (o de alta alúmina) y de sulfoaluminato de calcio, y con cemento de fosfato de magnesio. Con el cemento de alta alúmina, cuyo principal constituyente es el aluminato monocálcico, se tiene una más rápida ganancia de resistencia que con el cemento Portland tradicional. Este material debe ser utilizado con relaciones agua-material cementicio menores a 0.40, a fin de atenuar los problemas asociados a la estabilidad intrínseca de la mezcla. Existen reportes del uso de este material en la reparación de los pavimentos de los aeropuertos de Heathrow en Londres (**Fig. 3**), de Glasgow en Escocia, del Charles de Gaulle en París (**Fig. 4**), y de Stuttgart en Alemania.

El cemento de sulfoaluminato de calcio, cuyo principal componente es el sulfoaluminato de calcio anhidro, es un compuesto muy reactivo que combinado con el sulfato de calcio, forma etringita; con lo que se garantiza un fraguado rápido y una elevada resistencia a temprana edad. Alternativamente, con la presencia de cal libre, la formación de etringita será más lenta pero más expansiva; lo que constituye la base para la obtención de los cementos expansivos o de contracción compensada. Estos concretos, además de ganar resistencia con relativa rapidez, manifiestan una buena adherencia y una muy escasa contracción luego de la colocación. Son utilizados como concreto refractario; sin embargo, pueden perder resistencia con el tiempo, debido a las propias reacciones químicas que tienen lugar.

En el cemento de fosfato de magnesio, compuesto por óxido de magnesio y de un fosfato ácido soluble en agua, la velocidad inicial de la reacción a temperatura ambiente es bastante rápida y está asociada a la liberación de calor. Un mortero elaborado con este cemento puede llegar a tener más de 50 MPa, y con él se puede llegar a tener una excelente unión a sustratos de concreto ya existentes; de ahí que su uso se justifica mucho para la reparación de estructuras de concreto, en donde la

preparación de los sustratos resulta trascendental. Este material puede ser utilizado para reparaciones de superficies impermeables, en donde se requiere que el producto se adhiera a superficies limpias y secas.

Diversos estudios han sido desarrollados en torno a los materiales de reparación rápida en concreto a base de fosfatos. Estos materiales suelen elaborarse a partir de la mezcla de óxido de magnesio y polvo de fosfato diácido de amonio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) con bórax.

Algunas investigaciones han evaluado la composición química de referencia, así como las propiedades mecánicas del material de reparación resultante; encontrándose que se trata de un material con una buena adherencia y compatibilidad con el concreto, así como también una baja contracción y una aceptable resistencia a ciclos de congelamiento y deshielo.

Sin embargo, también han demostrado que se trata de materiales extremadamente sensibles a la humedad; en donde pequeños contenidos de agua en la mezcla, disminuyen la resistencia considerablemente. En general, este material de reparación no puede utilizarse con agregados de piedra caliza; ya que al ser un material neutral o ácido débil, no puede proteger al acero de refuerzo de la corrosión. Por otra parte, este tipo de material contiene un alto nivel de iones Na^+ , que pueden causar reacciones indeseadas álcali - sílice en el concreto.

Por su parte, los materiales de reparación a base de yeso (sulfato de calcio) ganan resistencia rápidamente; pudiendo ser utilizados en condiciones en las que la temperatura ambiente está cerca del punto de congelación. Sin embargo, con el concreto de yeso no suele ocurrir lo mismo cuando este se expone a la humedad o al clima húmedo; además de que la presencia de sulfatos libres en la mezcla típica de yeso puede promover la corrosión del acero en estructuras de concreto armado.

En general, si se requiere reparar superficies expuestas a la acción de sales o ciclos de congelación y deshielo, es conveniente un adecuado contenido de aire en el mortero o en el concreto de reparación; para ayudar a que el concreto sea capaz de resistir los requerimientos cíclicos derivados de los fenómenos alternados de congelación y deshielo. En general el congelamiento del agua produce un aumento del volumen del concreto del orden del 10%, que provoca esfuerzos de tensión en la masa de concreto (o de mortero). En estos casos la inclusión de aire en forma de microburbujas uniformemente espaciadas, ayudan a que en estas condiciones, mientras se forman los primeros cristales de hielo (con el consiguiente aumento de volumen) se produzca un proceso de empuje del agua líquida hacia las microburbujas adyacentes; provocando una benéfica reducción de las tensiones internas.

En otro orden, se ha demostrado por muchos investigadores que pueden lograrse Concretos de Temprana Resistencia (CTR), mediante el uso de materiales convencionales; con tradicionales diseños de mezcla, así como con prácticas normales de colocación y curado. Por ejemplo, se conoce de la existencia de concretos de cemento Portland que logran adquirir a 6 horas casi 40 MPa con una relación a/c de 0.40, o de otros concretos que logran adquirir más de 20 MPa a tan solo 4 horas utilizando PVC (Pyrament Blended Cement), con una relación máxima a/c de 0.29.

Los productos cementicios de reparación son aplicados mediante colado general o en capas de espesores limitados. En capas de espesores limitados, puede presentarse el inconveniente de la adherencia de la mezcla de reparación con el sustrato de concreto original; de ahí que se requiera la adecuada preparación de este, así como la aplicación de puentes de adherencia de aceptable y comprobada calidad. **C**

REFERENCIAS:

- Li Z., Leung Ch., y Zi Y. (2009), "Structural Renovation in Concrete". Spon Spress, First Published 2009 by Taylor & Francis, Abingdon, Reino Unido.
- Cement, Concrete & Aggregates Australia (2009), "Concrete Pavement Maintenance/Repair", www.ccaa.com.au.



Innovaciones y tendencias de los pavimentos de concreto

Es de vital importancia mencionar que los conocimientos e investigaciones relacionadas con los pavimentos rígidos van de manera convergente y coincidimos con los puntos de vista de reconocidos especialistas internacionales y que han sido Profesores IMCYC tales como el Dr. Peter Taylor, el Dr. Tom Van Dam, el Dr. Shiraz Tayabji y el Dr. Mohamed Mahgoub por mencionar algunos de ellos ya que están encaminados a ofrecer una mejor comprensión de la práctica sustentable de los pavimentos de concreto.

Se pretende que el lector interesado en estas opiniones sean aquellas personas inmersas en el ámbito de los negocios, profesionales que toman decisiones en las entidades de gobierno, propietarios, fabricantes, proveedores, consultores y contratistas que promueven un beneficio para la sociedad, las estructuras de concreto y por supuesto de los propios particulares.

Los comentarios que se ofrecen presentan algunas respuestas al significado del concepto de sustentabilidad, y el porque la industria de los pavimentos de concreto se preocupa por ofrecer soluciones a este gran tema. Por lo que hay que considerar algunos conceptos tanto en la fase de diseño, los materiales, las operaciones, la preservación y la rehabilitación, así como la reconstrucción y el reciclado.

Materiales para pavimentos de concreto sustentable y sus oportunidades:

- Mejoras en el proceso de manufactura del cemento para un mejor desempeño ambiental.
- Fuentes alternativas para la manufactura de cemento que disminuyan la descomposición de compuestos principalmente a base de carbonato de calcio.
- Reducción de materiales cementantes en el concreto controlando la relación agua/materiales cementantes, w/mc.
- Empleo de materiales cementantes suplementarios.
- Selección de agregados controlando su granulometría, tipo y durabilidad.
- Optimización del agua de mezclado.
- Empleo de aditivos químicos que ofrezcan una solución en la industria de la construcción.
- Diseño del refuerzo y fibras de acero, polímero, carbón, celulosa o vidrio para un mejor comportamiento.

Los nuevos desarrollos que podrían mejorar la sustentabilidad de los pavimentos de concreto y en los que estaremos involucrados próximamente se encuentran los siguientes:

- Pavimentos de concreto en dos capas.
- Sistemas de pavimentos de concreto prefabricado.
- Pavimentos de concreto compactado con rodillos.
- Pavimentos de adoquines de concreto.
- Pavimentos de concreto delgado.
- Pavimentos de concreto permeable.
- Técnicas aceleradas para pavimentos de concreto.
- Revisión de métodos tradicionales de construcción de pavimentos de concreto tradicional con cimbra deslizante y su impacto en la sustentabilidad.

Es imprescindible analizar el impacto del consumo del combustible vehicular; la reflectancia solar; la iluminación; la carbonatación; los escurrimientos y la lixiviación, y las demoras en el tránsito. Hay que considerar que en la renovación de los pavimentos de concreto habrá que realizar una evaluación, así como ejecutar los tratamientos de mantenimiento preventivos



Petrografía contenido de aire en el concreto en estado endurecido (Cortesía Laura Powers, 2014).



Pavimentos prefabricados, (Cortesía Dr. Shiraz Tayabji, Enero 2012).

entre los que podemos mencionar: reparaciones a profundidad parcial, reparación a profundidad total, restauración de la transferencia de carga, devastado con discos diamantados (fresado). En los temas de rehabilitación tendremos que considerar las sobrecarpetas de concreto adheridas y las sobrecarpetas de concreto no adheridas.

CONCEPTOS DE RECICLADO AL FINAL DE LA VIDA DE SERVICIO Y ESTRATEGIAS.

Ya se investigan las propiedades físicas, químicas y mecánicas de estos materiales, así como las propiedades en estado plástico y endurecido. Su aplicación en la práctica ha sido en cimentaciones, en materiales para bases, en bases permeables y en bases para estabilización.

Los beneficios inmediatos que podemos obtener de los pavimentos de concreto en la reducción de los impactos ambientales en el entorno urbano debemos considerar:

- Economía en la iluminación y mejores superficies reflejantes.
- Reducción de emisiones y mayor eficiencia en el combustible.
- Reducción de desperdicios.
- Reducción de escurrimientos de aguas pluviales.

Algunos parámetros y herramientas que podemos encontrar en varios sistemas de calificación de los pavimentos sustentables como el GreenLITES y el Greenroads™ los cuales proporcionan evaluaciones ambientales y análisis económicos integrales de todo el sistema otorgando un nivel de certificación. Ya varias agencias públicas en Estados Unidos están empezando a valorar, incentivar e incluso proyectos de adjudicación en función de su capacidad demostrada para mejorar la sustentabilidad de los pavimentos de concreto.

Desarrollos futuros e importancia de la innovación en el diseño de alternativas de pavimentación emergentes:

- Cambios en los sistemas de materiales cementantes y optimización del proporcionamiento de mezclas.
- Reciclado del concreto in-situ.
- Reciclado del agua de mezclado en las plantas de concreto.
- Creación de una generación de texturas cómodas en los pavimentos.
- Elementos prefabricados para pavimentación.
- Empleo de materiales fotocatalíticos previamente analizados.
- Concreto en estado endurecido que tenga la capacidad de auto-repararse.
- Pavimentos con propiedades para emitir señales bajo cargas legales mayores.
- Pavimentos urbanos con capacidad de "cosechar" energía eléctrica al captar ondas sonoras.
- Pavimentos permeables con la capacidad de tratar el agua que circula a través de ellos.

Por otra parte me gustaría hacer una reflexión en lo que se refiere al diseño de pavimentos para aeropuertos. Debemos de conceptualizar que tipo de pavimento es más conveniente construir. Es fundamental que revisemos el sistema de soporte de la estructura de pavimento, me refiero a las capas subrasante, sub-base/base, que analicemos los materiales a emplear y que de preferencia se encuentran ubicados en la región, pues su transporte será un factor decisivo en el presupuesto final del proyecto.

Habrá que tomar en cuenta las cargas que transmitirán las aeronaves modernas y los aspectos del drenaje de la zona donde se vaya a trazar el aeropuerto. Hay que recordar que tarde o temprano la naturaleza reconocerá las formas naturales de su concepción. Los modelos a utilizar deberán incluir las consideraciones futuras de la evaluación, la reparación y rehabilitación de pavimentos causados por los asentamientos diferenciales y/o regionales que se puedan presentar durante la construcción y su vida de servicio.

Finalmente, quisiera concluir que el tema de la capacitación de nuestro personal debe ser continúa pues esta juega un papel importante y con seguridad será un pilar más que contribuirá en la competitividad de nuestros profesionales. **C**



Pavimentos de concreto compactado con rodillos, CCR, Tuxpan, México 2013.



Concretos reciclados, México, D.F. 2013.

PISOS Y PAVIMENTOS EN CONCRETO: Conceptos, tendencias y buenas prácticas

Reproducción autorizada por la revista Noticreto # 115, de Septiembre – Octubre 2013. Editada por la Asociación Colombiana de Productores de Concreto – ASOCRETO.

LA EFICIENCIA EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PISO O PAVIMENTO DE CONCRETO DEBE QUEDAR REFLEJADA EN LA CALIDAD DEL TRABAJO FINAL, EN EL CUMPLIMIENTO DE LAS CONDICIONES ESTABLECIDAS Y EN LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE, QUIEN DEBE RECIBIR UN PRODUCTO CON EL NIVEL DE SERVICIO ESPERADO Y UN EXCELENTE DESEMPEÑO. DE ALLÍ LA NECESIDAD DE CONOCER LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE CADA ALTERNATIVA, ASÍ COMO LAS TENDENCIAS HOY PREDOMINANTES EN EL MUNDO. LA CONJUNCIÓN DE ESTOS ASPECTOS, ACOMPAÑADA DE BUENAS PRÁCTICAS TANTO EN DISEÑO COMO EN CONSTRUCCIÓN, DARÁN COMO RESULTADO OBRAS QUE SATISFACEN PLENAMENTE LAS NECESIDADES PARA LAS QUE FUERON CONCEBIDAS.

No es un misterio que en el momento de desarrollar un proyecto es necesario evaluar las alternativas para hallar una acertada relación costo/beneficio, que solucione el problema planteado sin comprometer más recursos de los realmente necesarios. Entre los varios tipos y filosofías de diseño en uso, los pisos y pavimentos de concreto disponen de una amplia gama de soluciones. A continuación se describen los conceptos fundamentales y las tendencias actuales en las obras que soportan la movilidad.

30

Vaciando concreto en una losa sin elementos de transferencia de carga ni refuerzo.



Crédito: Cortesía Pam Broviak

Dovelas listas para el vaciado de la losa.



Crédito: Cortesía Washington State Department of Transportation

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

Pavimentos de concreto hidráulico simple

En este tipo de pavimentos la resistencia del concreto es relativamente superior a la de los concretos utilizados en la construcción tradicional. En ellos el Concreto Hidráulico Simple carece de refuerzo, por lo cual los esfuerzos a flexión derivados de las cargas vivas y muertas son asumidos exclusivamente por el concreto, que puede tener mecanismos de transferencia de cargas en las juntas constructivas, o no tenerlos.

- a. Sin elementos de transferencia de cargas, dovelas ni pasadores:** generalmente se utilizan para tráfico ligero. El pavimento se apoya sobre la sub-rasante, aunque en condiciones más exigentes requiere una base granular de material seleccionado, con el propósito de mejorar la capacidad portante y la transferencia de carga entre la losa y el suelo.
- b. Con elementos de transferencia de cargas, dovelas o pasadores:** esta estructura de pavimento consta de losas de concreto separadas por juntas, que son atravesadas por barras generalmente de acero. La función estructural de las barras es transmitir las cargas de losa a losa, disminuyendo las deformaciones en las juntas para evitar eventuales dislocamientos verticales diferenciales o escalonamientos en las losas.

Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo de acero

Existen dos tipos básicos de refuerzo para estos pavimentos.

- a. Refuerzo no estructural:** la finalidad principal del refuerzo es resistir las tensiones de contracción del concreto en edades tempranas y controlar los agrietamientos. La cuantía de refuerzo necesaria oscila entre el 0,1% y el 0,3% del área de la sección transversal de la losa.
- b. Refuerzo estructural:** en este caso, el acero no solo cumple la función de resistir las tensiones derivadas del comportamiento plástico del concreto, sino que también asume tensiones de tracción y compresión derivadas del



Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo.



Crédito: Cortesía Maturity Central



Terminado superficial de pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo.



Crédito: Cortesía Maturity Central

tráfico, por lo cual el espesor de las losas suele ser hasta 10 cm menor al de las que tienen refuerzos que no cumplen esta función. Su estructura típica está integrada por dos secciones de acero: una en el tercio superior y otra en el tercio inferior de la losa.

Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo

En este caso se toleran agrietamientos por contracción transversal. La armadura se encuentra situada por encima del eje neutro de la sección transversal y tendrá la tarea de mantener unidas las superficies de concreto que tiendan a agrietarse. Esta estructura tiene mayores proporciones de acero de refuerzo, generalmente del orden de 0,5% a 0,8% del área transversal del pavimento. Se utilizan comúnmente en pisos industriales.

Pavimentos o pisos articulados

Son pavimentos o pisos articulados aquellas estructuras cuya capa de rodadura o de circulación está constituida por pequeños bloques prismáticos ensamblados de tal forma que conforman una superficie continua. Estos elementos generalmente se apoyan sobre una capa de arena, por lo general extendida sobre una base granular o estabilizada, que se apoya a su vez en una sub-base, generalmente de consistencia granular.

Whitetopping y *Whitetopping* ultradelgado

Se denomina *Whitetopping* a una capa de concreto que recubre un pavimento antiguo, de acuerdo con los estándares habituales constructivos de soluciones en pavimentos de concreto.

TENDENCIAS MODERNAS

Pavimentos y pisos de concreto reforzados con fibras

Las fibras son elementos delgados y alargados que se introducen en la mezcla del concreto a modo de refuerzo para evitar los agrietamientos derivados de la contracción plástica y de variaciones térmicas, y para mejorar algunas de sus propiedades como



32

Fibras en la mezcla de concreto para la construcción de pisos.



Crédito: Cortesía Stephen Pasco

Curado químico automático del concreto.



Crédito: Cortesía ConcreteOntario

impermeabilidad, durabilidad y resistencias a impactos, su resistencia a la abrasión, a la flexión y al corte. Hay muchas maneras de clasificar estas fibras.

A continuación se describirán algunas de las más comunes en la construcción de pisos y pavimentos de concreto.

- **Fibras de monofilamento:** son fibras muy finas, generalmente de longitud entre 1 y 2 cm. Su dosificación aproximada oscila entre 0,6 y 1,0 kg/m³ de concreto. Tienen como función principal reducir la formación de fisuras por contracción plástica antes del fraguado inicial. Usualmente se fabrican en polipropileno, que les da ligereza y les permite combinarlas fácilmente con la mezcla de concreto. Como resultado final se obtiene un acabado superficial excelente, lo cual las convierte en un componente ideal en la construcción de pisos industriales.
- **Fibras fibriladas o en red:** fabricadas generalmente en polipropileno, son de longitudes corta y mediana (2 a 4 cm). Suelen aplicarse en concentraciones que varían entre 0,9 y 1,8 kg/m³ de concreto. Su función primordial es reducir el agrietamiento por contracción plástica e hidráulica.
- **Macrofibras:** pueden llegar a sustituir el refuerzo tradicional de pisos y pavimentos. Las macro fibras no solo contribuyen a controlar la fisuración y el agrietamiento que pueden aparecer durante las edades tempranas del concreto y por las variaciones térmicas, sino que aumentan la ductilidad del elemento, puesto que actúan como puente en la transmisión de esfuerzos. Es importante que cuando el elemento esté expuesto a un ambiente corrosivo se realice el tratamiento adecuado, puesto que cuando estas fibras son metálicas pueden hacer la estructura más vulnerable a la corrosión.

CURADO DEL CONCRETO

Curado químico

El curado químico consta de un compuesto formador de una membrana cuya función es reducir al mínimo la pérdida de agua del concreto durante su etapa de fraguado. Al



Curado del piso de concreto luego de aplicar endurecedor



Crédito: Cortesía NCDOTcommunications



Mantenimiento de la malla vial.



Crédito: Cortesía José Tadeu Balbo

reducir la tasa de evaporación del agua de mezcla también se disminuye la tendencia a la fisuración (Tabla 1).

El curado químico del concreto ofrece las siguientes ventajas:

- Es de fácil aplicación y no exige grandes cuidados.
- Ofrece mejor acabado a la superficie, pues el curado se realiza con uniformidad, evitando la aparición de manchas o diferencias en la tonalidad del concreto.
- Mayor impermeabilización, puesto que al ser una alternativa que está en contacto permanente con el elemento, reduce al mínimo la cantidad de agua evaporada.
- No requiere cuidados posteriores ya que, en su mayoría, las alternativas que ofrece el mercado para el curado químico solo requieren la aplicación inicial.

Para corroborar la velocidad de evaporación se puede acudir a la norma ASTM C156, según la cual la velocidad de evaporación debe ser inferior a $0,55 \text{ kg/m}^3$ en 72 horas. En la Gráfica 1 se pueden ver algunos ejemplos de curvas de evaporación en muestras curadas con diferentes materiales.

Endurecedores superficiales

Un endurecedor superficial es un producto químico compuesto generalmente por una solución acuosa de silicatos o de flúor-silicatos. Por medio de su reacción con los compuestos formados en el proceso de hidratación del cemento densifica y endurece la superficie, aumentando la resistencia al desgaste por abrasión y prolongando la durabilidad. Es un agente que combate la porosidad de la matriz y mejora su impermeabilidad. Usualmente se utiliza en pisos industriales, dada la resistencia extrema al desgaste, y en muchos casos a la exposición a corrosión química.

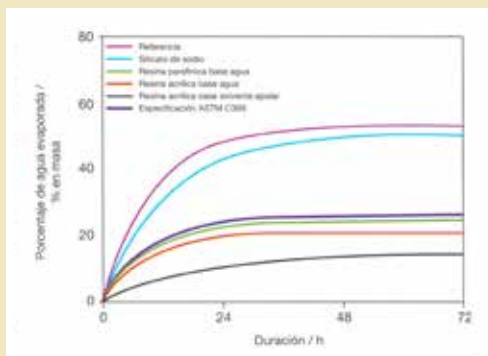
Algunas ventajas del uso de endurecedores superficiales son:

- Mayor vida útil puesto que resiste mejor la abrasión, el impacto y el desgaste.
- En muchos casos se puede incorporar color que perdura en el tiempo.
- Algunos endurecedores superficiales son reflectivos de la luz, con lo cual evitan la acumulación de calor, hacen más confortables los ambientes interiores y reducen costos por uso de aire acondicionado.
- Mayor resistencia a agentes corrosivos que puedan penetrar hasta el acero de refuerzo.



Gráfica 1

Porcentaje de agua evaporada en muestras curadas con diferentes materiales según especificaciones de la ASTM C309.



Crédito: Cortesía José Tadeu Balbo

BUENAS PRÁCTICAS

Para el diseño y construcción de pavimentos y pisos de concreto durables es necesario comprender mucho mejor los factores que afectan su desempeño a plazo tanto corto como largo, específicamente el mecanismo de deterioro y falla. A continuación se describen algunos daños comunes y sus principales orígenes.

- 1. Agrietamiento:** normalmente ocurre en sentido transversal a la losa, aunque a veces se desarrolla en las esquinas. Puede ser consecuencia de fallas en el diseño o en el proceso constructivo. El agrietamiento se debe manejar desde el propio diseño, implementando las medidas necesarias para contrarrestar los movimientos durante el



Tabla 1

La velocidad de evaporación del agua y la tendencia a la fisuración.

Velocidad de evaporación del agua (l/m ² h)	Tendencia a la fisuración
0 - 0,50	Baja
0,50 - 1,4	Media a alta
Arriba de 1,4	Alta

Crédito: Cortesía José Tadeu Balbo

fraguado del concreto y controlando las variaciones térmicas. El fenómeno también se reducirá con una buena planificación del proceso constructivo bajo adecuada supervisión, y con un curado correcto.

- 2. Falla en las juntas:** puede manifestarse con o sin signos de bombeo. Este problema generalmente aparece por hundimientos en la base. De igual forma, las fallas en las juntas se ven significativamente afectadas por el tipo de transferencia de cargas entre cada elemento. Son definitivas para evitar estas fallas el diseño de la base y la adecuada selección de los materiales, así como el cumplimiento de las especificaciones de diseño en cuanto al mecanismo de transferencia de cargas y su correcta articulación durante la construcción.
- 3. Desprendimiento de material:** usualmente se desarrolla a lo largo de las juntas o grietas. Puede originarse en juntas mal cortadas o en el uso de materiales sellantes incompresibles, así como en deficientes labores de mantenimiento y reparación. Las buenas prácticas en el corte de las juntas, su revisión y pronto sello son fundamentales para evitar el desprendimiento de material.
- 4. Reacción de los materiales:** la más conocida es la reacción álcali-sílice, que debe evitarse desde el diseño de la mezcla.
- 5. Rugosidad:** la excesiva rugosidad del pavimento puede obedecer en buena parte a fallas en la estructura causadas por los fenómenos ya descritos, lo cual desencadena un deterioro del servicio e incomodidades para el usuario. Es entonces recomendable realizar controles periódicos de rugosidad de la superficie e implementar medidas preventivas que mantengan la rugosidad de diseño.
- 6. Pérdida de la textura:** no es un fenómeno frecuente; puede ser causado por el paso de tráfico pesado que excede las condiciones de diseño. Su afectación principal se traduce en disminución de la velocidad de diseño y en deterioro de la seguridad vial. Es importante que durante los controles de mantenimiento se monitoreen la evolución y el desgaste de la textura para aplicar los correctivos necesarios. **C**

REFERENCIAS:

- **III Seminario Nacional de Gestión y Normatividad Vial, Pavimentos de concreto hidráulico**, Ing. Samuel Mora Q., FIC-UNI, ASOCEM.
- **Introducción al diseño de pavimentos – Módulo 1 – ECI.**
- **US Department of Transportation, Concrete Pavement, CPTP Technology Program, Long-Life Concrete Pavements: Best Practices and Directions from the States.**
- **Reunión del Concreto 2012 - José Tadeu Balbo, Pisos y pavimentos en concreto: Conceptos, tendencias y mejores prácticas.**

El valor de la planeación



Gregorio B. Mendoza

Fotografías: Cortesía Bandada! Studio



En 2012 las autoridades de la Delegación Iztapalapa, solicitaron al despacho de arquitectos Bandada! Studio, repensar cómo podría ser el barrio de San Miguel, una zona de gran potencial urbano dentro de la demarcación caracterizada por sus graves problemas de inseguridad. Con poco más de dos años de trabajo constante, este barrio emblemático ha transformado su rostro positivamente sin dejar de lado su herencia cultural y tradición local. La clave: la recuperación de sus espacios de convivencia y la participación ciudadana en la implementación de un plan integral.

PLAN FUTURO

La Delegación Iztapalapa en la Ciudad de México es una zona estratégica desde el punto de vista

geográfico por su ubicación y político por su demografía, pero cuenta con altos valores de marginalidad, delincuencia y sobre todo, una alta percepción de inseguridad del resto de la ciudad.

En 2012, el nuevo gobierno delegacional, inspirado por los exitosos modelos de transformación urbana como los de Barcelona o Medellín decide cambiar la política urbana que habían seguido las administraciones delegacionales hasta ese momento (probablemente debida al reducido periodo de gobierno con el que cuentan) y emprender un ambicioso plan de transformación con el asesoramiento de expertos de todo el mundo. Para tal efecto, en enero de 2013, presenta el seminario de urbanismo Iztapalapa 2025 donde se plasman las líneas estratégicas a corto, medio y largo plazo, conscientes de la dificultad de proyectar más allá del mandato delegacional, pero igualmente conscientes de lo conflictivo, desde el punto de vista urbano y social, que significa el no hacerlo.



Datos de interés

Nombre del Proyecto: Transformación del barrio San Miguel en Iztapalapa.

Ubicación: Iztapalapa, Ciudad de México.

Ejecución: 2012-2014.

Diseño Urbano: Bandada! Studio.

Para garantizar el éxito y la continuidad de tal plan, se decide desarrollar en paralelo una serie de proyectos urbanos de aplicación inmediata que estén alineados a las estrategias del Plan. Se buscaba que fueran proyectos con una voluntad didáctica y demostrativa de la capacidad de transformación social que puede llegar a tener el diseño urbano incluyente y de calidad y que sean suficientemente sugerentes y exitosos como para que futuras administraciones los continúen. En esta línea, se define como estrategia fundamental de los proyectos lograr una implicación de los grupos estables (vecinos, comerciantes, usuarios frecuentes) en el proceso de diseño a través de la participación ciudadana, para que se apropien de los proyectos y sean los que reclamen la continuidad de los mismos.

EL PROYECTO DEL BARRIO SAN MIGUEL

El barrio San Miguel cuenta en poco más de 4 km² con una altísima concentración de equipamientos e infraestructura de movilidad entre los que destacan la Universidad Autónoma Metropolitana, la estación de metro que recibe el nombre de ésta, la vías primarias Eje 6 y Calzada Ermita, la proximidad al Anillo Periférico, sumado a una gran cantidad de escuelas, zonas deportivas, mercados, supermercados y a una importante zona industrial, dotan al barrio de una complejidad y diversidad de usos innata que hizo relevante trabajar en él.

Pese a estos valores positivos, la inseguridad es de los factores más denunciados en el barrio. Autoridades y estudiantes de la Universidad reconocen el fracaso en uno de los objetivos fundacionales de la instalación de la UAM en Iztapalapa, el de integrarse y mejorar la Delegación, fracaso que ha desembocado en un paulatino aislamiento y la devaluación del entorno.

Por todo lo anterior, el despacho encabezado por el arquitecto Iván Valero, identificó a base de una serie de estudios realizados previamente que todas las virtudes urbanas del barrio estaban siendo debilitadas por un área específica. Para su sorpresa, "todos los indicadores mos-

traban que el epicentro de los problemas de inseguridad del barrio se centraban en la gran reserva de suelo público del mismo".

Así, a partir de esa información obtenida y con las primeras propuestas definidas, Bandada! Studio inició un proceso participativo de un año de duración donde vecinos, comerciantes e instituciones académicas aportaban su conocimiento y experiencia precisa de las problemáticas del lugar para pulir, discutir y adaptar el proyecto de transformación del barrio hasta alcanzar acuerdos bajo el respaldo del gobierno delegacional, que siempre se mostró firme en su idea de lograr un cambio significativo en la calidad de vida del lugar.

Con estos acuerdos y con los recursos necesarios comenzó la primera fase que implicaba trabajar de manera puntual en el ordenamiento y rescate del espacio público y que concluyó en enero de 2014. El Plan Maestro programado incluye tres fases, de las cuales la segunda se encuentra en marcha e involucra la mejoría de los equipamientos existentes para lograr que generen un espacio público de mayor calidad y mucho más seguro.

La tercera y última fase quedará esbozada pero –tal como afirma el arquitecto Valero– no tendrá la garantía de una continuidad a causa del cambio de gobierno delegacional. "De ahí que la implicación de todos los actores del barrio en las primeras fases haya sido una estrategia fundamental desde el inicio del proyecto, ya que a partir de ese momento, con todo lo que hayan aprendido durante el proceso y con todo lo que se les ha demostrado que se puede llegar a hacer, serán ellos (los ciudadanos) los que tomen las riendas del proyecto para exigir a los próximos gobernantes que continúen construyendo un barrio más vivible y próspero.

LA AVENIDA HIDALGO

"Después de consensuarlo con el equipo del Plan Director y con la Delegación, definimos que el proyecto que debería abrir la etapa de intervenciones para transformar San Miguel debía ser la avenida Hidalgo, la calle situada frente al mercado, que sirve de acceso al deportivo y que cruza transversalmente el eje Metro-Universidad, además de ser la calle que conecta la gran manzana de equipamientos de La Purísima con la Plaza Central de la Delegación, también en transformación de forma paralela a cargo del despacho TEN Arquitectos (Enrique Nortén)", afirma Valero.

Identificamos dos problemas fundamentales: Por un lado, la innumerable cantidad de barreras arquitectónicas causadas principalmente por un camellón alto y descuidado y árboles sin el mantenimiento adecuado que a causa del sellado del suelo, sus raíces requerían buscar humedad en las viviendas destruyendo banquetas y redes de drenaje. Por otro, la escasa y mala calidad de la iluminación pública que no dejaba otra opción a que fuesen los establecimientos privados los que iluminaran el espacio público, cada cual con su criterio.

"Decidimos que la gran cantidad de movimiento peatonal que se generaba en la zona debido a la acumulación de equipamientos hacía fundamental reducir el tráfico rodado y suprimir las mencionadas barreras arquitectónicas colocando todo el pavimento al mismo nivel y convirtiendo el camellón continuo en una secuencia de jardineras que envuelven cada árbol existente permitiendo el paso entre ellas. Del mismo modo se optimizó la sección vial para lograr ampliar las banquetas y ganar unos valiosísimos metros de espacio peatonal. El criterio de diseño definió que la separación virtual entre vialidad y banqueta sería a través de la combinación de diferentes elementos de mobiliario urbano (jardineras, bolardos, bancas) para evitar la monotonía de la repetición en una calle recta de aproximadamente 300 m de longitud", explica.

La segunda estrategia fue la de dotar a la avenida de una iluminación de máxima calidad, garantizando la visibilidad completa sin des-

lumbramientos y diferenciando cada una de las zonas con el tipo de iluminación más adecuada (arroyo vehicular, pasos peatonales, zonas de estancia) para lograr extender al máximo las horas de uso de ese nuevo espacio público reduciendo la sensación de inseguridad y evitando depender de la voluntad de los comerciantes de iluminar la calle.

Dos de las estrategias fundamentales que integra el Plan Director junto a las ya mencionadas son la gestión de las infraestructuras y la gestión del agua. Respecto a las infraestructuras, se entendía que el salto cualitativo sólo sería posible si se producía una limpieza en toda la red de cableado aéreo y de postes de teléfonos o de media y baja tensión a los que muchos se conectaban de forma ilegal y descontrolada generando caídas de tensión en la red que ocasionaban frecuentes cortes además de un latente riesgo de electrocución o incendio.

En relación a la segunda, se busca lograr una gestión mucho más eficiente del agua. El Plan Director define claramente la necesidad de captar la mayor cantidad de agua limpia para inyectarla al acuífero en lugar de arrojarla al drenaje con la doble función de aliviar la capacidad de evacuación del sistema de drenaje y de mantener el valor ecológico del manto freático, sometido a una gran presión por los numerosos pozos de extracción, responsables directos de muchos de los hundimientos.

"Para ello definimos un sistema subterráneo donde todas las infraestructuras quedaban enterradas y controladas, y donde se diferenciaban las aguas sucias, que discurren por la vialidad y banquetas que se lanzan al sistema de drenaje de las aguas limpias que caen en las nuevas jardineras, convertidas en puntos de absorción e infiltración del acuífero, pasando de un 100% de superficie sellada a alrededor de un 70", comenta Valero.

"Pese a las reticencias iniciales, la experiencia nos decía que ofrecer elementos de calidad, especialmente a zonas y colectivos acostumbrados a que les ofrecieran lo mínimo, genera una conciencia colectiva de cuidado". **C**



Isaura González Gottdiener

Fotografías: www.ville-gardanne.fr

Un pavimento urbano especial

EN GARDANNE, Francia, CEMEX materializó la propuesta del arquitecto Phillipe Ghezzi para los pavimentos urbanos del proyecto de recuperación de las calles del centro de esta ciudad, obra con la que la empresa mexicana ganó el premio de innovación en la Competencia Nacional de Carreteras de la Federación Nacional de Concreto Premezclado en Francia.

Enclavada en la región de Provenza-Alpes-Costa Azul, la ciudad de Gardanne tiene más de 20 mil habitantes y una historia que data de la época medieval. Su vialidad principal atraviesa tres distintas zonas: una histórica, una financiera y administrativa y otra que la comunica con el área industrial. Hasta los años 60, en esta vía convivían actividades como el comercio, la vida urbana y el tránsito vehicular sin alterar una a la otra —los fines de semana había bailes y festejos en las calles—, pero con el crecimiento urbano, a partir de la década de los 80, los autos inundaron los espacios de

los peatones y de los comerciantes, afectando la calidad de vida de la gente.

En el año 2000, la comunidad de Gardanne decidió recuperar su arteria principal como el sitio donde se da el encuentro social, para ello, el ayuntamiento convocó a un concurso cuyos objetivos fueron: la recuperación de la calidad de los espacios públicos, dando prioridad a peatones y ciclistas; la redefinición del comercio, la instalación del mercado público y la generación de otras actividades que fortalecieran la vida urbana. El equipo ganador fue el encabezado por el arquitecto galo Phillipe Ghezzi y el paisajista Marc Richier quienes propusieron



realizar el proyecto en tres etapas, una para cada tramo de la histórica avenida, ya que sus condiciones y vocaciones son distintas.

Los puntos en común para la intervención de las tres secciones fueron: recuperar y ampliar las banquetas para favorecer la circulación peatonal, crear espacios de convivencia, construir nuevos equipamientos colectivos, hacer estacionamientos en las cercanías para sacar a los coches del centro, mejorar la imagen urbana, conservar y mejorar la vegetación, hacer un plan de iluminación y regular el tránsito vehicular.

La primer intervención fue la del Bulevar Carnot en el año 2006. Esta es una zona de transición entre las colonias industriales y el centro de la ciudad donde el propósito fue generar espacios agradables para las personas que se mueven cotidianamente entre el centro y las fábricas de la periferia, lo cual se logró con la ampliación de los espacios peatonales, la reducción del tránsito vehicular y la creación de zonas de reunión. En 2009, iniciaron las obras en los bulevares Bontemps y Forbin. Esta fue la etapa más delicada por estar el corazón de la ciudad, donde hay una rica actividad comercial, de convivencia y de encuentro, que, sin embargo, había perdido su encanto por la cantidad de autos que circulaban y se estacionaban allí. Al ser el sitio de mayor importancia histórica y donde se concentran los restaurantes, bares

El concreto con agregado expuesto resalta los colores naturales y texturas de las piedras pequeñas. Para ejecutarlo, primero se cuele la losa de concreto y cuando aún no llegado a su fraguado inicial se vierte el agregado en la parte superior y se presiona con una tabla de madera para asegurar que las piedras queden uniformes. Si se quiere dar un toque especial de color al concreto, este debe incorporarse sólo en los dos últimos centímetros de espesor del colado para optimizar los costos.

Algunos agregados que pueden usarse para esta técnica son: cuarzo de mármol blanco; basalto negro; granito y gres color rosa; mármol y pórfido rojo; caliza, sílex y mármol amarillo; agregado de canto rodado café, amarillo, gris y negro, entre otros. Para resaltar el agregado, cuando la losa ya está seca, se puede cepillar, lavar, martelar, devastar, flamear, esmerilar o raspar. Cada uno de estos procedimientos tiene su particularidad, algunos requieren del uso de agua, ácidos, fuego y/o retardadores, así como de herramientas y equipo especial. Para asegurar la calidad, es recomendable contar con la asesoría de un experto y realizar pruebas hasta obtener el resultado deseado.

y cafeterías, la prioridad fue devolverle su vocación como espacio de encuentro y recreación. Finalmente, en 2011 se llevó a cabo la renovación del Bulevar de la República, que es el que tiene la sección transversal más ancha y es donde se ubican los edificios financieros y administrativos que son puntos tradicionales de referencia pero no contaban con espacios de reunión dignos a nivel urbano.

Antes de realizar el proyecto, el ayuntamiento y los arquitectos llevaron a cabo un intenso trabajo con la comunidad para conocer sus necesidades y sensibilizarla respecto del tiempo que tomaría la intervención de cada etapa. Tras la conclusión de las todas las obras, se ganaron 4 mil 500 metros cuadrados de espacio público que se sumaron a los existentes. Todo el mobiliario urbano, la



señalización, la iluminación y la selección de vegetación fueron diseñados especialmente para este proyecto y los materiales fueron escogidos pensando en su bajo mantenimiento y permanencia en el tiempo: las bancas son de metal y madera; los bolardos que delimitan las zonas peatonales de las de tránsito rodado en los cruces, son de piedra y metal y en el suelo solo hay pavimentos de piedra y concreto, esto con la finalidad de tener calles limpias y continuas que faciliten la movilidad de peatones, ciclistas, autos y transporte

público. Para tener un acento de color en la primavera y el verano, los árboles escogidos tienen floración.

Diferenciar zonas con las texturas y tonos del concreto

Uno de los principales cambios que tuvieron los espacios urbanos con esta intervención fue la ampliación de las banquetas. Con ello, los bares y restaurantes ahora pueden tener terrazas al aire libre, y los días de mercado, éste convive con el comercio establecido sin interrumpir el flujo peatonal. Los autos ya no invaden el paisaje urbano, hay estacionamientos bien definidos y la circulación, en algunos tramos, es controlada.

Para ampliar las zonas peatonales y diferenciarlas de las vías vehiculares, Phillipe Ghezzi propuso pavimentos de concreto con agregados expuestos en tonos claros y oscuros alternados, junto con piedra caliza, importada de Portugal. La estética de los pavimentos, además de marcar sutilmente los distintos usos, dialoga a nivel urbano con la herencia histórica de la ciudad, logrando así una integración armónica entre lo nuevo y lo existente. De acuerdo con información de CEMEX, el concreto con agregados expuestos utilizado en Gardanne, se logró a través de una técnica especializada que consiste en aplicar una capa de concreto liso a la que se le aplica una sustancia química cuya reacción hace que los

agregados reaparezcan en la superficie de la losa después de que se le aplica agua a presión. Para lograr una superficie homogénea, los trozos de piedra caliza fueron añadidos manualmente una vez que el concreto se alisó, lo que requirió construir un andamio elevado para trabajar sobre el concreto sin tocarlo. El resultado final le mereció a la cementera mexicana que el jurado de la Competencia Nacional de Carreteras de la Federación Nacional de Concreto Premezclado de Francia le otorgará el premio en innovación en el mes de marzo pasado.

Colofón

Con el proyecto de regeneración urbana de las diversas avenidas que conforman lo que se conoce como "la course" de Gardanne, la gente puede realizar en ellas diversas actividades como pasear, caminar, trasladarse, divertirse, consumir, reunirse, ir al mercado o bien hacer una pausa para tomar un café. Esta serie de intervenciones devolvió a las plazas, fuentes y edificios emblemáticos, como la Casa del Pueblo y el Ayuntamiento, su presencia en la vida de la ciudad.

Otro elemento de gran importancia fue el proyecto de iluminación arquitectónica, que convierte a la noche en un polo de atracción al "revelar" edificios, fuentes y recorridos ante los ojos de la gente generando un sentimiento de emoción e identidad. **C**





Obra vial estratégica

PUESTA EN marcha en agosto de 2012, la Autopista del Coral conecta a las regiones de La Romana y Punta Cana. Es una de las más recientes e importantes obras de infraestructura que ejecutó el gobierno de República Dominicana.

Antonieta Valtierra

Fotografía: Cortesía del Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones de República Dominicana.

La Autopista del Coral hoy forma parte del sistema de autopistas primario cuyo objetivo es enlazar a Santo Domingo con las principales ciudades, aeropuertos y destinos turísticos del Este del territorio dominicano. La vía de 70 km de longitud inició su construcción en 2009 y forma parte de un corredor de 223 km.





Con el fin de garantizar la fluidez del tráfico en todas las intersecciones importantes, así como para proporcionar una adecuada integración con el proyecto Boulevard Turístico del Este y demás comunidades circundantes, dicho proyecto –a cargo de la empresa Odebrecht América Latina y Angola–, incluyó la construcción de dos puentes sobre los Ríos Chavón y Duey, así como la de 28,000 m² de obras entre pasos a desnivel sobre vías férreas y distribuidores de tráfico. La obra completa tuvo un costo superior a los 400 millones de dólares.

GENERALIDADES

La forma y relieve de la región es relativamente plana, formada de platos con altitud de 70 m a 85 m, limitados por cuevas estructurales con desniveles de 25 m a 35 m, y de planicies con cotas en torno a los 50 m. La totalidad del trazado de la autopista atraviesa la formación constituida por caliza arrecifal –presente en toda la superficie dominicana–, arena y conglomerado.

El recorrido de la carretera inicia en el punto donde concluye la Circunvalación de La Romana, continúa paralelamente al sur de la carretera actual (La Romana-Higüey) hasta el kilómetro 13. De éste punto se produce un cambio de dirección hacia el norte hasta el kilómetro 23, donde existe otra variación del trazo hacia el Este, hasta culminar muy cerca del

Aeropuerto Internacional de Punta Cana.

La autovía está formada por cuatro carriles (dos para cada dirección) de 3.65 m de ancho cada uno y suma un total de vía de 32.90 m, ésta comprende una cuneta central y las laterales. En cuanto al pavimento, está compuesto por 5 cm superiores contienen polímero, la base contiene un 2.5 % de cemento y la sub-base es de 20 cm.

LOS PUENTES

En el km 35+090, punto donde el trazo de la autopista se cruza con el río Duey, fue edificado un viaducto; su armazón tiene longitud de 70 m y ancho de 32.90 m. Su superestructura está compuesta por 30 vigas de concreto Post-tensadas con concreto de resistencia de 350 kg/cm², losa de 20 cm de espesor con resistencia 300 kg/cm²; apoyada sobre dos pilares y dos estribos de concreto armado con resistencia de 300 kg/cm².

El segundo puente construido sobre el río Chavón está ubicado en el km 6+340, tiene 300 m de longitud y 23 m de ancho, por sus dimensiones e ingeniería constituye un elemento importante del proyecto, ya que, debido a la vulnerabilidad de la región ante condiciones climáticas, principalmente al paso de huracanes que han deteriorado a las estructuras anteriores, se tuvo especial cuidado en su cálculo y diseño estructural. La actual construcción está

compuesta prácticamente por dos puentes (uno en cada sentido de la vía), con sistema de cajones compuestos por vigas de acero y losas de concreto, además dispone de estructuras transversales de acoplamiento entre los dos puentes. La superestructura está apoyada sobre dos estribos y seis pilares de concreto armado de 30 m de altura con diámetro de 1.85 m cada uno, vaciados *in situ*, cuya resistencia es de 300 kg/cm².

La obra de ingeniería fue diseñada para cumplir con el nuevo Código de Construcción Antisísmica del país, –ya que el Ministerio certifica que la región se caracteriza por ser una zona de alta sismicidad, ante éste hecho, el diseño del proyecto se adaptó con la norma AASHTO-LRFD 2004–, para resistir las cargas sísmicas. La implantación se hizo mediante un nuevo

Longitud:

70 km.

Diseñada para velocidad de:

110 km/hora.

Carriles:

Cuatro con 3.65 m de ancho cada uno.

Isleta central dentro de un derecho de vía de:

70 metros.

Puentes:

Dos sobre los ríos Chavón y Duey. Dos plazas de peaje y una de pasaje.

Adicionales:

Se construyeron 28,000 m² de obras como distribuidores y pasos vehiculares.



Distribuidores viales construidos

Nombre	Ubicación	Dimensiones del paso a desnivel	Superestructura	Datos adicionales
La Romana	En el km 0+60 m	60 m con 11 m de ancho	Compuesta por 10 vigas de concreto Post-tensado, con resistencia de 350 kg/cm ² . La losa es de 25 cm de espesor de 300 kg/cm ² de resistencia.	La superestructura está apoyada sobre tres soportes de concreto armado con resistencia de 300 kg/cm ² .
Aeropuerto La Romana	En el km 3+600	30 m y 32.90 m de ancho		Superestructura apoyada sobre cuatro soportes de concreto armado de 300 kg/cm ² de resistencia.
Bayahibe	En el km 11+540	60 m y 32.9 m de ancho		
Higüey	En el km 33+980	60 m y 32.9 m de ancho		
Verón	En el km 66+400	7.2 m y 32.9 m de ancho	La superestructura es un cajón de 7.2 m de ancho y 6.6 m de alto, con una resistencia de concreto de 350 kg/cm ² y de una losa de 0.25 m de espesor de 300 kg/cm ² de resistencia.	
Rotonda Aeropuerto de Punta Cana	En el km 70+000			Posee 688 m de diámetro, cuenta con tres carriles de 3.65 m cada uno y tres vertientes de entrada y salida.

proceso tecnológico –como si el puente fuera “empujado”–, en el que las vigas fueron construidas en tierra y posteriormente, se colocaron sobre las columnas de soporte. Éste método redujo considerablemente el plazo

para la construcción del proyecto.

TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

En el drenaje transversal se colocaron alcantarillas tubulares y cajones de concreto simples, dobles o triples, cuyas dimensiones fueron adaptadas al cauce. Ellas trabajan con control de entrada y altura máxima de agua de 1.20 m de diámetro del tubo y pendiente mínima de 0.5%. Los cabezales de entrada y salida fueron construidos

con muros de ángulos de 30 grados, en algunos casos con concreto armado y otros con simple. En cada salida fueron utilizados dispositivos de amortiguamiento. Es preciso mencionar que las alcantarillas fueron asentadas en camas granulares o concreto. En algunos otros contextos fueron implementadas soluciones como cuencas, cajas de captación y canales rectangulares.

UNA OBRA CERTIFICADA

Después de una semana de auditoría realizada por el *Bureau Veritas Certification* y tras un año del inicio del programa de calidad en el desarrollo de la autopis-



Concretos utilizados en el proyecto

46

Descripción	m ³
Encache en piedra-entrada/salida mampostería	1957.69
Hormigón ciclópeo para fundaciones	2,432.16
Hormigón estructural -100 kg/cm ²	2,385.76
Hormigón estructural -300 kgf/cm ²	22,452.84
Hormigón estructural - 300 kgf/cm ² en Vigas y Losas	2,001.76
Hormigón estructural Clase P - 350 Kgf/cm ²	2,929.71
Hormigón estructural Clase A - 500 kgf/cm ²	32.06
Hormigón estructural Clase A - 210 kg/cm ²	181.39
Hormigón estructural Clase A - 300 kg/cm ²	4,577.79
Hormigón estructural Clase B - 180 kg/cm ²	10,903.44
Hormigón estructural Clase C - 160 kg/cm ²	240.89
Tubería de hormigón de 15" de diámetro	37.3
Tubería de hormigón de 30" de diámetro	13.73



Interferencias y soluciones

Cruce	Ubicación	Recurso	Estructura
Carretera Higüey	Km 15+320	Se implementó un paso desnivel de 30 m de extensión y 10.10 m de ancho.	Compuesta por 10 vigas de concreto Post-tensadas con resistencia de 350 kg/cm ² y de una losa de 25 cm de espesor cuya resistencia es de 300 kg/cm ² .
Reubicación vía El Gato	km 20+500	Fue hecho un paso desnivel de 30 m de extensión y 10.10 m de ancho.	Armazón apoyado sobre un pilar y dos soportes de concreto armado con resistencia de 300 kg/cm ² .
Reubicación Ferrovía	Km 22+800	Se construyó un paso desnivel de 30 m de extensión y 32.90 m de ancho.	Cuenta con 10 vigas de concreto Pre-tensadas con resistencia de concreto de 350 kg/cm ² y de una losa de 25 cm de espesor, con resistencia de 300 kg/cm ² . Este esqueleto está apoyado sobre cuatro estructuras de concreto.
Sin nombre	Km 25+500	Fue edificado un paso desnivel de 30 m de extensión, 6.60 m de altura y 7.2 m de ancho.	Consiste en un cajón de concreto armado con resistencia de 350 kg/cm ² y una losa de 25 cm de espesor con resistencia de 300 kg/cm ² .
Jobo Dulce	Km 29+980	Se implementó un paso desnivel con 30 m de longitud, 6.60 m de altura y 7.2 m de ancho.	
Reubicación Ferrovía	Km 38+280	Se implementó un paso a desnivel en la autovía de 30 m de extensión y 32.90 m de ancho.	Formada con 10 vigas de concreto Post-Tensadas con una resistencia de concreto de 350 kg/cm ² y de una losa de 25 cm de espesor con resistencia de 300 kg/cm ² , apoyada sobre dos soportes de concreto armado con resistencia de 300 kg/cm ² .
Reubicación Potrero	Km 44+700	Fue realizado un paso a desnivel de 30 m de extensión y 7.2 m de ancho.	Se aplicó el proceso constructivo ARMICO.
Reubicación y Retorno	Km 48+265	Se colocó un paso desnivel de 30 m de extensión, 6.60 m de altura y 7.2 m de ancho.	Compuesta por un cajón de concreto armado con resistencia de 350 kg/cm ² y una losa de 25 cm de espesor con resistencia de 300 kg/cm ² .
Reubicación Camino Local	Km 51+400	Fue implementado un paso a desnivel de 30 m de extensión, 4.50 m de altura y 7.2 m de ancho.	

ta –conducido por Cassiano Ribeiro Couto, gerente de Calidad–, el 31 de mayo de 2012 el Proyecto Autopista del Coral recibió la certificación ISO 9001:2008 por su programa de calidad en los servicios de infraestructura y obras especiales.

Por otra parte, uno de los principales provechos que provee la vía es reducir en

50 kilómetros la distancia a recorrer entre Santo Domingo y Punta Cana –el tiempo de trayecto se reduce dos horas–, pues la ganancia directa tanto a la zona turística del Este del país y a la economía de la región es muy alta. Asimismo, el ahorro en combustible y en costo de operación de los vehículos, economía de tiempo, así como mayor seguridad son

otras ventajas que repercuten directamente en los usuarios.

En cuanto al constructor Odebrecht, en la República Dominicana construye, desde el 2002, infraestructura para abastecimiento de agua potable, producción de energía eléctrica, comunicación por tierra como carreteras, autopistas y elevados, todo ello con un gran sentido de sostenibilidad. **C**

CONCRETO ORNAMENTAL:

Una alternativa versátil para el diseño urbano.

Adriana Valdés

Fotos: Empresas Oxicroto y Formacret.

Desde hace ya varios años el concreto ha resultado una excelente opción para realizar acabados decorativos versátiles en pavimentos y pisos por medio del uso de una gran variedad de técnicas y materiales. La aplicación de este tipo de acabados empezó a tener presencia principalmente en Estados Unidos de América desde la década de los 50 y posteriormente fueron insertándose paulatinamente en el mercado europeo y latinoamericano.

Esto ha repercutido también en el mercado mexicano donde estas técnicas comenzaron a ser empleados con más frecuencia a partir de los años 90. Incluso, atendiendo a la gran oferta

y demanda de estos materiales en nuestro país, diversas empresas han decidido especializarse en la fabricación, venta y aplicación de este tipo de acabados. Entre ellas se encuentra Formacret localizada en San Luis Potosí, Concretos Estampados Bootik fundada en Monterrey, y Oxicroto establecida en el 2002 en la ciudad de México, la cual produce y comercializa este tipo de materiales en todo el país y ha desarrollado importantes proyectos en pavimentos, carreteras, parques y zonas peatonales dentro del sector público y privado.

De acuerdo a Patrizia Mesinas I., Directora General de Oxicroto, "El concreto ornamental, ya sea oxidado o estampado es actualmente una de las tendencias para acabados utilizados en el diseño urbano que cada día se posiciona con mayor fuerza en la preferencia de los constructores mexicanos porque combina la durabilidad del concreto con el alto valor estético, rapidez en la instalación y versatilidad en diseños, texturas y colores a un costo muy conveniente".

A partir de lo anterior, actualmente encontramos aplicaciones ornamentales con concreto en pisos, pavimentos, andenes, parques, banquetas, plazas, muros en vialidades y carreteras, pasos peatonales, fachadas, jardines y patios localizados en todo el país. A su vez, recientemente se ha incrementado la tendencia de colocar este tipo de acabados en espacios interiores con diversas variantes y estilos.



Foto: Formacret.

VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE CONCRETO DECORATIVO EN ESPACIOS PÚBLICOS

Las aplicaciones de concreto ornamental en pisos, pavimentos y áreas peatonales resultan atractivas en un nivel estético brindando la posibilidad de mezclar colores, formas y figuras que se asemejan a diversos materiales que eran comúnmente colocados en espacios públicos como el adoquín, la cantera, el ladrillo, o la piedra laja. A su vez, presentan ventajas en cuanto a su durabilidad y en lo referente al costo, eficiencia y rapidez de su colocación. Si bien el ahorro económico en la instalación del concreto decorativo no siempre resulta aparente a primera vista; los bajos costos de mantenimiento y su durabilidad hacen que sea una inversión a largo plazo que es conveniente para optimizar el desempeño de pisos y pavimentos localizados en áreas públicas.

De acuerdo a esto resulta posible aplicar desde los acabados más simples como es el caso del pulido del concreto; hasta los más complejos como es el caso de estampados con diseños especiales y matices de colores. A su vez, este material constituye una excelente opción para ser colocada en pavimentos, pasos peatonales y andenes debido a que, con un refuerzo suficiente, puede resistir un fuerte tránsito vehicular o peatonal. De la misma manera, al no ser afectado dramáticamente por la humedad, viento o lluvia; el concreto constituye una alternativa idónea para espacios exteriores.

Por otra parte, cabe señalar que este tipo de acabados también resultan amigables para el medio ambiente y contribuyen a hacer más sustentable el diseño urbano de las ciudades más densamente pobladas. Entre los beneficios que conlleva la utilización del concreto decorativo destacan los siguientes:

- **Reciclable:** es posible reciclarlo en áreas urbanas como base para pavimentos y utilizar algunos componentes reciclados para la mezcla.
- **Producción local:** los materiales involucrados en su aplicación son generalmente extraídos y manufacturados localmente.
- **Temperatura:** cuando se emplea con co-



Fotos: Oxicrete.

lores claros se evita el almacenamiento de calor.

- **No emite materiales volátiles:** en su instalación no se emiten compuestos volátiles que contaminen el aire. Sus acabados no contribuyen al crecimiento de microbios o bacterias.
- **Reducción del consumo de materiales y optimización del consumo de energía en espacios interiores.**

TÉCNICAS DEL CONCRETO DECORATIVO

Como se ha mencionado, en los últimos años se han realizado importantes avances tecnológicos en el desarrollo de una gran variedad de técnicas y materiales que permiten otorgarle una mayor versatilidad a las posibilidades ornamentales del concreto por lo que cada vez es más frecuente su utilización en vialidades, pavimentos, espacios públicos y en el diseño de interiores en una escala internacional.

En este sentido, se han implementado técnicas para aplicar estos acabados en concreto ya fraguado, renovando así el aspecto de superficies ya instaladas, y también existen acabados que se colocan directamente en el concreto sin fraguar. Entre los principales acabados que se aplican al concreto se encuentran el concreto estampado, concreto oxidado, concreto pulido abrillantado, concreto terrazo, aplicación de endurecedores de color en polvo o de color integral, concreto rayado, recubrimientos de

poliuretano o con sustancias epóxicas, y concreto desbastado. Cabe señalar que dichos acabados no resultan excluyentes, ya que en muchas ocasiones se utilizan varias técnicas en una misma superficie con el fin de proporcionar la textura, color y diseño deseado.

A continuación, se describe detalladamente un ejemplo de una técnica que se coloca en el concreto sin fraguar, como es el caso del concreto estampado, y un ejemplo de una técnica aplicada directamente al concreto ya fraguado, como es el caso del concreto oxidado. De acuerdo a Patrizia Mesinas I., Directora General de Oxicroto, ambas técnicas son las que actualmente tienen más demanda en el mercado mexicano y las que más frecuentemente se colocan en pavimentos, pisos y parques.

CONCRETO ESTAMPADO

El estampado es quizá la técnica más común y conocida dentro de las aplicaciones decorativas del concreto, por lo que encontramos diversos ejemplos de este terminado en calles peatonales, banquetas y pavimentos colocados en todo el territorio nacional. Dicha técnica se trabaja directamente sobre el concreto sin fraguar utilizando moldes prefabricados de poliuretano o hule, junto con el empleo de productos químicos pigmentantes, desmoldantes y sellantes. La mayoría de las empresas presentan un amplio catálogo de moldes a elegir y es posible mandar a hacer modelos especiales incrementando esto los costos de producción.

La aplicación de este acabado varía de acuerdo a si va a ser colocado sobre una superficie natural o donde ya se tiene concreto. En el primer caso, se debe apisonar, compactar y nivelar la superficie con el fin de evitar hendiduras o agrietamientos; mientras que en el segundo caso, si el concreto está en condiciones aceptables, se debe de picar para lograr una buena adherencia de la nueva capa. Sin embargo, si el concreto se encuentra muy dañado, es necesario demolerlo por completo.

Posteriormente, se prepara el concreto aplicando fibras de polipropileno para brindarle una mayor resistencia y se procede a hacer el vaciado nivelando, aplanando y alisando la

superficie. Parte fundamental de esta técnica contempla la aplicación de un color endurecedor o de una mezcla de color integral integrándola a la capa superior del concreto y de un desmoldante. Además de potenciar el color, tiene la función de evitar la adherencia de pedazos de concreto fresco en el molde al momento de levantarlo.

Al terminar la aplicación de estos materiales se colocan los moldes requiriéndose un mínimo de tres para que sea posible seguir el patrón deseado correctamente. Estos moldes se van aplicando en forma de rompecabezas y se aplanan con un pisón. Cuando las figuras están bien marcadas se retira el molde y se aplica en otro espacio. Durante este proceso es necesario marcar los detalles de las figuras con un boquillero.

La superficie trabajada se deja descansar durante al menos veinticuatro horas y posteriormente se procede a hacer cortes sobre ella para evitar el agrietamiento producido por la dilatación y la contracción del concreto ante los cambios climáticos y los movimientos telúricos. Como parte culminante del proceso se hace un lavado a presión con agua para eliminar residuos del desmoldante y descubrir el color aplicado y se procede a aplicar sellador acrílico (30% sólidos) sobre toda la superficie del estampado con el fin de protegerlo, darle brillo y durabilidad.

En México importantes variantes de las aplicaciones del concreto estampado se localizan en espacios públicos, pavimentos y áreas peatonales entre las que se encuentran las calles peatonales del Centro Histórico de la ciudad de México y el Foro Imperial de Acapulco, Guerrero realizados por la empresa Oxicroto. A su vez, resalta la Calzada de los Héroes en León Guanajuato y las banquetas de la Expo Bicentenario en León, Guanajuato.

CONCRETO OXIDADO

El oxidante para concreto es un agente químico líquido que reacciona con cualquier superficie de concreto colocada en espacios interiores y en zonas públicas. En particular, se trata de una reacción química entre iones metálicos y el hidróxido de calcio del cemento, lo que da como resultado colores bien definidos y permanentes

que no alteran su textura, dureza o porosidad. Dado que estas sustancias penetran varios milímetros de la superficie del concreto, ésta no se agrieta o descarpela, es resistente a los rayos UV y es hipo-alérgica.

Este tipo de acabado puede aplicarse en superficies de concreto antiguas o nuevas que estén limpias y libres de contaminantes y se utiliza frecuentemente en espacios interiores sobre una superficie pulida. Sin embargo, es posible colocarlo en espacios exteriores como plazas, andenes, parques, muros y fachadas siempre y cuando se coloque correctamente el sellador. Ejemplo de lo anterior se observa en diversos proyectos desarrollados por la empresa Oxicon entre los que se encuentran los pisos y el mobiliario del Parque Bicentenario; la aplicación de concreto oxidado a un muro de contención ubicado en la carretera México-Chilpancingo con el fin de integrarse con la naturaleza circundante; y una fachada de concreto oxidado localizada en una casa habitación en la Colonia Roma.

Cabe señalar que al emplear este agente se aprovechan los patrones y efectos propios del concreto, por lo que se puede llegar a simular diversos materiales, entre los que se encuentran el mármol o alabastro. En el mercado se encuentran disponibles variantes de estas sustancias en color negro, café o azul-verdoso con diversas tonalidades y variantes.

El primer paso en la aplicación de este terminado es verificar las características del concreto en el cual se va a aplicar, ya que este debe ser capaz de absorber agua. Toda grasa, aceite, pintura o cualquier contaminante debe ser removido por completo y debe limpiarse perfectamente la superficie con agua y detergente.

En su aplicación el oxidante se diluye con agua limpia en una proporción de 1:1, la cual puede variar de acuerdo al efecto que se quiera obtener. Durante la colocación del oxidante para concreto se recomienda rociarlo de forma circular o desordenada sobre la superficie sin seguir algún patrón de aplicación con la intención de que el acabado sea más natural. Es posible integrar la sustancia utilizando brocha, esponja o cualquier otra herramienta dependiendo del acabado final que se le quiera dar a la superficie.

Es importante que todos los materiales empleados resistan el ácido hidrociorhídrico.

Al concluirse la reacción química ocasionada por el oxidante, permanece un residuo con un PH ácido sobre la superficie de concreto, el cual debe ser removido con agua y detergente con el fin de que el sellador final se adhiera correctamente al concreto. Atendiendo a lo anterior, se recomienda dejar secar la superficie durante uno o días y posteriormente cubrirla con un sellador polimérico que puede ser mate, semi-mate o brillante con aspecto húmedo.

Resulta importante resaltar que los resultados obtenidos al aplicar este acabado pueden variar de acuerdo a diversos factores tales como las propiedades del cemento en el que es aplicado el material, las mezclas empleadas, el tipo de agregado que se empleó durante el fraguado, la edad del concreto y la humedad presente en él; así como las condiciones climáticas y la eflorescencia.

De acuerdo a esto, generalmente los cementos que producen una mayor cantidad de hidróxido de calcio durante la hidratación muestran colores más diluidos al estilo de manchas y los que contienen una mayor cantidad de cemento producen colores más intensos. De manera paralela, si se localizan agregados a base de calcio cerca de la superficie del concreto tales como piedra caliza, éstos absorben las sustancias rápidamente y hacen la coloración más profunda; mientras que los agregados síliceos no reaccionan con estos líquidos. Debido a esto al emplear esta técnica es necesario tomar en cuenta que la apariencia final de su aplicación va a presentar variantes y diversos matices, por lo que se recomienda ampliamente realizar pruebas sobre diversas zonas de la superficie antes de aplicar el oxidante.

Las técnicas y ejemplos anteriormente mencionados constituyen únicamente una pequeña muestra de todas las variantes y aplicaciones técnicas que es posible realizar con el concreto decorativo en espacios públicos, pisos y pavimentos. Definitivamente, el concreto se posiciona hoy en día como una de las principales tendencias en el diseño urbano del país dejando de lado por completo la apariencia gris y monótona con la cual se le asociaba con anterioridad. **C**



ESTADO DE MÉXICO:

Panorama de obras de infraestructura

Arq. Adriana Valdés Krieg

—

Fotografías cortesía Centro SCT México

El Estado de México es una de las localidades con mayor crecimiento y movilidad a nivel nacional y, de acuerdo al INEGI, es el estado más poblado del país contando con un estimado de 15,175,862 habitantes. Atendiendo a las crecientes demandas por hacer más eficiente su conectividad interna y externa, durante este sexenio el Centro SCT México, en cooperación con las autoridades estatales y municipales, ha desarrollado diversas obras de infraestructura en las zonas metropolitanas y en las carreteras

de la localidad que contribuirán a hacer más rápido y seguro el traslado de pasajeros. Para lograr realizar estas magnas obras, las cuales ascienden en su conjunto a los \$58,000 MDP, diversas empresas del sector privado se han sumado a cada proyecto por medio de licitaciones públicas y del otorgamiento de concesiones que el gobierno les confiere.

Entre las obras más destacadas que se encuentran en curso o se han concluido recientemente en el Estado de México se encuentra, en el ámbito carretero, la ampliación a cuatro carriles de la carretera Atlacomulco-Palmillas, la construcción de la nueva autopista la Marquesa-Toluca y el desarrollo de la autopista Atizapán-Atlacomulco. Por otra parte, en el sector de transportes, destaca el proyecto del tren interurbano México-Toluca y a nivel urbano resalta el distribuidor vial en el cruce del Boulevard Aeropuerto y la Carretera Federal Toluca-Naucalpan, ubicado en la ciudad de Toluca.

AMPLIACIÓN A CUATRO CARRILES DE LA CARRETERA ATLACOMULCO-PALMILLAS

Iniciada en el 2007 y concluida en el 2013, dicha obra contempló la ampliación a cuatro carriles de la carretera Atlacomulco-Palmillas en el tramo comprendido entre el km 68+600 y el km 82+500; y entre el km 90+000 y el km 132+000. Este proyecto también incluyó trabajos de terracerías y obras complementarias y contempló una inversión total de \$ 3,000.0 MDP.

De acuerdo al Centro SCT México, la intención con esta ampliación fue beneficiar a 424 mil habitantes facilitando el flujo de 14,049 vehículos por esta carretera. A partir de lo anterior, con esta ampliación se logró disminuir los tiempos de traslado de los pasajeros por un tiempo aproximado de dos horas; se favoreció al transporte de carga, pasaje y turismo que se traslada del centro del país, hacia el norte y occidente de la república; se aumentó la competitividad de la región norte del Estado de México y se contribuyó a desarrollar una conectividad logística que disminuye los costos de transporte y mejora sustancialmente la seguridad en esta zona.

DISTRIBUIDOR VIAL EN EL CRUCE DEL BOULEVARD AEROPUERTO Y LA CARRETERA FEDERAL TOLUCA-NAUCALPAN

Este proyecto dio inicio en el mes de abril del 2014 y surgió a partir de la necesidad de mejorar la operación y seguridad vial de la intersección ubicada en la Av. José López Portillo y el Boulevard Aeropuerto que presenta serios problemas viales y es considerada como un punto neurálgico en la zona metropolitana de la ciudad de Toluca. El proyecto en curso contempla la construcción de seis estructuras a desnivel que darán continuidad al tránsito vehicular, cuatro de las cuales tendrán una altura de 7 m y dos de ellas serán colocadas en el segundo nivel que tendrá una altura de 17 m en su punto más alto. La empresa Grupo Acciona está a cargo de este proyecto.



En la actualidad se cuenta con un 70% del avance de la obra proyectada y se plantea concluir la en su totalidad en diciembre de 2014. La inversión del proyecto contempla \$700 MDP. A su vez, cabe señalar que este proyecto beneficiará a 400 mil habitantes, facilitará el paso de 14,040 vehículos por esta zona y generará 400 empleos directos y 600 empleos indirectos.

Una vez concluido, el distribuidor permitirá dar continuidad a los flujos vehiculares disminuyendo los puntos de conflicto con lo que se logrará reducir el tiempo de traslado de los habitantes en un tiempo de hasta 40 min. Lo anterior hará posible que se disminuyan los costos generalizados de viaje de los usuarios.

CONSTRUCCIÓN DE LA NUEVA AUTOPISTA LA MARQUESA-TOLUCA

Esta obra de infraestructura iniciada en julio de 2014 contempla la construcción de 13.5 km de

carretera (del km 35+000 al km 48+533) dentro de los cuales se consideran siete viaductos elevados con una longitud de 3.77 km y un ancho de corona de 21.0 m. El proyecto involucra una inversión de \$3,500 MDP y facilitará el paso de 120,000 vehículos disminuyendo así el tiempo de traslado de los pasajeros en un promedio de 20 min. La empresa PINFRA opera actualmente la autopista México-La Marquesa, por lo que ha sido encomendada para realizar esta obra que planea ser concluida en el 2016.

De acuerdo a las autoridades, con esta obra se logrará dar continuidad a la autopista existente, mejorando la intercomunicación entre el valle de México y el valle de Toluca. Asimismo, se hará posible disminuir los costos de operación y se mitigará el impacto ambiental al reducir las emisiones a la atmósfera por medio de una vía más eficiente. Su construcción busca mejorar la movilidad entre la capital mexicana y la ciudad de México, destinos entre los que se registran al día más de 240 mil viajes.

TREN INTERURBANO MÉXICO-TOLUCA

La obra del tren interurbano fue comenzada junto con la carretera la Marquesa-Toluca en julio de 2014 y es considerada como una de las más importantes de este sexenio, por lo que fue anunciada por el Presidente Enrique Peña Nieto. El proyecto consiste en la construcción de un ferrocarril de larga distancia y media velocidad que conectará a la zona metropolitana del valle de Toluca con la zona metropolitana del valle de México. La obra se concluirá en el 2017 e involucra una inversión de \$38,606 MDP. Se contempla que generará 17,000 empleos directos y 35,000 empleos indirectos.

El proyecto incluye la construcción de dos terminales ubicadas en Zinacantepec y Observatorio y diversas estaciones localizadas en Toluca (terminal de autobuses), Metepec, Lerma y Santa Fe. Aunado a esto, se habilitará un servicio de conexión con el Aeropuerto Internacional de Toluca y con las líneas 1, 9 y 12 del



metro de la ciudad de México. El tren tendrá la capacidad de alcanzar 160 kilómetros por hora y su recorrido total –comprendido por 57.7 km- tendrá una duración de 39 min. Este medio de transporte tendrá la capacidad de dar servicio diariamente a 270 mil usuarios en promedio.

Entre los principales beneficios del tren se encuentra el hecho de que ahorrará el tiempo de traslado de los pasajeros en un estimado de 90 min. Gracias a este ahorro los usuarios podrán disponer de más tiempo para atender a sus familias, al deporte, a su salud, a su capacitación, o a otras labores productivas. De esta manera, el tren facilitará la movilidad de 3.5 millones de habitantes del Distrito Federal y del Estado de México que serán capaces de desplazarse con seguridad, rapidez y comodidad. A su vez, el tren será amigable con el medio ambiente, pues se generará un ahorro superior a los 27 mil toneladas de CO₂, de manera anual. Según las autoridades, los precios para utilizar este medio de transporte serán accesibles, por lo que podrá ser utilizado por diversos sectores de la población.

AUTOPISTA ATIZAPÁN-ATLACOMULCO

Este proyecto fue iniciado en agosto de 2014 y consiste en construir una autopista de dos carriles por sentido con una extensión de 74 km de longitud, la cual formará parte del corredor carretero México-Nogales con ramal a Tijuana y de la vía corta entre México y Guadalajara. Aunado al tramo carretero, la obra involucra la construcción de varios túneles y viaductos.

Se tiene contemplado que esta carretera sea concluida en su totalidad en el 2016 y que tenga un flujo estimado de 10,000 vehículos al día. De acuerdo a cifras oficiales, el monto destinado a la obra será de \$5,860 MDP y el proyecto generará 6,700 empleos directos y 11,500 empleos indirectos.

Con fines de seleccionar a la empresa que realizaría el proyecto se abrió una convocatoria de licitación de concesión en octubre de



2013, en la cual se inscribieron treinta y un empresas y únicamente tres de ellas enviaron propuestas definidas. Finalmente, en marzo de 2014 se otorgó la concesión a la empresa OHL México con una contraprestación ofertada de \$530 MDP. La concesión para financiar, construir, explotar, conservar y mantener la autopista de peaje fue otorgada a esta empresa por un periodo de treinta años bajo un esquema financiero de concesión con apoyo no recuperable de FONADIN.

De acuerdo al gobierno, la obra beneficiará a 1.3 millones de habitantes de la región. A partir de esto, uno de los objetivos que tiene esta obra es el de propiciar la consolidación de la región de Atlacomulco como punto neurálgico del transporte y la actividad económica en el centro del país. Por otra parte, esta obra coadyuvará al impacto ambiental, reduciendo las emisiones a la atmósfera de partículas contaminantes al reducir los tiempos de recorrido de 2 horas a 45 minutos.

Por supuesto todos estos proyectos están sujetos a modificaciones de acuerdo a las precisiones técnicas que se vayan presentado, a las restricciones presupuestales, a la operatividad y a los acuerdos entre las autoridades estatales, federales y municipales. En especial, el proyecto del tren interurbano posiblemente sea el que presente más alteraciones debido a sus dimensiones y alcances, y a la gran cantidad de actores políticos, empresas e instancias involucradas en él. Estaremos al pendiente de los avances de estas obras e iremos presentando avances de su desarrollo. **C**

Apasionada en la ciencia de los materiales de concreto

UNA INGENIERERA

"sui generis", creativa, innovadora y amante del concreto.

GRETHEL MARTÍNEZ



E

En continuo aprendizaje, disfrutando al máximo la creatividad e innovación de nuevos materiales, la ingeniera Grethel Martínez, en entrevista para Construcción y Tecnología en Concreto detalló su relación con las nuevas tecnologías de materiales y la aplicación que tienen éstos en los proyectos sustentables de construcción.

ORIGEN Y APRENDIZAJE

Desde niña Grethel sentía profunda atracción por la arquitectura y el diseño. No obstante, fue hasta la preparatoria que descubrió su verdadera vocación: la ingeniería civil. "Todo sucedió en una visita hecha a una construcción de un edificio ubicado en avenida Insurgentes. Los ingenieros encargados nos

explicaron todo el proceso constructivo: los estudios de mecánica de suelos, sistemas de cimentación con tecnología de punta, concretos de alta resistencia en las columnas, así como el ritmo acelerado que se vivía en la construcción. En ese momento descubrí el verdadero objeto de la ingeniería civil y la maravilla de poder materializar las ideas en la realidad", reveló la entrevistada.



Raquel Ochoa



www.facebook.com/revistacyt

Fotografías: Rubén Galindo

APRENDIZAJE Y RETOS

"Típicamente la carrera de ingeniería civil es asociada a una "cosa de hombres" -comenta la entrevistada-, incluso todos conocemos los chistes relacionados a las mujeres que deciden estudiar ingeniería. "Viene a mi memoria el primer día de clases en la universidad, al entrar al salón de clases el profesor me aseguró 'chica te equivocaste, revisa tu grupo. Aquí es Ingeniería'. Recuerdo llegar deprimida a casa, me sentía fuera de lugar y contexto, pero estos retos también fueron parte de la formación como ingeniera. Debes tener claro el objetivo para llegar a la meta. Mis padres ayudaron a reforzar este objetivo y defender los principios hasta el final, nunca rendirse, asumirse distinto y obtener los beneficios de esta "diferenciación".

ESCALANDO LA CÚSPIDE

Realizó el servicio social en la industria de la construcción y así, la entrevistada comenzó su acercamiento "al mundo concreto de la ingeniería civil. Lo que más llamo mi atención fue el ritmo acelerado que se vivía en la obra, totalmente distinto a los ambientes académicos. En el mundo real se toman decisiones, se asumen responsabilidades, y lo más interesante, se proponen distintas formas para resolver los problemas. Ahí, la creatividad e innovación son fundamentales para cumplir las expectativas del proyecto".

El encuentro con su vocación estuvo signado por la asignatura de Tecnología de concreto, cuyo titular era el ingeniero Roberto Uribe. "El ingeniero Uribe no fue un profesor convencional, nos enfrentaba a casos reales. Nos mostraba fotos de petrografía de concreto y nos cuestionaba sobre el análisis forense del mismo, nos enseñaba a ser analíticos y observadores, a pensar diferente. A partir de ahí, comencé a conceptualizar el concreto de forma distinta, más que un simple y aburrido material de construcción".

Para la ingeniera, su recuerdo con el IMCYC se relaciona con "todos los eventos universitarios que organizaban. Era parte de la bibliografía básica en las asignaturas. Ya en mi formación profesional la interacción con el IMCYC es del día a día, en el tema de elaboración de pruebas especiales del concreto, participación en los concursos de diseño de mezcla organizados con los estudiantes, bibliografía especializada, entre otras".

ENCUENTROS CON LA PROFESIÓN

"En el 2006 ingresé en el *Centro de Tecnología Cemento y Concreto (CTCC) de CEMEX*, y a la fecha, la innovación en nuevos productos de concreto es mi pasión. Ahí colaboré cuatro años en el área de Investigación y desarrollo de nuevos productos de concreto, elaborando concretos autocompactables de alto desempeño para prefabricados, concretos ligeros estructurales, sistemas

automatizados de madurez del concreto y morteros de alto desempeño".

Hoy en día participa en el área de Transferencia de tecnología de concretos especiales -donde se incorporó desde 2010—. "El objetivo del área es implementar los nuevos productos, validar, homologar diseños, procesos y canales de comunicación en la operación técnica y comercial en la Región México y Centroamérica de CEMEX. Asimismo estoy enfocada al diseño de concretos de alto desempeño y a la elaboración de ofertas a la medida de cada proyecto".

Entre las obras donde ha participado están: La Línea 12 del metro y la Torre Reforma en el D.F., el complejo industrial Etileno XXI en Veracruz, el puente Baluarte en Sinaloa, los prefabricados en Cinta Costera en Panamá y la reparación del Puente La Platina en Costa Rica. Todos estos proyectos han sido complejos por la exigencia del cliente y la innovación de concretos de alto desempeño diseñados a la medida para cada obra, señaló la entrevistada.

PAVIMENTOS DE CONCRETO

La entrevistada señala que "en el diseño de pavimentos de concretos, además de enfocamos en la realización del mejor diseño de mezcla para garantizar el módulo de ruptura del concreto, también

validamos otras propiedades como durabilidad ante agentes agresivos dependiendo cada zona del país, para garantizar una mayor vida útil. En el CTCC trabajamos en calificar cada uno de los materiales, validar su desempeño y hacer su caracterización integral de manera tal que una vez que se introduzcan en el concreto funcione de la mejor manera. Agrega que, entre las principales ventajas de un pavimento de concreto hidráulico es posible enumerar las siguientes: durabilidad, bajos costos de mantenimiento, seguridad, altos índices de servicio y mejor distribución de esfuerzos”.



VISIÓN Y PERSPECTIVAS

Las perspectivas y desafíos que marcan el camino profesional de Grethel tienen que ver con la ciencia de los materiales. A decir de nuestra entrevistada: la disciplina está en plena ebullición, por lo que el reto es el diseño eficiente de los materiales.

“Mi visión es continuar fomentando el desarrollo e investigación de productos y servicios innovadores que contribuyan a la construcción de proyectos con mayor eficiencia energética y menor uso de agua y otros recursos; crear conciencia sobre los beneficios de los proyectos sustentables tanto en el mercado, como en las nuevas generaciones de ingenieros y colaborar con organizaciones

clave en otros lugares del mundo para adaptar y replicar las mejores prácticas, difusión y uso de las nuevas tecnologías del concreto”.

Agrega que sus desafíos profesionales están relacionados con su profesión laboral enfocada al diseño de productos de concreto premezclado con atributos destacados de sustentabilidad, sobre una base de criterios claros y medibles, incluida la energía, el agua y la eficiencia de los recursos, así como la capacidad de recuperación y las normas de salud y seguridad en toda la cadena de valor.

“Cada vez más, debemos proponer ofertas integrales de servicios de valor agregado ayudando a nuestros clientes a identificar y resolver las tendencias que afectan a la industria, así como a maximizar los atributos y aplicaciones sustentables de nuestros productos. Tenemos la obligación de contribuir a la creación de vivienda e infraestructura sustentable que serán necesarias para la sociedad en los próximos años”.

Así las cosas, la enamorada de las tecnologías del concreto, llama a las nuevas generaciones de ingenieros a crear su propio diferenciador, a no hacer las cosas como siempre se han hecho, la responsabilidad del ingeniero es resolver los problemas de la manera más innovadora y hacer simple lo complejo. “Piensen diferente y disfruten, amen su actividad cotidiana, es la única forma de desarrollar todo su potencial intelectual”, finaliza enfática Grethel Martínez. **C**



APP DEL MES



<https://itunes.apple.com/mx/app/autopistas-y-obras-viales/id661032270?mt=8>

Autopistas y Obras Viales. Calc.

PRECIO: \$39.00

EMPRESA: V. PUGAZHENTHI.

IDIOMA: Español

SISTEMA: iOS

AUTOPISTAS Y OBRAS VIALES. CALC. Contiene 37 calculadoras para medir diferentes construcciones de carreteras y sus parámetros de ingeniería civil.



CONCRETO VIRTUAL

<http://www.acpa.org>

AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION (ACPA)



LA ASOCIACIÓN AMERICANA de Pavimentos de Concreto tiene como fin principal el promover y mejorar la calidad de los pavimentos de concreto y sus múltiples aplicaciones, así como incrementar las oportunidades de negocio para cada uno de sus miembros a través de la innovación, avances tecnológicos, información, educación, entre otros.

ACPA se encuentra en constante contacto con diversas empresas involucradas tanto en la colocación de pavimentos de concreto, como en su rehabilitación, así como con investigadores, diseñadores, ingenieros y empresas en general que requieren de asesoría, información, promoción de en el uso de pavimentos de concreto en aeropuertos, puentes, autopistas, naves industriales, calles, etc.

Dicha organización esta enfocada a realizar y reforzar varios puntos estratégicos y ofrecer un valor agregado tanto a sus miembros, así como a la industria de los pavimentos de concreto en general y algunos de ellos son:

- Influir en la selección del tipo de pavimentos que se utilizará en las obras de infraestructura de las ciudades y proyectos.
- Investigación constante y propuestas para la optimización, desempeño y calidad de los pavimentos de concreto.
- Soluciones y avances tecnológicos constantes.
- Programas de difusión y apoyo a la industria de los pavimentos de concreto.
- Fortalecimiento de la industria mediante acciones específicas a nivel gobierno e industria privada, y finalmente,
- Desarrollo constante de las investigaciones del centro de Tecnología y de la propia ACPA. **C**

MI OBRA EN CONCRETO



NOMBRE DE QUIEN ENVIÓ LA FOTO:
José Vicente Castro.

¿QUÉ OBRA ESTÁ EN LA FOTO?

La obra es el Delta Project, es decir el Cuartel General de la empresa Exxon Mobil.

¿DÓNDE SE ENCUENTRA?

En la Ciudad de Houston al Norte de la localidad de Spring, Estados Unidos de Norte América.

¿POR QUÉ QUISO TOMARSE LA FOTO EN ESE LUGAR?

Por ser un proyecto que consta de 20 edificios de 7 plantas o niveles cada uno, conectados subterráneamente a través de túneles construidos para tal fin, los cuales proveen los servicios básicos como agua, energía y electricidad. El área total del proyecto será de 392,000 acres.

DATO RELEVANTE DE LA OBRA:

Esta obra es relevante porque representa el cuidado al medio ambiente. Se tomó como ícono al árbol central y se invirtió 1 millón de dólares americanos en desplantarlo y volverlo a colocar en el mismo lugar para que no sufriera los estragos de la obra.



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO
DEL CEMENTO Y CONCRETO, A.C.



Cemento hidráulico.
Determinación de
la densidad.

Norma Mexicana
NMX - C - 152 - 2010 - ONNCCE.

Número

86

SECCIÓN
COLECCIONABLE



Cemento hidráulico. Determinación de la densidad.

Cambiar las comas del gráfico por puntos

FIGURA 1:

Matraz de le chatelier.



Industria de la construcción - Cemento hidráulico - Determinación de la densidad.

En este resumen se presenta la Norma Mexicana **MMX - C - 152 - 2010 - ONNCCE**.

El lector puede aprovechar la siguiente información sólo para familiarizarse con los procedimientos básicos de la misma. Sin embargo, esta versión no reemplaza el estudio completo que se haga de la Norma.

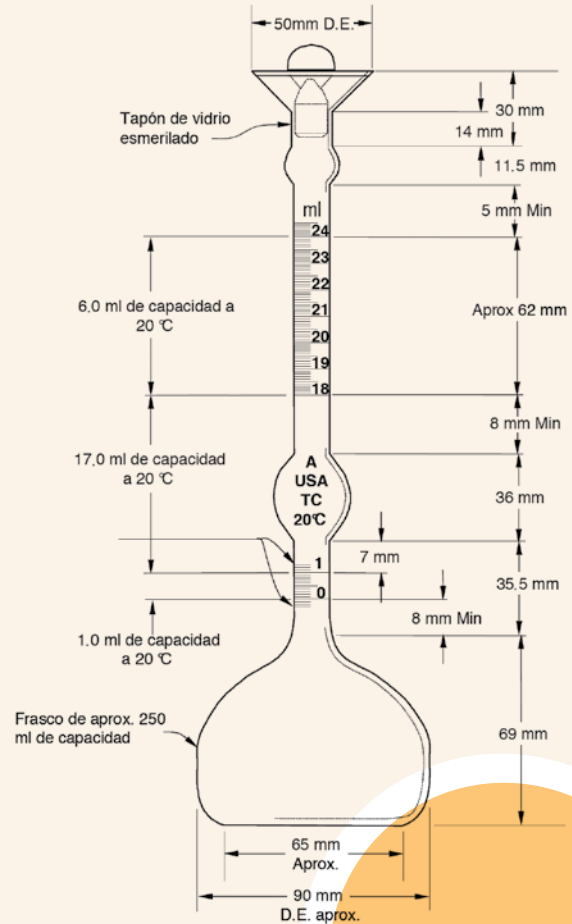
OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método de ensayo bajo el cual se efectúa la determinación de la densidad de los cementantes hidráulicos. Para los efectos de esta norma, se entiende por densidad de los cementantes hidráulicos, la relación de la masa del cementante en gramos, entre el volumen en mililitros que desplaza al introducirse en un líquido, con el cual no se efectúe reacción química alguna.

EQUIPO

Matraz de le chatelier

- El matraz debe ser de sección transversal circular conforme a la figura 1. Los requisitos con respecto a las tolerancias, inscripciones, espaciamentos y uniformidad de las graduaciones deben ser rigurosamente verificados.
- Debe existir un espacio de por lo menos 10 mm entre la marca de la graduación más alta y el punto más bajo de la sección esmerilada donde se coloca el tapón.
- El material de construcción debe ser de vidrio de la mejor calidad, transparente y libre de estrías.
- El vidrio debe ser químicamente resistente y de baja histéresis térmica. El matraz debe ser endurecido antes de graduarlo y debe de tener un espesor lo suficientemente grueso para asegurar una resistencia razonable a la ruptura.
- El cuello es graduado. El error de cualquier capacidad indicada no debe ser mayor de 0.05 ml.



Cada matraz y su tapón debe tener un número de identificación permanente en el caso de que este último no se pueda intercambiar, en caso contrario deben ser marcados con el símbolo "S", seguido por la medida del tamaño designado.



BIBLIOGRAFÍA:

ASTM C188-95(2003) *Standard test method for Density of Hydraulic Cement.*

La temperatura estándar debe estar indicada, así como la unidad de medida de la capacidad por las letras “ml” colocadas arriba de la marca más alta de graduación.

REACTIVOS

Keroseno

Para la determinación de la densidad se debe usar keroseno libre de agua con una gravedad específica.

EQUIPOS ALTERNOS

El uso de equipos alternos para la determinación de la densidad es permitido, si en alguno de ellos a un mismo operador le es posible obtener resultados con una diferencia de $\pm 0.03 \text{ mg/m}^3$ de los obtenidos por el método descrito por esta norma.

PROCEDIMIENTO

Llenar el matraz con el líquido especificado a un nivel medido entre cero y un mililitro. Secar el interior del matraz arriba del nivel del líquido (para evitar la adherencia del cemento a las paredes internas). La primera lectura debe registrarse después de haberse sumergido el matraz en un baño de agua a la temperatura del laboratorio.

Debe tenerse la precaución de que la temperatura del baño sea constante durante el ensayo. De este modo se asegura que la variación de la temperatura del líquido en el matraz no tenga una variación importante al momento de tomar la lectura inicial y final.

Colocar el cemento dentro del área de ensayo para que tome la temperatura del laboratorio. Pesar los gramos de cementante, e introducirlo en pequeñas porciones dentro del matraz. Se debe tener cuidado de evitar salpicaduras y que el cementante se adhiera a las paredes interiores del cuello superior del matraz, colocar el tapón al matraz y desalojar el aire que haya sido atrapado al introducir el cementante en el líquido; para lograr esto, se gira el frasco tomándolo entre las manos, en posición inclinada, o bien, hágalo rodar en posición inclinada sobre una superficie plana que conviene cubrir con un material que proteja al matraz de una posible ruptura.

Sumergir el frasco en el baño de agua durante un tiempo suficiente para estabilizar la temperatura y después tomar la segunda lectura cuando el líquido esté en la parte graduada superior.

CÁLCULO Y EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Cálculos

La diferencia entre las lecturas inicial y final representa el volumen del líquido desplazado por el peso de cementante empleado en el ensayo. **C**

NOTA:

Tomado de la Norma Mexicana NMX - C - 152 - 2010 - ONNCCE. Industria de la construcción - Cemento hidráulico - Determinación de la densidad.

Especificaciones y métodos de ensayo. Usted puede obtener esta norma y las relacionadas con agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en: normas@mail.onncce.org.mx, o al teléfono del ONNCCE 5663 2950, en México, D.F. O bien, en las instalaciones del IMCYC.

Gregorio B. Mendoza



Foto: World Press.



Foto: MNA National Geographic.

➤ La promesa del siglo

LA PRIMERA PROMESA de construir un verdadero museo de antropología mexicano se realizó en 1910, sin embargo debido al movimiento revolucionario esto se postergó indefinidamente. Tuvieron que pasar más de 50 años para que el entonces secretario de Educación del presidente Adolfo López Mateos, tomara la decisión de construir un museo que hiciera sentir a los mexicanos el orgullo de serlo. Así, fue nombrado el arquitecto Pedro Ramírez Vázquez como responsable del proyecto, mismo que fue finalmente concluido e inaugurado el 17 de septiembre de 1964.

El majestuoso recinto cuenta con 45 mil m² construidos, y únicamente 30 mil corresponden a las áreas de exhibición, lo cual representa un recorrido de 5.5 km. El resto de los espacios, es decir 15 mil m², están destinados al área académica, biblioteca, áreas de investigación arqueológica y de etnografía, almacenes y bodegas,

talleres de restauración, de conservación y otros servicios de apoyo.

El criterio arquitectónico del Museo fue determinado fundamentalmente por la solución prevista para la circulación del público asistente, quienes pueden hacer recorridos aislados a las salas de su interés o uno continuo. Para lograr que esto se pudiera concretar, un espacio fue creado magistralmente: un enorme patio que funciona como un gran vestíbulo, ni abierto ni cerrado, un pavimento magníficamente logrado con piedra de recinto que ha visto desfilar con la mirada llena de sorpresa a propios y extraños, un espacio que en conjunto con la gran estela de los hermanos Chávez Morado y el paraguas, se consolidaron como el gesto icónico de toda la arquitectura del museo.

A cinco décadas de haberse logrado este recinto cultural, es calificado como el más emblemático y el más visitado de nuestro país, una verdadera joya que es un referente de nuestra identidad nacional. **C**

Índice de Anunciantes



IMCYC	2º DE FORROS
IMCYC	3º DE FORROS
CONTROLS	4º DE FORROS
EUCLID CHEMICAL	1
HENKEL	3
EXPO CIHAC	7
CICM	19

Si desea anunciarse en la revista, contactar con:

Lic. Renato Moyssén
(55) 5322 5740 Ext. 216
rmoysen@mail.imcyc.com

✉ buzon@mail.imcyc.com.

f /Cyt imcyc

t @Cement_concrete

SERVICIOS IMCYC

Publicaciones



*“Un mundo de
soluciones
en concreto”*

MANOS A LA OBRA II



\$470 M.N.

Más gastos de envío.

REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL Y COMENTARIOS (2011)



\$300 M.N.

Más gastos de envío.

GUÍA DEL CONTRATISTA PARA LA CONSTRUCCIONES DE CONCRETO DE CALIDAD



\$650 M.N.

Más gastos de envío.

Compre las publicaciones IMCYC en línea:

<http://tienda.imcyc.com.mx/tiendaimcyc/>

CONTACTO:

Michael López Villanueva
Tel.: 01 (55) 5322 5740. Ext. 210
E-mail: mlopez@mail.imcyc.com

Conforme a:
| ASTM C39 – AASHTO T22 |

Nuevas prensas automáticas **AUTOMAX y PILOT** El poder de la innovación

CVI TECH

CUSTOMER'S VALUE
DRIVES THE INNOVATION



Distribuidor exclusivo en México:
EQUIPOS DE ENSAYE CONTROLS, S.A DE C.V.
Av. Hacienda 42, Col. Club de Golf Hacienda,
Atizapán de Zaragoza, C.P. 52959, Estado de México.
Tels. (+52 55) 55 32 07 99, 55 32 07 22, 53 78 14 82

CONTROLS Your Partners
Masters of Technology

info@controls.com.mx
www.controls.com.mx