

CONCRETO

LATINOAMÉRICA

VOLUMEN VI | NÚMERO 3 | MARZO 2025

**Premios ASCE 2024
a lo más Sobresaliente
en Ingeniería Civil y Liderazgo**

El Reemplazo del Viaducto de la
Calle Sexta gana el primer lugar

El presente número de la Revista Digital Concreto Latinoamérica es un esfuerzo de los Capítulos o Secciones del American Concrete Institute (ACI) en Latinoamérica, para poner al alcance de sus miembros y afiliados los contenidos que el ACI International publica en su revista Concrete International en inglés.

Representantes de los Capítulos ACI de Latinoamérica:

Argentina

Dr. Raúl Bertero

Colombia

Dra. Nancy Torres Castellanos
Dr. Fabián Augusto Lamus Báez

Costa Rica

Ing. Minor Murillo Chacón

Ecuador Centro y Sur

Ing. MSc. Santiago Vélez Guayasamín

Guatemala

Ing. Xiomara Sapón Roldán
Ing. Luis Álvarez Valencia

México Noreste

Dr. Alejandro Durán Herrera

México Noroeste

Ing. Raúl Alvarado Barbachano

México Centro y Sur

Ing. José Alfredo Rodríguez Campos

México Sureste

Mtro. Josseph Eli Mandujano Zavala

República Dominicana

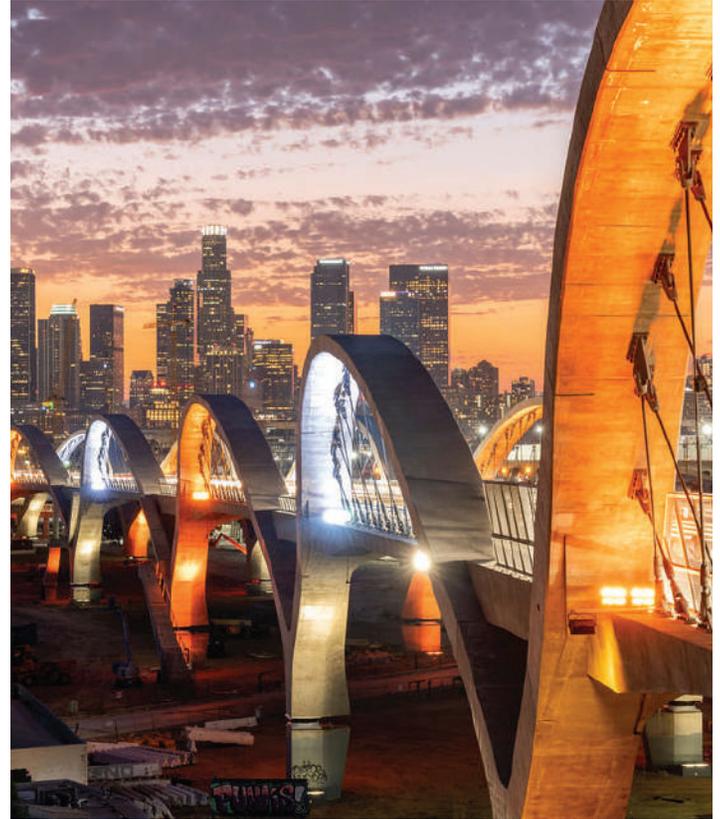
Ing. Piero Roberto Caputo Rodríguez

Perú

Ing. Julio Antonio Higashi Luy

Puerto Rico

Ing. Anabel N. Merejildo



Obra de reemplazo del viaducto de la Sexta Avenida en Los Ángeles, California, EE.UU. Con una inversión de 588 millones de dólares, este proyecto de renovación de un viaducto urbano representa un récord para la ciudad. El viaducto original data de 1923 y fue reemplazado por un nuevo viaducto de 10 arcos de longitud con 2 carriles para automóviles, una vía peatonal y otra para bicicletas en cada sentido. Su diseño estructural es a prueba de cualquier sismo calculado para un período de retorno de 1,000 años. El viaducto cruza encima de 18 vías de ferrocarril y metro, la carretera US 101, cuatro calles urbanas y un parque público. Esta obra fue galardonada como primer lugar absoluto en los reconocimientos de la Asociación Americana de Ingenieros Civiles (ASCE) como el más sobresaliente logro de ingeniería civil en el 2024 en los Estados Unidos. Más información en el artículo 4 de esta revista.

Los contenidos de los artículos corresponden a la traducción del inglés al español realizada por los Capítulos del ACI en Latinoamérica, y fueron originalmente publicados en la revista Concrete International correspondiente al mes de Marzo de 2025. El Instituto no se hace responsable por las declaraciones u opiniones expresadas en sus publicaciones. Las publicaciones del Instituto no pueden ni pretenden suplantar el entrenamiento técnico individual, responsabilidad o juicio del usuario o de quien provee y presenta la información. Con el propósito de difundir el conocimiento técnico del concreto, se autoriza la difusión de la presente edición a los Capítulos del ACI de habla hispana entre su membresía y grupos de interés, sin embargo, será necesaria la autorización del American Concrete Institute para reproducir total o parcialmente los contenidos de este número salvo que se hagan para uso personal o académico y sin fines comerciales. Todos los materiales originales en inglés, y contenidos en este número de Concreto Latinoamérica en español, están protegidos por las leyes de Derechos de autor y propiedad industrial, tanto nacionales como internacionales.

COMITÉ EDITORIAL

Cualquier asunto relacionado con la publicación contactarse a :
Correo: concretolatam@gmail.com
Tel: +52 81 2146 4907

Presidente del Comité Editorial:

Dr. Alejandro Durán Herrera
Presidente de la Sección Noreste de México del ACI (2024-2026)

Editor en Jefe:

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez

Editores Asociados:

Dr. Lucio Guillermo López Yépez
Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll
Dr. Francisco René Vázquez Leal

Asesor Técnico:

Dr. Alejandro Durán Herrera

Traducción:

Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Comité de Artículos Originales

Ing. Xiomara Sapón Roldán
Ing. Thyssen Won Chang

Revisión Editorial:

Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Administración y Logística:

Lic. Ana Durán Herrera

Dirección Creativa:

MDG. Rosa Otilia Armendariz Solís

Diseño Gráfico:

LDI. Hannia Annett Molina Frías
LDG. Anakaren Lozano González

"Agradecemos el apoyo a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Autónoma de Nuevo León por su colaboración en el diseño editorial de la revista".

Diseño Editorial: Comunicación e Imagen Institucional FIC-UANL

REVISORES EDITORIALES

En este número, el Comité Editorial agradece la colaboración como Revisores Editoriales a:

Dr. Francisco René Vázquez Leal
Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez
Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll



¡Únete hoy!

Conoce tu capítulo local ACI
300+ Capítulos profesionales y estudiantiles
www.concrete.org



CONTENIDO

1 | **El trofeo en concreto hará su debut en la Gala 2025 de los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto**

6 | **Refuerzo a cortante de losas de núcleo hueco con aberturas estructurales**

Por Ahmed F. Elkhoully, Mohammed H. Hedia, y George Morcous

2 | **Ganadores del Premio del Consejo de Concreto Decorativo 2024**

7 | **Mejores Prácticas en Concreto Decorativo**

Sellado del Concreto Estampado

3 | **La Resistencia se une al Estilo**
Una hermosa casa construida con métodos de construcción resilientes

8 | Preguntas y Respuestas.
Uso del Fresno en Concretos Decorativos

4 | **Premios ASCE 2024 a lo más Sobresaliente en Ingeniería Civil y Liderazgo**
El Reemplazo del Viaducto de la Calle Sexta gana el primer lugar

9 | ¿Quiénes somos y qué hacemos?
El Capítulo Noroeste de México del ACI realiza taller para estudiantes de primaria

5 | **Calculando deflexiones con ACI 318-19 y más allá, Parte 2**
La nueva expresión para I_e y las razones para el cambio
Por Peter H. Bischoff

CONVOCATORIA

CONCRETO LATINOAMÉRICA

¿Publicar tus artículos de investigación y casos de estudio en nuestra revista?

¡Es muy fácil!

Descarga la Guía de Publicación



¡Escanea para conocer los requisitos!

Llena la Carta de Solicitud



¡Escanea para completar tus datos!

Una vez lista tu solicitud, fírmala y envíala a la Revista Concreto Latinoamérica a través del correo concretolatam@gmail.com

Tu solicitud y artículo serán evaluados para su publicación.

01

El trofeo en concreto hará su debut en la Gala 2025 de los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto



Entrando ya en su segunda década, los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto comenzaron como una simple idea para brindar una oportunidad a los capítulos del ACI de participar en una competencia de nivel superior, donde participan los ganadores de las competencias internas de los capítulos locales. Actualmente, proyectos de todo el mundo son nominados, destacando anualmente su excepcional trabajo en la Gala de Entrega de los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto, que se celebra durante la Convención del Concreto del ACI en otoño.

Este año, el ACI presentará un nuevo trofeo del Premio a la Excelencia, diseñado a medida y fabricado con una mezcla especial de concreto. Los nuevos trofeos se presentarán y entregarán en la ceremonia de entrega de los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto, que se celebrará este otoño en Baltimore, MD, EE. UU.

“Siempre habíamos querido crear un premio de concreto realmente fabricado con concreto”, dijo John K. Conn, Director de Actividades de Capítulos del ACI. “Cuando se lanzaron los premios en 2015, nuestros trofeos eran piezas de arte de concreto con vidrios de colores. Aunque estaban preciosos, eran extremadamente pesados y frágiles, por lo que resultaba difícil transportarlos y enviarlos”.

En 2016, ACI colaboró con un diseñador para crear un trofeo único. Era resistente, ligero y complementaba la marca del Instituto. Sin embargo, estaba hecho de aluminio. “Aunque nos ha servido bien durante la última década, sentimos que era hora de algo nuevo que representara el espíritu de los premios, que celebran la innovación, la artesanía y la excelencia en la construcción con concreto. Estoy convencido de que nuestro nuevo diseño cumple con este propósito”, dijo Conn.

Apoyándose en las sugerencias de un miembro del ACI, los nuevos trofeos están fabricados con una mezcla de concreto de dosificación especial, moldeándose a mano en pequeños lotes. “Se trata

de un diseño moderno y minimalista, que es una evolución de las muy detalladas distinciones que hemos estado creando durante años”, afirmó Andrew Watson, Director Creativo de Watson Design. “La creación de este trofeo es difícil, pero tenemos un equipo dedicado y apasionado que se asegura de que todos los premios que producimos sean de la máxima calidad, así que merece la pena el esfuerzo, ya que el resultado es magnífico”.

El nuevo trofeo representa los valores fundamentales del esfuerzo y la búsqueda incansable de la perfección. Su diseño elegante y moderno será un símbolo de orgullo para sus receptores, que destacará la naturaleza inquebrantable de sus logros.

“Este trofeo único no es solo una obra de arte, sino también un testimonio de artesanía atemporal —perfectamente en consonancia con los valores de los Premios a la Excelencia”, dijo Conn. “Sea que se exhiba en una mesa de oficina, en una exposición, o en un área de recepción, servirá como un recordatorio constante de los increíbles hitos alcanzados por los galardonados”.

Gala de los Premios a la Excelencia

Los proyectos galardonados de todo el mundo serán reconocidos en la Gala de Entrega de los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto, que se celebrará el 27 de octubre de 2025, durante la Convención del Concreto del ACI de otoño de 2025 en Baltimore, MD. La ceremonia de entrega de premios incluirá vídeos breves con detalles de los proyectos finalistas, que precederán la presentación de todas las categorías a premiar. La velada concluirá con la entrega del premio “Excelencia Absoluta” a uno de los proyectos nominados.

Categorías de proyectos

Los proyectos nominados compiten por recibir primer o segundo lugar en las siguientes ocho categorías:

- Estructuras de baja altura (hasta tres pisos);
- Edificios de media altura (cuatro a quince pisos);
- Edificios de gran altura (más de 15 pisos)
- Puentes;
- Obras de concreto decorativo.
- Pisos;
- Infraestructura; y
- Reparación y restauración.

Cómo nominar un proyecto/Requisitos de participación

Hay tres formas de nominar a un proyecto para los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto:

- El proyecto ha sido reconocido y ha ganado un premio de un capítulo del ACI, o ha sido nominado por un uno.
- El proyecto es nominado por un socio internacional del ACI; o
- El proyecto es nominado por un miembro del equipo del proyecto (se requiere un pago no reembolsable).

Todas las nominaciones para los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto del año 2025, deben presentarse antes del 29 de abril de 2025. Para consultar un listado completo de las normas y criterios de elegibilidad, o para nominar un proyecto, visite www.aciexcellence.org. Para más información, escriba a Esther Beery, Coordinadora de Actividades de Capítulos del ACI, en esther.beery@concrete.org



Ediciones pasadas, presentes y futuras de los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción con Concreto. En la foto de izquierda a derecha: trofeo de 2015 de concreto con cristal de colores y su base de concreto; trofeo de aluminio de 2016 a 2024; y prototipo del nuevo trofeo de concreto para 2025, diseñado por Watson Design, de Columbia Británica (Canadá).

Título original en inglés:
Concrete Trophy to Make
Its Debut at 2025 ACI
Excellence in Concrete
Construction Awards Gala

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Colombia



Traductor:
**Kevin Andrés Tami
Torres**



Revisora Técnica:
**Ph.D. Nancy Torres
Castellanos**

02

Ganadores del Premio del Consejo de Concreto Decorativo 2024

El Consejo de Concreto Decorativo (DCC) de la Sociedad Americana de Contratistas de Concreto (ASCC), con sede en St. Louis, MO, EE.UU., anunció a los ganadores de su 15ª Competencia Anual Internacional de Concreto Decorativo durante la conferencia anual de la ASCC en septiembre de 2024, en Kansas City, MO.

El premio WOW! del DCC fue otorgado a T.B. Penick & Sons, Inc., de San Diego, CA, EE.UU., por el Mirador de la Interestatal 5 (I-5) en Encinitas, CA. El proyecto fue una colaboración entre el Departamento de Transporte de California (Caltrans), la Asociación de Gobiernos de San Diego (SANDAG) y el Departamento de Transporte de EE.UU. para desarrollar acabados de concreto decorativo para la sección del Mirador de la I-5 del proyecto Build (Corredor de la Costa Norte) NCC. Este mirador, con forma de medusa, está ubicado justo al sur de Birmingham Drive, ofrece una vista de la Reserva Ecológica de la Laguna de San Elijo y es el segmento de conexión más reciente del Sendero Costero del Norte.

El mirador cuenta con senderos hechos de Lithocrete® de color integral, incrustados con una mezcla de conchas marinas trituradas y un vibrante agregado de roca de río de 1/4 in. (6.4 mm), con tonos de naranja, oro, blanco y rojo. Esta mezcla única de agregado y conchas serpentea a lo largo del sendero, llevando a la “Cabeza de Medusa”, oficialmente conocida como Plaza Vista Point.

En la Plaza Vista Point, el acabado de Lithocrete de color integral incorpora un agregado de roca de río de 3/8 in. (9.5 mm) de la misma variedad colorida. Además, incluye un agregado de roca de río Earthtone de 1-1/2 in. (38 mm), con tonos de gris, verde y morado. El resto del mirador está compuesto de mantillo de grava, mantillo de guijarros y rocas, realizando la estética natural del área.



I-5 Vista Point

La acera del estacionamiento de Vista Point que lleva al mirador también cuenta con Lithocrete de color integral, totalmente sembrado con el mismo vibrante agregado de roca de río de 3/8 in. utilizado en la plaza. El mismo acabado se instaló en el cercano nodo del sendero del Parque de Actividades y Punto de Transporte de San Elijo. También se colocó un acabado de Piedra de Cantera de Lithocrete de color integral alrededor del nodo. En total, se colocaron 19,220 ft² (1,786 m²) de Lithocrete en el proyecto y se sellaron con un sellador penetrante para mantener su estética natural.

Los ganadores del primer lugar en sus respectivas categorías son:

Estructuras de Concreto Arquitectónico Vertido en Sitio de más de 5,000 ft²

T.B. Penick & Sons, Inc., San Diego, CA, por Directors Place, San Diego, CA

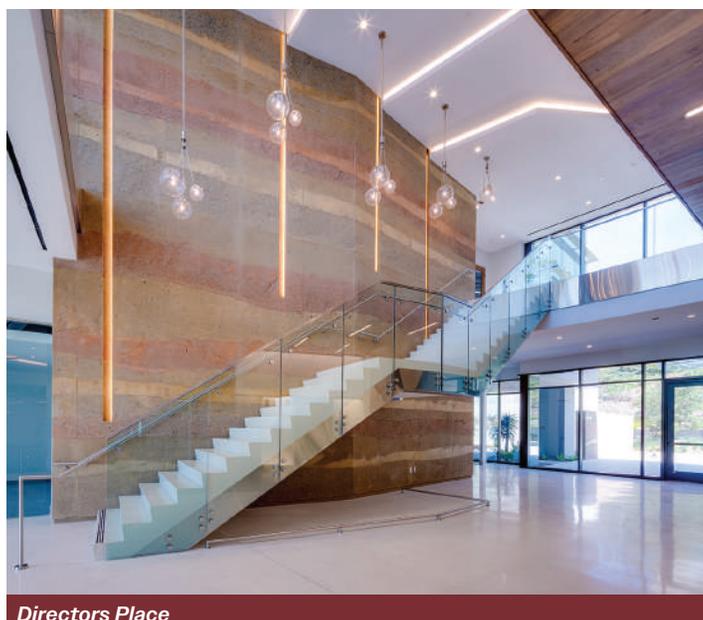
Directors Place es un edificio de cinco pisos con un laboratorio semiequipado para la investigación de 150,000 ft² (13,935 m²), que ofrece vistas espectaculares del área de Sorrento Valley hacia el Océano Pacífico y el estuario de Torrey Pines. El edificio incluye una división casi 50/50 de laboratorios de investigación de ciencias de la vida y oficinas.

Las características arquitectónicas del edificio y el diseño del vestíbulo interior fueron inspirados por los acantilados costeros cercanos de la Reserva Natural Estatal de Torrey Pines. Una pared sedimentaria de Lithocrete de dos pisos de altura ancla el espacio del vestíbulo de doble altura. Los colores y texturas de la pared fueron cuidadosamente seleccionados para imitar las estratificaciones del acantilado de Torrey Pines. El piso fue diseñado para crear una línea en la arena, una yuxtaposición metafórica en el espacio. Un lado se asemeja a los acantilados, y el otro capta los movimientos del océano.

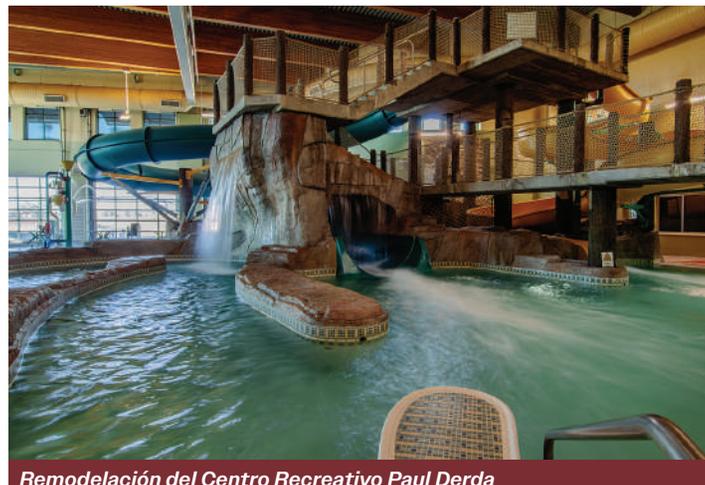
Un suelo de terrazo blanco cremoso con motas de sedimento se encuentra junto a la pared sedimentaria, representando la arena intacta. Este piso se extiende por una escalera voladiza y a través del mezanine del Nivel 2. Del lado opuesto, un suelo de terrazo de color azul oscuro, casi carbón, representa la arena que ha sido tocada por las aguas del océano, actuando como punto de llegada para un sofite revestido de madera y columnas, que recuerdan a un muelle. Tanto la pared sedimentaria como el piso de terrazo se extienden hacia el exterior del edificio, mejorando aún más el concepto.

T.B. Penick & Sons trabajó estrechamente con Delawie, el arquitecto del proyecto, y GroundLevel Landscape Architecture, Inc., empresa de arquitectura paisajista, para dar vida a su visión, y propuso el sistema de pared sedimentaria de Lithocrete como la mejor manera de simular las estratificaciones y capas de los acantilados cercanos. También ayudaron en el desarrollo e instalación del terrazo interior y el pavimento de Lithocrete exterior.

Colocar la pared sedimentaria de 30 ft (9 m) de altura fue un desafío. Se tuvo que cortar un hueco en el techo para bombear el concreto. Además, debido a la variedad de colores integrales, se tuvieron que utilizar múltiples bombas de concreto y camiones de concreto para cada color, lo que fue logísticamente desafiante debido a las restricciones del sitio. La pared, que presenta ocho capas alternas distintas compuestas por diferentes combinaciones de grabado y color, requirió mucha atención al detalle. El pavimento exterior de Lithocrete se realizó utilizando cemento blanco y tenía vidrio triturado muy fino incrustado en la superficie con un ligero grabado.



Directors Place



Remodelación del Centro Recreativo Paul Derda

Estructuras de Concreto Arquitectónico Colocado en Sitio de menos de 5,000 ft²

Colorado Hardscapes, Inc., de Greenwood Village, CO, EE.UU., por la remodelación del Centro Recreativo Paul Derda, Broomfield, CO.

Colorado Hardscapes actuó como contratista de diseño y construcción para el Centro Recreativo Paul Derda. El proyecto se centró en reemplazar la roca artificial envejecida del centro, lo que requirió tanto mejoras estéticas como actualizaciones funcionales.

El proyecto incluyó el desmantelamiento de la estructura rocosa existente, la formación e instalación de nuevos materiales rocosos y la adición de toques finales como la pintura de la roca artificial. Los mejores constructores de rocas artesanales de la empresa pintaron a mano las rocas para que coincidieran de manera impecable y actualizaran la roca artificial antigua, asegurando una apariencia coherente.

Para prevenir la oxidación, se utilizaron barras de refuerzo galvanizadas y acero estructural, complementados con un recubrimiento de Tnemec debido a la proximidad de la roca artificial al agua. El trabajo se realizó meticulosamente para proteger los toboganes existentes y la piscina. La ventilación y el control del polvo se priorizaron para salvaguardar la salud del equipo. Con apego a un cronograma ajustado, la piscina se reabrió a mediados de marzo de 2024, justo a tiempo para las vacaciones de primavera.

A través de soluciones innovadoras y un trabajo en equipo dedicado, la renovación del Centro Recreativo Paul Derda lo ha transformado en un destino vibrante y acogedor para la comunidad.

Acabados Especiales en Concreto Colocado en Sitio de más de 5,000 ft²

Colorado Hardscapes, Inc., de Greenwood Village, CO, para el Memorial de Veteranos del Condado de

Adams, Brighton, CO.

En el Riverdale Regional Park, el Memorial de Veteranos del Condado de Adams se erige como un testimonio del valor y sacrificio de aquellos que han servido a los Estados Unidos. El proyecto fue un esfuerzo de colaboración que involucró a DHM Design; ECI Site Construction Management, Inc.; el Comité Asesor de Veteranos, los Comisionados del Condado; y veteranos locales. El memorial incluye múltiples monumentos, como la recreación del buque de batalla USS Colorado, con elementos de concreto decorativo destacados prominentemente en todo el conjunto.

Los elementos de concreto decorativo incorporados en este proyecto incluyen:

- Un mural de concreto curvo de 230 ft² (21 m²) (Muro de Historias) que presenta una ilusión tridimensional (3D) de fotografías en escala de grises, cartas y telegramas, instalados utilizando una cubierta producida por control numérico computarizado (CNC) de Scott System;
- 19,694 ft² (1,830 m²) de paisajes de arena de color integral en cinco colores diferentes;
- 2,212 ft² (206 m²) de paisajes de arena refinado con vidrio de doble espejo para un brillo extra;
- 6,538 ft² (607 m²) de concreto estampado con textura de adoquín belga, textura de tablón de 6 pulg. (152 mm) y textura de arenisca;
- Un mapa del Condado de Adams de 695 ft² (65 m²), que incluye color integral, Micro-Top XT, logo y texto de acero inoxidable embebidos, y baldosas incrustadas;
- Rueda medicinal de arena formada a medida;
- Texto dibujado con chorro de arena y pintado con ácido en paneles prefabricados;
- Muros de soporte con forma de tablas y alisados con llana; y
- Bases de torreta para los cañones de barco



Memorial de veteranos del Condado Adams

formadas a la medida con incrustaciones.

La mayor innovación en este proyecto fue en la creación del Muro de Historias, que requirió un nuevo enfoque para la instalación de concreto colado en sitio. El uso de una mezcla de concreto especial y un forro de forma precisa dio como resultado una imagen impresionante y clara.

Trabajar alrededor del Lago Mann-Nyholt necesitó una planificación cuidadosa y el uso de ataguías. El concreto se obtuvo localmente, contribuyendo a la sostenibilidad.

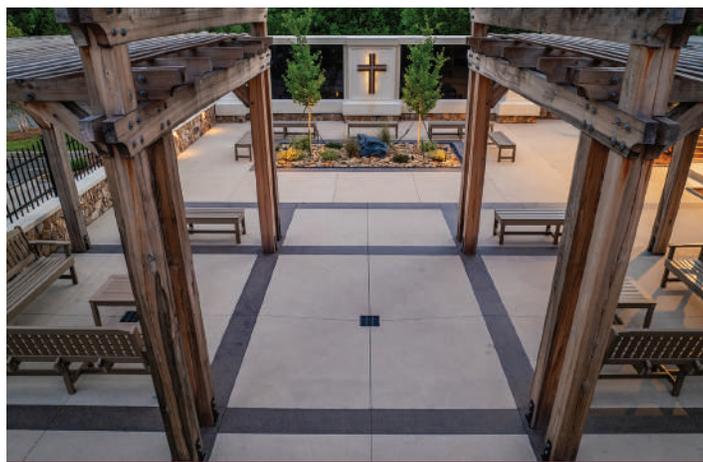
Acabados Especiales en Concreto Colocado en Sitio de menos de 5,000 ft²

Carolina Bomanite Corporation, Charlotte, NC, EE.UU., para el Jardín Columbario Memorial Myers, Gastonia, NC.

En la primavera de 2019, se pidió a Carolina Bomanite diseñar un columbario para una iglesia metodista en Gastonia, NC. Se requirieron varios meses para determinar la ubicación y el estilo del columbario que mejoraría la iglesia. Debido al COVID-19, se necesitó una variante de zonificación en línea para ubicar el columbario en un terreno de 3,000 ft² (279 m²) dentro de la propiedad de la iglesia. Después de recaudar fondos y obtener un diseño final del Arquitecto Paisajista Ronald S. Cutlip, la construcción comenzó en febrero de 2023.

Las nichos personalizados tardaron más de 6 meses en construirse. Mientras tanto, las paredes vertidas en sitio, los cimientos, el drenaje y más de 200 toneladas (181 toneladas) de relleno de piedra continuaron en el espacio compacto. Las paredes estaban revestidas con piedra de Tennessee. Los cimientos de la pérgola fueron diseñados para ser parte del diseño de la banda de pavimentación. Esto aisló la posibilidad de grietas y funcionó según lo previsto.

Construir un columbario requirió edificar para un ciclo de vida de más de 100 años. Cada producto y



Columbarion en el Jardín del Memorial Myers

función fue sobrediseñado e instalado según este criterio. Se utilizaron barras de refuerzo compuesto (CRB) tanto como fue posible para prevenir la corrosión.

El acabado del pavimento es una terminación personalizada expuesta con brillo blanco. El pavimento proporciona una superficie cómoda para caminar que requerirá muy poco mantenimiento. La banda negra se colocó utilizando un color integral con brillo negro y luego se selló para realzarlo. La aplicación de las juntas aplicando la técnica de la empresa (expansión oculta) que utiliza pasadores deslizantes, corte preciso con sierra y sellador, fueron clave para garantizar la durabilidad del proyecto.

Se instaló un canal de drenaje preinclinado personalizado alrededor del área central. Paneles prefabricados individualizados rodean los nichos. Las cercas y puertas están hechas a mano de acero y recubiertas con pintura en polvo. La cruz, iluminada con luces LED, fue forjada en cobre, acero inoxidable, bronce y acero Corten. Una banqueta con textura de pizarra conduce hasta una entrada con puerta que revela un lugar de solaz.

Recubrimientos Cementicios Menores de 5,000 ft²

Cano Architectural Concrete Repair, Ontario, CA, para La Gran Escalera del W Hotel Hollywood, Hollywood, CA.

El proyecto requería una escalera que necesitaba combinar de manera impecable tableros de cemento con armazón metálico, con escaleras de concreto existentes que se conectaban con las nuevas escaleras de concreto formadas y colocadas en sitio conectadas a muros curvos de las jardineras, todo cubierto con un recubrimiento de cemento para durabilidad y funcionalidad.

Este revestimiento cementoso de FirmeCrete Floor & Wall Coatings requería tener un acabado de arena expuesta. Este sería un acabado de arena de óxido de aluminio ultra blanco. Para lograr esto, el equipo de reparación de concreto de Cano Architectural necesitaba un equipo de trabajo. El contratista general Build Group, Inc., lideró la construcción e instaló la estructura de armazón y los tableros de cemento. Pacific Structures, Inc., formó y colocó las sublosas de concreto y los muros de las jardineras. Este proyecto requería un detalle meticuloso asegurando que las curvas se vieran limpias y nítidas en los muros de las jardineras de múltiples capas hasta las líneas precisas en los canales de luz de 2 in. (50 mm) mientras se

aseguraba que cada sustrato estuviera preparado para garantizar la correcta adherencia.

La complejidad iba más allá del diseño intrincado y el material mezclado a medida. La ejecución se requería dentro de un marco de tiempo ajustado, todo mientras el hotel permanecía abierto al público. Como resultado, se creó una obra maestra multinivel y cohesiva, donde muros, pisos y escalones se convierten en uno.

La transformación de la gran escalera del Hotel W Hollywood es un testimonio de la habilidad y colaboración del equipo involucrado. Desde la instalación de las superficies hasta la aplicación impecable del acabado FirmeCrete®, cada detalle fue cuidadosamente cuidado. El resultado final es un impresionante ejemplo de diseño moderno.

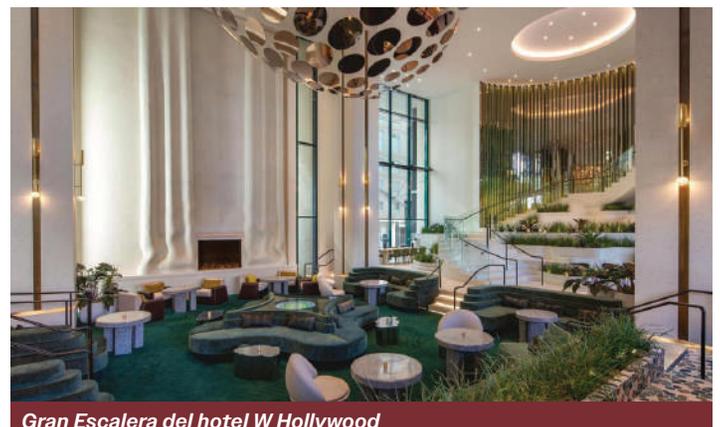
Arte en Concreto de más de 5,000 ft²

T.B. Penick & Sons, Inc., San Diego, CA, para el Parque India Basin 900 Innes, San Francisco, CA

En 2014, el Departamento de Recreación y Parques de San Francisco (SFRPD) adquirió la propiedad de 900 Innes en la cuenca de India, en el barrio de Bay View Hunters Point (BVHP) en San Francisco, Cal.

Con sus vistas panorámicas, acceso al paseo marítimo y ricos recursos naturales, este sitio representa la única propiedad del Departamento frente a la bahía de San Francisco. En colaboración con la comunidad de BVHP, el Trust for Public Land, la Alianza de Parques de San Francisco y el Instituto A. Philip Randolph, el SFRPD planeó transformar el terreno industrial abandonado en un parque del siglo XXI. El plan de desarrollo creó un parque frente al mar de 10 acres (4 ha) que cierra una brecha crítica en el Sendero de la Bahía de San Francisco.

Los objetivos para el proyecto de 900 Innes incluían crear una obra de arte visible en el muelle para establecer un lugar de destino y atraer visitantes al paseo marítimo. Para lograr esto, la Comisión de Artes de San Francisco (SFAC) organizó un concurso, preseleccionando a cuatro artistas



Gran Escalera del hotel W Hollywood

locales y dándoles 2 meses para desarrollar obras específicas para el nuevo muelle y parque.

La visión artística de la artista ganadora, Raylene Gorum, fue plasmada utilizando el sistema Lithocrete®. T.B. Penick & Sons le proporcionó muestras para la presentación del concurso y, tras su selección, colaboró con ella, el equipo de arquitectura e ingeniería y otros interesados para desarrollar más los detalles artísticos y técnicos de su obra, titulada “Lady Bayview”.

Según Gorum, “Lady Bayview es la imagen de una figura de guardiana femenina cuyas manos rodean un universo circular y brillante. Está vestida con un enjambre de barbas de viento en movimiento y barcos que describen la historia estratificada del sitio con innovación, perseverancia y comunidad. La figura está destinada a ser un talismán que refleja la historia de la comunidad y el legado de las “Bayview Five”, un grupo de líderes comunitarias afroamericanas fuertes que abogaron con éxito por mejores viviendas, salud, asuntos laborales, un teatro local y más.

Para crear el diseño de la cabeza, el rostro y la mano de Lady Bayview, se colocó Lithocrete incrustado con una mezcla de vidrio de colores lavanda y púrpura de 1/4 in. (6.4 mm), acentuado con destacados en vidrio rojo. El patrón fue posteriormente cortado con sierra y teñido usando tintes acuosos personalizados hechos para coincidir con los colores Pantone elegidos por Gorum. Para el universo brillante, se colocó Lithocrete sembrado con vidrio triturado fino de espejo y teñido con un tinte acuoso azul personalizado, logrando un efecto deslumbrante. En el resto del muelle, se colocó Lithocrete sembrado con vidrio triturado fino de espejo, y las barbas de viento y los barcos fueron arenados y teñidos. En total, se colocaron 13,580 ft²



Recepción del Museo Marítimo de la Bahía Chesapeake

(1,262 m²) de Lithocrete y se arenaron y teñieron 157 barbas de viento y 15 barcos.

El proyecto enfrentó múltiples desafíos. En días fríos, se tuvieron que usar aceleradores en la mezcla de concreto, y los fuertes vientos complicaron el proceso de acabado, requiriendo ayudas para el acabado. El control del agua también fue un desafío; el borde del muelle tuvo que ser bloqueado con sacos de arena y plástico, junto con el uso de GelMaxx, para prevenir que los contaminantes entraran al agua.

Finalmente, teñir los barcos requirió una meticulosa atención al detalle, especialmente al teñir a mano las partes blancas de los barcos.

Concreto Pulido y Recubrimientos de más de 5,000 ft²

El Museo Marítimo de la Bahía de Chesapeake (CBMM), ubicado en la costa este de Maryland, tiene como misión explorar y preservar la historia, el ambiente y la cultura de toda la región de la Bahía de Chesapeake, y hacer este recurso accesible para todos.

El nuevo Centro de Bienvenida de 12,000 ft² (1,115 m²) del CBMM es parte de las mejoras continuas del campus para crear experiencias cautivadoras, inmersivas y transformadoras que eduquen e inspiren. Se utilizó concreto pulido para plasmar la visión del diseñador, satisfacer las demandas del intenso tráfico del museo, y especialmente para integrar un mapa, hermoso, grande y pulido, de la Bahía de Chesapeake.

Al inicio del proceso de diseño, el CBMM y el diseñador contactaron a Hyde Concrete con la visión de un suelo de concreto con un mapa de la Bahía de Chesapeake integrado en el piso. Confiraron en el conocimiento y habilidades de Hyde Concrete en la industria del concreto decorativo para ayudar a dar vida a la representación del estuario más grande de los Estados Unidos. Después de muchas



Parque 900 Innes India Basin

conversaciones sobre el diseño, uso y presupuesto del proyecto, Hyde Concrete recomendó un acabado de concreto pulido de bajo brillo en todo.

Al ingresar a la recepción del museo, los visitantes se encuentran con un gran mapa de 20 x 30 ft (6 x 9 m) de la Bahía de Chesapeake. Tras completar múltiples pruebas de muestra para el brillo y color, el diseñador eligió un gris azulado para reflejar el color de la bahía, y un pulido mate de bajo brillo para las áreas circundantes. El mapa de la bahía se logró colocando intrincadamente grandes plantillas segmentadas del mapa y teñiendo el diseño en el concreto pulido. Todos los involucrados quedaron satisfechos con el resultado, y muchos visitantes disfrutaron del mapa tratando de localizar y nombrar los numerosos ríos y ciudades alrededor de la Bahía de Chesapeake.

Otros ganadores del primer lugar incluyeron:

Concreto Estampado Colocado en Sitio de más de 5,000 ft²

Indocrete, Ciudad de Malang, Indonesia, para la Presa Sepaku Semoi, Kalimantan Oriental, Indonesia.

Concreto Estampado Colocado en Sitio de menos de 5,000 ft²

Universal Creative, Orlando, FL, EE.UU., para Tierra de DreamWorks, Fiesta Felina de Mama Lunas en Universal Orlando Resort, Orlando, FL.

Recubrimientos Cementicios de más de 5,000 ft²

Carolina Bomanite Corporation, Charlotte, NC, para la Escuela Cristiana de Statesville, Statesville, NC.

Arte en Concreto de menos de 5,000 ft²

The Fisher Companies, Midland, MI, EE.UU., para el Showroom de Decorative Concrete Resources (DCR), Saginaw, MI.

Encimeras, Muebles, Fogatas de más de 5,000 ft²

Bomanite Malaysia, Penang, Malasia, para Waterside Residences, Penang, Malasia.

Encimeras, Muebles, Fogatas de menos de 5,000 ft²

Hyde Concrete, LLC, Pasadena, MD, para Mi Vida, Washington D.C., EE.UU.

Revestimientos Decorativos con resina de menos de 5,000 ft²

Performance Concrete Solutions, Canton, OH,

EE.UU., para la Estación de Bomberos de Kidron, Kidron, OH.

Múltiples Aplicaciones de más de 5,000 ft²

T.B. Penick & Sons, Inc., San Diego, CA, para el Mirador de la I-5, Encinitas, CA.

Múltiples Aplicaciones de menos de 5,000 ft²

The Fisher Companies, Midland, MI, para el Showroom de DCR, Saginaw, MI.

Concreto Pulido y Recubrimientos de menos de 5,000 ft²

Texas Bomanite, Dallas, TX, EE.UU., para la Asociación de Banqueros de Texas, Austin, TX.

Video de un Proyecto de más de 5,000 ft²

Carolina Bomanite Corporation, Charlotte, NC, para la Escuela Cristiana de Statesville, Statesville, NC.

Video de un Proyecto de menos de 5,000 ft²

Carolina Bomanite Corporation, Charlotte, NC, para el Jardín Columbario Memorial Myers, Gastonia, NC.

Manchas y Tintes de más de 5,000 ft²

T.B. Penick & Sons, Inc., San Diego, CA, para la Fase II del Parque India Basin 900 Innes, San Francisco, CA.

Verticales y Fachadas de más de 5,000 ft²

Bomanite Malaysia, Penang, Malasia, para el Centro Tzu Chi Jing Si, Malasia.

Verticales y Fachadas de menos de 5,000 ft²

Universal Creative, Orlando, FL, para Tierra de DreamWorks, La Cabaña de Shrek en Universal Orlando Resort, Orlando, FL.

La Sociedad Americana de Contratistas de Concreto (ASCC) es una organización sin fines de lucro dedicada a apoyar el éxito de los profesionales que construyen con concreto, y a proporcionarles una voz unificada en la industria de la construcción.

ASCC incluye el Consejo de Concreto Decorativo y el Consejo de Pulido de Concreto y representa a contratistas en todas las disciplinas del concreto, incluyendo general, estructural, de superficies planas, de levantamiento de paneles, concreto decorativo y de pulido.

Para más información, visite www.asconline.org o llame al +1.866.788.2722.

Título original en inglés:
**2024 Decorative Concrete
Council Award Winners**

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
México Noreste**



Traductor:
**Ing. José Lozano y
Ruy Sánchez**



Revisor Técnico:
**Mtro. Francisco
David Anguiano
Pérez**

03

La Resistencia se une al Estilo

Una hermosa casa construida con métodos de construcción resilientes

La casa de concreto de Susan y Joel Waters en Madison, Mississippi, Estados Unidos de Norteamérica, apareció en el número de Invierno de 2024/2025 de la revista *Stages Mississippi*. Joel Waters ha sido Director Ejecutivo de la Asociación de Concreto de Mississippi (MCA, por sus iniciales en inglés) durante los últimos 8 años y ha prestado sus servicios en el Consejo Directivo de la Asociación Nacional de Concreto Premezclado (NRMCA [por sus iniciales en inglés]) en los últimos 3 años. MCA también es un grupo de patrocinio local de la Certificación ACI.

MCA trabajó con la legislatura estatal de Mississippi para asegurar que, si alguien construye siguiendo el Fortified Standard del Insurance Institute for Business and Home Safety (IBHS), se les garantice un descuento en el seguro de su hogar. Mississippi logró aprobar esta ley para viviendas unifamiliares en 2018 y para edificios comerciales en 2020.

La pareja Waters deseaban construir una casa fortificada y aprovechar el descuento del seguro.

El costo de su seguro actual es 54% menos de lo que les hubiera costado si la casa fuera toda de madera. Construir el cerramiento exterior de la casa utilizando muros de concreto cimbrados con aislamiento (ICF, por sus iniciales en inglés), dio por resultado aproximadamente 30% de ahorro en tiempo de terminación del proyecto. Para el proyecto se utilizaron 307 yd³ (235 m³) de una mezcla de concreto de 3,500 psi (24 MPa). Tomó 11 horas colocar los muros en tres izajes.

Algunas estadísticas interesantes incluyen:

- Los muros soportarán vientos de 250 mph (402 km/h);
- La cubierta soportará vientos de 200 mph (322 km/h); y
- Las ventanas soportarán vientos de 175 mph (282 km/h).

La casa cuenta con dos bombas de calor Trane XV 20: una unidad de 5 toneladas para la casa principal y una unidad de 2 toneladas para la planta alta. También se instaló un deshumidificador para toda la casa debido a la carga de enfriamiento que se requiere y a la red de conductos se le colocó espuma de alta densidad para reducir la pérdida de aire. El sistema de muros proporciona una clasificación de transmisión de sonido (STC, por sus iniciales en inglés) de más de 50, garantizando con ello un espacio habitable silencioso. Las dos capas de aislamiento continuo acopladas con la masa térmica del núcleo del concreto proporcionan una resistencia excepcional a la transferencia de calor, actuando como muros convencionales con aislamiento R50. La familia Waters ha obtenido ahorros en pagos de servicios del 75% en comparación con una casa con muros convencionales.



La casa de Susan y Joel Waters en Madison, MS, Estados Unidos de Norteamérica

“FORTIFIED™ les permite a los propietarios de casas disfrutar tanto de durabilidad como de un hermoso diseño”, afirmó Julie Shiyou-Woodard, Presidenta y CEO de Smart Home America. “Al agregar ICF, logran una casa de alta eficiencia energética que resistirá condiciones climáticas extremas, integrándose a la comunidad sin problema alguno”.

“A medida que el clima extremo se hace más intenso y frecuente, los hogares deben estar preparados”, declaró Alex Cary, Gerente de Desarrollo de Mercado de FORTIFIED en IBHS. “Tan sólo en 2023, hubo 19 tormentas eléctricas severas que cada una provocó daños por más de mil millones de dólares. Al igual que muchos propietarios de casas en zonas del interior, Joel reconoce estos riesgos y construyó su casa para que resista”.

Waters incrementó la seguridad de la casa diseñando el clóset principal con doble función como un cuarto de seguridad, instalando una puerta de acero de gran calibre. En tres de los últimos 4 años Mississippi ha sido el número uno en los Estados Unidos en tornados en tierra. Un cuarto de seguridad (que puede estar en cualquier habitación de una casa) es una forma estupenda de proteger a los miembros de la familia contra el clima extremo.

Para ver más imágenes, visite stagesmississippi.com.

Reconocimientos

Extractos reimprimos cortesía de la revista *Stages Mississippi*.
Texto y fotografía de Susan Hogue.

Seleccionado por los editores para interés del lector.

Construcción



Interior



Cuarto de seguridad con Puerta de acero de alto calibre

Título original en inglés:
Strength Meets Style.
A beautiful home built with
resilient construction methods

La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo México
Centro y Sur



Traductora:
**Lic. Ana Patricia
García Medina**

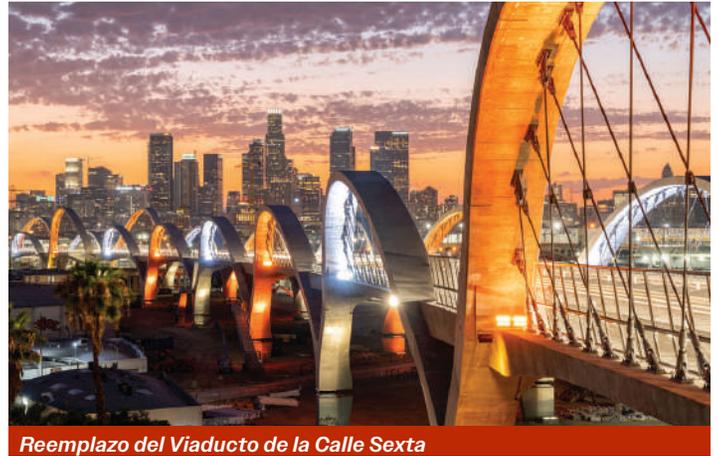


Revisor Técnico:
**Dr. Esteban
Astudillo de la
Vega**

04

Premios ASCE 2024 a lo más Sobresaliente en Ingeniería Civil y Liderazgo

El Reemplazo del Viaducto de la Calle Sexta gana el primer lugar



Reemplazo del Viaducto de la Calle Sexta

La Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE por sus siglas en inglés) anunció el Reemplazo del Viaducto sobre la calle Sexta en Los Ángeles, California, EE. UU., como la obra ganadora del premio ASCE 2024 a lo más sobresaliente en Ingeniería Civil (OCEA por sus siglas en inglés). El premio OCEA, reconoce proyectos de ingeniería civil ejemplares en los Estados Unidos, que ejemplifican habilidades de vanguardia en la ingeniería y brindan contribuciones significativas a las comunidades locales y regionales, logrando avances en la ingeniería civil.

Once premios de honor OCEA fueron anunciados en febrero de 2024; y el ganador y dos finalistas se anunciaron el primero de noviembre de 2024. Típicamente, los ganadores del Premio OCEA se anuncian como parte de la Gala anual de Proyectos Sobresalientes y Líderes (OPAL por sus siglas en inglés) de ASCE durante la Convención de ASCE. Sin embargo, la esperada llegada del Huracán Milton cerca de la fecha del evento obligó a ASCE a cancelar su Convención 2024 en Tampa, FL, EE. UU., por lo que los ganadores del Premio OCEA fueron formalmente galardonados en la Gala de los Premios OPAL reprogramada, celebrada en el Hyatt Regency Mission Bay Spa and Marina en San Diego, CA, EE. UU., el 16 de enero de 2025.

Premios OCEA 2024

Reemplazo del Viaducto de la Calle Sexta

El proyecto de reemplazo del Viaducto de la Calle Sexta en Los Ángeles, Cal., tuvo un costo de 588 millones de dólares, y ha sido el proyecto de puente más grande en la historia de Los Ángeles. Encabezado por la Oficina de Ingeniería de la Ciudad de Los Ángeles, el proyecto reemplazó el histórico viaducto original que había estado en ese lugar desde 1932. El nuevo puente cuenta con 10 arcos iluminados con LED, andadores para los peatones y vías para bicicletas; y fue diseñado para permanecer intacto incluso después de un gran terremoto. ‘La

infraestructura histórica se convierte en parte de la identidad de una comunidad, y mantener ese legado mientras se adaptan las estructuras a las necesidades modernas y medidas de resiliencia puede ser un desafío’, dijo Feniosky Peña-Mora, presidente de ASCE. ‘El proyecto de reemplazo del Viaducto de la Calle Sexta actualizó una estructura histórica teniendo en cuenta a su comunidad, sin escatimar detalles en cuanto a la estética del puente y construyendo también una estructura capaz de resistir eventos sísmicos. La resiliencia es una de las principales prioridades de ASCE, y estamos orgullosos de reconocer un proyecto con un amplio atractivo público que también mejorará la seguridad pública.’

“Nuestro equipo se siente sumamente orgulloso de recibir el premio ASCE OCEA Gold. Este reconocimiento es un testimonio del arduo trabajo, la dedicación y el espíritu innovador de todo el equipo”, dijo Michael Jones, Gerente de Proyecto de HNTB e Ingeniero Responsable. “La reconstrucción del Viaducto de la Calle Sexta es más que un puente; es un ícono de Los Ángeles y un punto de encuentro para que toda la comunidad lo disfrute. Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la Oficina de Ingeniería de Los Ángeles por su liderazgo y su apoyo inquebrantable durante todo el proyecto. Su compromiso con la excelencia y el diseño enfocado en la comunidad ha sido fundamental para hacer realidad esta obra. Además, queremos agradecer al contratista del proyecto, el consorcio conformado por las empresas Skanska y Stacy Witbeck, por materializar el concepto visionario del equipo de diseño.”

En 2012, la Oficina de Ingeniería de Los Ángeles llevó a cabo un concurso internacional de diseño para reemplazar el viaducto existente. Los estudios demostraron que la apreciada estructura de 1932, diseñada por el ingeniero municipal Merrill Butler para conectar el Arts District con el histórico vecindario de Boyle Heights, presentaba problemas

de seguridad y de diseño geométrico, además de alta probabilidad de falla en caso de un terremoto de gran magnitud.

Un equipo liderado por HNTB Corp. ganó el concurso con su diseño de un puente en arco atirantado de concreto multimodal, denominado “Listón de Luz” (Ribbon of Light). La estructura cuenta con un tablero de 30.5 m (100 pies) de ancho que alberga cuatro carriles vehiculares—dos en cada dirección—, ciclovías protegidas de 3 m (10 pies) de ancho y andadores peatonales de entre 2.4 a 4.2 m (8 y 14 pies) de ancho a ambos lados. Además, incluye iluminación LED programable, cinco conjuntos de escaleras y una rampa helicoidal adyacente de 14 m (45 pies) de altura que dá acceso a todos los usuarios.

El nuevo Viaducto de la Calle Sexta no solo debía cruzar el río Los Ángeles, sino también 18 vías férreas activas operadas por cinco compañías ferroviarias y Metrolink, la autopista U.S. 101, cuatro calles superficiales y un nuevo parque público creado en un antiguo sitio industrial como parte del proyecto. Además, requería un diseño robusto para garantizar su funcionalidad e integridad estructural tras un evento sísmico con un período de retorno de 1,000 años. HNTB diseñó el viaducto con 32 aisladores sísmicos de base conformado por apoyos de fricción de triple péndulo. Según HNTB, estos apoyos permiten que el viaducto se desplace en cualquier dirección, con una capacidad máxima de desplazamiento de hasta 1,270 mm (50 pulgadas).

Para mayor redundancia, el equipo tomó la medida sin precedentes de combinar el sistema de aislamiento con un sistema convencional de estructuras dúctiles. Otras innovaciones de diseño incluyen el uso de postensado continuo en las vigas perimetrales del puente, lo que contribuye a la apariencia limpia que el equipo había concebido. Además, se empleó refuerzo de acero de grado 80 (550 MPa) en lugar de grado 60 (420 MPa) para reducir la congestión y el tamaño de los elementos de pila de arcos en forma de Y.

El viaducto se inauguró en julio de 2022, con una vida útil estimada de 100 años y una certificación de platino del Institute for Sustainable Infrastructure.

Proyecto EchoWater

El proyecto EchoWater en Sacramento, California, fue el ganador de Plata de este año. Se trata de una planta de tratamiento de agua de 1.67 mil millones de dólares construida por el Distrito de Aguas Residuales de Sacramento. Es la actualización más significativa de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito desde la década de 1970 y produce agua limpia para su descarga en el río

Sacramento, además de ofrecer potencial para el reciclaje del agua.

En 2010, el Distrito de Saneamiento del Condado Regional de Sacramento en California (anteriormente conocido como Regional San y desde el 1 de enero de 2024 como SacSewer) emprendió un proyecto monumental para actualizar su planta de tratamiento de aguas residuales de 42 años de antigüedad con el fin de cumplir con los estrictos requisitos de descarga. La agencia contrató a las firmas de ingeniería Brown and Caldwell y HDR (BC/HDR), las cuales, en consorcio, adoptaron un enfoque pragmático, que incluyó la creación de una oficina de gestión del programa y la construcción de una instalación piloto, para conducir la planta al cumplimiento a tiempo y con un ahorro millonario a lo presupuestado.



Proyecto EchoWater (imagen cortesía de SacSewer/Gary Dubin)

Regional San lanzó el proyecto después de que la Junta Regional de Control de Calidad del Agua del Valle Central emitiera nuevas regulaciones que requerían una reducción significativa en la descarga de nutrientes biológicos al Delta del Río Sacramento-San Joaquín para 2021-2023. Regional San denominó los esfuerzos del Proyecto EchoWater para reflejar cómo la planta actualizada transformaría los aproximadamente 135 millones de galones (511 millones de litros) de aguas residuales que diariamente recibe en agua limpia y la devolvería a su fuente, como un eco.

Alcanzar este objetivo requirió una renovación y expansión extensas de la planta, que sirve a 1.6 millones de personas en todo el condado de Sacramento y West Sacramento. Considerado uno de los esfuerzos de obras públicas más grandes en la historia de Sacramento, el programa comprendió 21 proyectos individuales, incluidos la construcción de una instalación de eliminación de nutrientes biológicos, un complejo masivo de 39 acres (16 hectáreas) en el centro del nuevo proceso de tratamiento que es responsable de eliminar el 99% del amoníaco de las aguas residuales.

Para supervisar el proyecto desde la programación y las fases de diseño y construcción, mientras mantenía las operaciones de la planta en todo momento, Regional San formó la Oficina de Gestión del Programa EchoWater (PMO, por sus siglas en inglés), que unió al personal interno con el equipo de BC/HDR. La PMO fue responsable de estudiar y definir los procesos de tratamiento, desarrollar los paquetes de diseño y construcción, completar la documentación ambiental y asegurar el financiamiento. Para lograr estos objetivos de la manera más eficiente posible, la PMO desarrolló un proyecto de planta piloto. Construida en 2012 utilizando el método de entrega de diseño y construcción, la planta piloto permitió a la PMO probar varias tecnologías de filtración y desinfección de aguas residuales para evaluar su cumplimiento y efectividad antes de implementarlas a gran escala.

Con proyectos cuyo valor oscila entre 1 millón y 476 millones de dólares, el equipo de la PMO utilizó modelado tridimensional (3-D), visualización en 4-D y 5-D, modelado de información de construcción (BIM) y software de gestión de proyectos basado en la web para mantener el proyecto dentro del programa.

La construcción del proyecto alcanzó su punto máximo en 2019, con siete contratos de construcción en ejecución simultáneamente y más de 400 colaboradores en el proyecto cada día. El equipo completó el proyecto casi un mes antes de lo previsto, en abril de 2023, y al hacer los cálculos, el proyecto resultó ser aproximadamente 400 millones de dólares inferior al presupuesto. La PMO atribuye gran parte de estos ahorros al proyecto piloto, que generó más de 200 millones de dólares en ahorros solo en la fase de construcción.

Hale Kalele

El Hale Kalele, una torre de apartamentos económicos de alquiler de 20 pisos y un centro de justicia en Honolulu, Hawái, EE. UU., recibió el premio OCEA de Bronce. En 2019, el estado de Hawái emitió una solicitud de propuestas para reemplazar un centro de detención juvenil existente en un terreno estatal en Honolulu con un programa de uso mixto, que combina viviendas de nivel medio y un nuevo centro para jóvenes en riesgo en un edificio diseñado para permanecer en operación durante al menos 75 años. El desarrollador Kobayashi Group se unió al Poder Judicial del Estado de Hawái y a la Corporación de Finanzas y Desarrollo de Vivienda de Hawái en la asociación público-privada, con BASE Engineering liderando el diseño estructural.

Completado en 2022, a tiempo y por debajo del presupuesto, el Hale Kalele, con un valor de 107.8

millones de dólares, cuenta con una torre residencial de 201 unidades, un centro de servicios juveniles de dos pisos y una estructura de estacionamiento adyacente de seis niveles. La torre de apartamentos, destinada a personas con ingresos no superiores al 60% del ingreso medio del área, se eleva desde el podio del centro de servicios juveniles, que alberga oficinas administrativas, un área de evaluación y admisión de clientes, salas de reuniones, un área recreativa y de visitas, y espacio para refugio.

Mantener la torre residencial separada del centro juvenil, mientras se mantenía una estructura continua, fue una consideración importante para el proyecto. El equipo separó verticalmente la torre y horizontalmente el garaje de estacionamiento, proporcionando entradas y áreas de estacionamiento dedicadas para reducir la interacción entre los residentes de los apartamentos y las personas que acceden al centro de servicios juveniles.

El equipo empleó el método de construcción de encofrado-túnel, proporcionando sistemas eficientes de resistencia a cargas gravitacionales y laterales.

En el ala judicial, el equipo transfirió algunas de las cargas de muros a una columna en cada extremo del edificio para crear espacios abiertos en los niveles inferiores. El método de encofrado-túnel permitió al equipo colocar el concreto simultáneamente en los pisos y muros delgados, minimizando el número de días que el concreto tuvo que ser transportado a la obra, ubicado en un espacio urbano limitado, y acelerando la construcción en general. La mayoría de los muros interiores de las unidades estaban listas para pintar un día después de ser colocadas.



Hale Kalele (imagen cortesía de BASE Engineering/Edgar Gongora)

Premios al Liderazgo OPAL

También fueron reconocidos en la Gala de los Premios OPAL los ganadores del Premio de Liderazgo 2024, ingenieros civiles excepcionales honrados por su logro a lo largo de toda su carrera en cada una de las cinco categorías: construcción, diseño, educación, gobierno y gestión. Estos individuos han impulsado la profesión de ingeniería civil y han mejorado sus comunidades a través de ideas innovadoras, un liderazgo sobresaliente y una dedicación a fomentar la educación de los futuros ingenieros civiles.

Los ganadores de 2024 son:

- **Construcción**—Cary Kopczynski, ex presidente de la ACI, CEO y director Senior de Cary Kopczynski & Co., Bellevue, WA, EE. UU., por su innovación y excelencia en la promoción de la construcción eficiente en proyectos y programas de ingeniería civil;
- **Diseño**—James R. Harris, Miembro Honorario de la ACI, fundador y gerente de J.R. Harris & Co., Denver, CO, EE. UU., por su innovación y excelencia en el diseño de ingeniería civil;
- **Educación**—Bilal M. Ayyub, Profesor y director del Centro para la Tecnología y Gestión de Sistemas, Universidad de Maryland, College Park, MD, EE. UU., por su demostrada excelencia en la promoción de la educación en ingeniería civil;
- **Gobierno**—Roger M. Millar, secretario del Departamento de Transporte del Estado de Washington, Olympia, WA, EE. UU., por su liderazgo demostrado en proyectos y programas del sector público;
- **Gestión**—Robert Prieto, presidente y CEO de Strategic Program Management LLC, Jupiter, FL, EE. UU., por sus excepcionales habilidades de gestión en su carrera profesional.



Cary Kopczynski



James R. Harris

Diseño de Viento Basado en Desempeño, seleccionado para el Premio Charles J. Pankow a la Innovación 2024 de la ASCE

Por último, Sean Clifton, director senior de Magnusson Klemencic Associates (MKA), también fue reconocido en la Gala de los Premios OPAL, aceptando el Premio Charles J. Pankow a la Innovación 2024 de la ASCE en nombre del equipo de diseño de 321 West 6th Street y del Comité de Viento de la ASCE por sus esfuerzos colectivos en el desarrollo e implementación del diseño basado en desempeño para viento (PBWD por sus siglas en inglés).

MKA completó el diseño estructural de 321 West 6th Street, un edificio de 205 m (671 pies) de altura en Austin, Texas, EE. UU., y el primer proyecto en implementar el diseño basado en desempeño para viento (PBWD). Como director estructural a cargo, Clifton lideró el proyecto, que utilizó la metodología del ASCE/Structural Engineering Institute (SEI) desarrollada bajo la dirección de Don Scott. El PBWD es método de diseño basado en desempeño y resiliencia que busca mejorar la seguridad y la confiabilidad, al mismo tiempo que reduce el uso de materiales, los costos y el carbono incorporado en estructuras de gran altura.

En 2019, el Comité de normas preliminares del ASCE/SEI, dirigido por Scott, quien en ese momento era director senior en PCS Structural Solutions y presidente electo del SEI, publicó el “Prestandard for Performance-Based Wind Design” como una alternativa recomendada a los procedimientos prescriptivos previamente adoptados para el diseño de viento en edificios, encontrados en ASCE 7 y el Código Internacional de Edificación (IBC). La norma preliminar establece objetivos de desempeño que abordan el nivel de confort de los ocupantes (detección de movimientos no deseados en el edificio), la funcionalidad (deriva y movimientos), y los niveles de resistencia y seguridad (resistencia de edificaciones, potencial de daño, estabilidad y confiabilidad). La Fundación MKA también apoyó la investigación y el desarrollo de la norma preliminar.

El Premio Charles J. Pankow a la Innovación de la ASCE reconoce las contribuciones de organizaciones que trabajan en colaboración para impulsar el diseño y la construcción mediante la introducción de innovaciones en la práctica. El premio lleva el nombre del visionario de la industria y ex presidente del ACI, Charles J. Pankow, y fue instituido como un premio de la ASCE en 2008. Esta es la segunda vez en 20 años que MKA recibe este reconocimiento. En 2004, la firma obtuvo el premio por desarrollar un Sistema de Muros de Corte compuestos con placas de Acero y Concreto.

Para obtener más información sobre los otros proyectos galardonados con los premios OCEA visite <https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/civil-engineering-magazine/issues/magazine-issue/article/2024/11/2024-ocea-awards-highlight-top-engineering-projects>

Fragmentos de este artículo se reproducen con el permiso de ASCE.

Título original en inglés:
**ASCE 2024 Outstanding
Civil Engineering and
Leadership Awards.
Sixth Street Viaduct
Replacement takes top prize**

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo
República Dominicana**



*Traductor y
Revisor Técnico:
Ing. Piero Caputo*

05

Calculando deflexiones con ACI 318-19 y más allá, Parte 2

La nueva expresión para I_e y las razones para el cambio

Por Peter H. Bischoff

Una nueva expresión matemática para el momento de inercia efectivo, utilizado para calcular las deflexiones inmediatas para cargas de servicio de elementos de concreto reforzado a flexión (no pretensado) fisurados fue introducida en el ACI 318-19¹. La nueva expresión:

$$I_e = \frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{(2/3)M_{cr}}{M_a} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} \quad (1)$$

utiliza un momento de fisuración reducido de $(2/3)M_{cr}$ y se aplica cuando el momento de servicio $M_a > (2/3)M_{cr}$. I_e es considerado igual al momento de inercia bruto de un elemento no fisurado cuando $M_a \leq (2/3)M_{cr}$. En la Parte 1 de esta serie de artículos² se resume el procedimiento para calcular deflexiones de elementos de concreto reforzado a flexión utilizando el momento de inercia efectivo I_e . Esta Parte 2 de la serie analiza el desarrollo de la nueva expresión para I_e y justifica la necesidad del cambio.

Perspectiva histórica

Branson³ introdujo el concepto de utilizar un momento de inercia efectivo, I_e , para modelar la transición gradual desde el momento de inercia bruto I_g (no fisurado) hasta el momento de inercia completamente fisurado I_{cr} a medida que el momento de servicio M_a se incrementa más allá del momento de fisuración. La ecuación de Branson³:

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g \quad (2)$$

fue adoptada por el ACI 318-71⁴ luego de la introducción del diseño por resistencia última en la edición ACI 318-63⁵. Esta ecuación para I_e se consideraba que proporcionaba un valor uniforme de la rigidez del elemento teniendo en cuenta tanto

la rigidización por tracción (tensiones de tracción sostenidas por el concreto entre fisuras) como las variaciones de rigidez a lo largo de la barra. Como ya fuera mencionado, una nueva expresión para I_e es ahora utilizada por el ACI 318-19 para concreto reforzado.

Bases de la nueva expresión

El incremento en la rigidez del elemento originada por la tracción sostenida por el concreto entre fisuras es modelada sumando un momento de rigidización por tracción $\Delta M_{ts} \leq \Delta M_{cr}$ a la respuesta fisurada $E_c I_{cr}$ como se muestra en la Fig.1^{6,7} ΔM_{ts} disminuye a medida que la carga se incrementa luego de la fisuración. Escribiendo $\Delta M_{ts} = \beta_{ts} \Delta M_{cr}$ (con $\beta_{ts} \leq 1$) se obtiene

$$M_a = E_c I_{cr} \phi_a + \beta_{ts} \Delta M_{cr} \quad (3a)$$

siendo ϕ_a la curvatura para el momento de servicio M_a , y $\Delta M_{cr} = M_{cr} (1 - I_{cr}/I_g)$ el momento de rigidización por tracción cuando se inicia la fisuración. Reagrupando la Ec. (3a) y reemplazando se obtiene:

$$\phi_a = \frac{M_a}{E_c I_{cr}} \left[1 - \beta_{ts} \left(\frac{\Delta M_{cr}}{M_a} \right) \right] = \frac{M_a}{E_c I_{cr}} \left[1 - \beta_{ts} \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right) \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right) \right] \quad (3b)$$

y siendo $\phi_a = M_a / (E_c I_e)$ se define el momento de inercia efectivo como

$$I_e = \frac{I_{cr}}{1 - \beta_{ts} \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right) \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} \quad (3c)$$

Considerando después de la fisuración, el factor de rigidización por tracción igual a $\beta_{ts} = M_{cr}/M_a$ resulta

$$I_e = \frac{I_{cr}}{1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^2 \left(1 - \frac{I_{cr}}{I_g} \right)} \quad (3d)$$

Se considera que ΔM_{ts} varía en forma inversamente proporcional a la tensión en la barra de refuerzo en correspondencia con la ubicación de las fisuras⁸. Esto lleva a que β_{ts} sea definido como la tensión en la barra en la aparición de la fisura dividida por la tensión en la barra para el momento de servicio M_a , de donde resulta $\beta_{ts} = M_{cr}/M_a$ para elementos a flexión sin carga axial. Haciendo $\beta_{ts} = 1$ se obtiene una respuesta momento-curvatura bilineal hasta la fluencia del refuerzo^{6,7}. Antes de la fisuración $\beta_{ts} = M_a/M_{cr}$, que cuando se sustituye en la Ec.(3c) resulta en $I_e = I_g$.

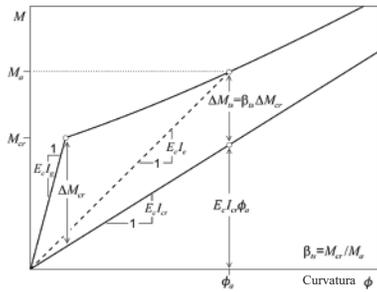


Fig. 1: Modelo de la respuesta de un elemento de concreto reforzado a la flexión con rigidización por tracción

Resumen de las Partes del Artículo

- Parte 1: Introducción al cálculo de deflexiones – Inmediatas y dependientes del tiempo
- Parte 2: Nueva expresión para I_e y razones para el cambio
- Parte 3: Impacto del cambio
- Parte 4: Ejemplo de cálculo de deflexiones – Losa continua en una dirección
- Parte 5: Extensión propuesta para concreto pretensado

Contracción restringida y carga a edad temprana

El concepto de utilizar un momento de fisuración reducido para calcular la rigidez efectiva I_e fue introducido inicialmente por Scanlon y Murray⁹. Cargas a edad temprana y las tensiones de tracción que se desarrollan en el concreto por las restricciones a la contracción producidas por las barras de refuerzo y otras fuentes (tales como los apoyos) lleva a la reducción del momento de fisuración, que se estima en $(2/3) M_{cr}$ para concreto con acero de refuerzo¹⁰. Esto es equivalente a considerar que se desarrolla en el concreto una tensión de tracción por restricción igual a $f_r/3$ resultando en un módulo de ruptura efectivo (reducido) igual a $(2/3)f_r = 5\lambda \sqrt{f'_c}$ psi. Gilbert¹¹ calculó las tensiones de restricción en función de la contracción y de la cantidad de refuerzo originando la restricción. Sustituyendo el momento de fisuración reducido $(2/3)M_{cr}$ en la Ec.(3d) de Bischoff se obtiene la expresión del momento de inercia efectivo I_e de la Ec.(1) introducido en el ACI 318-19.

Si bien la contracción ocurre en el largo plazo, las tensiones de tracción por restricciones a la contracción son consideradas en forma total en el elemento antes de la aparición de las cargas y, obviamente, afectan la respuesta inmediata (de corto plazo) del elemento al reducir el momento de fisuración e incrementar las deflexiones. El impacto

de usar un momento de fisuración reducido es mayor para elementos levemente reforzados (el caso de las losas) tal como se explica a continuación.

Necesidad del cambio

Se ha detectado que la ecuación de Branson subestima las deflexiones de losas levemente reforzadas, las cuales pueden experimentar deflexiones excesivas, especialmente cuando son cargadas fuertemente a edades tempranas¹². Otros han observado más específicamente que la ecuación de Branson, Ec.(2), sobreestima la rigidez de los elementos cuando la cuantía de refuerzo, ρ , cae por debajo del 1% ($I_g/I_{cr} > 3$) y puede subestimar fuertemente las deflexiones en elementos ligeramente reforzados con una alta relación¹³.

El trabajo de Gilbert¹³ confirma que la ecuación de Bischoff da buenos resultados para losas con cuantías en el rango entre 0.18% y el 1%. Un estudio reciente por Bischoff y Torres¹⁴ detectó que el ACI 318-14¹⁵ y las ediciones anteriores (utilizando la ecuación de Branson para I_e con M_{cr}) subestima las deflexiones de largo plazo en alrededor del 30% para elementos levemente reforzados cuando se usan los factores ζ del ACI 318, mientras que con el ACI 318-19 (utilizando la ecuación de Bischoff para I_e con $(2/3)M_{cr}$) sobreestima las deflexiones en un 23% en promedio.

La expresión de Branson funciona razonablemente bien para elementos en flexión bajo cargas de servicio hasta relaciones de $I_g/I_{cr} < 3$, pero da respuestas demasiado rígidas para relaciones I_g/I_{cr} mayores como se puede ver en la Fig.2. En esa figura se muestra la deflexión Δ normalizada por la deflexión para la carga de fisuración Δ_{cr} y los momentos flectores M normalizados con el momento flector de fisuración M_{cr} . Las losas que utilizan acero de refuerzo con f_y mayor a 80 ksi y los elementos reforzados con barras de fibras de polímeros (FRP) son particularmente susceptibles a la subestimación de las deflexiones por la ecuación de Branson debido a la alta relación I_g/I_{cr} que ocurre en este tipo de elementos¹⁶. La Tabla 1 resume el rango de cuantías y las correspondientes relaciones I_g/I_{cr} para los diferentes tipos de elementos a flexión considerados.

Nótese como la respuesta de Branson en la Fig.2(a) es comparable a la respuesta de Bischoff cuando M_{cr} es considerado sin reducción para vigas típicas de concreto reforzado con una relación I_g/I_{cr} de 2.5. El momento de servicio para vigas en este caso es igual $3M_{cr}$ o más. La expresión de Branson comienza a subestimar las deflexiones (en relación a la respuesta de Bischoff) cuando M_{cr} es

considerado sin reducciones) para losas moderadas a ligeramente reforzadas con I_g/I_{cr} entre 4 y 8, y un momento de servicio menor que $2M_{cr}$. Una losa con muy baja cuantía con $I_g/I_{cr} > 12$ exhibe una respuesta mucho más rígida con la ecuación de Branson como se muestra en la Fig.2(b). Una respuesta aún más rígida se obtiene con la expresión de Branson para muros levantados (tilt-up) con valores de I_g/I_{cr} de 20¹⁷. Usando la ecuación del ACI 318-19 para el momento de inercia efectivo I_e , esencialmente la ecuación de Bischoff con un momento de fisuración reducido de $(2/3)M_{cr}$, se obtiene una respuesta más flexible y una mayor deflexión, especialmente cuando el momento de servicio es menor que $2M_{cr}$.

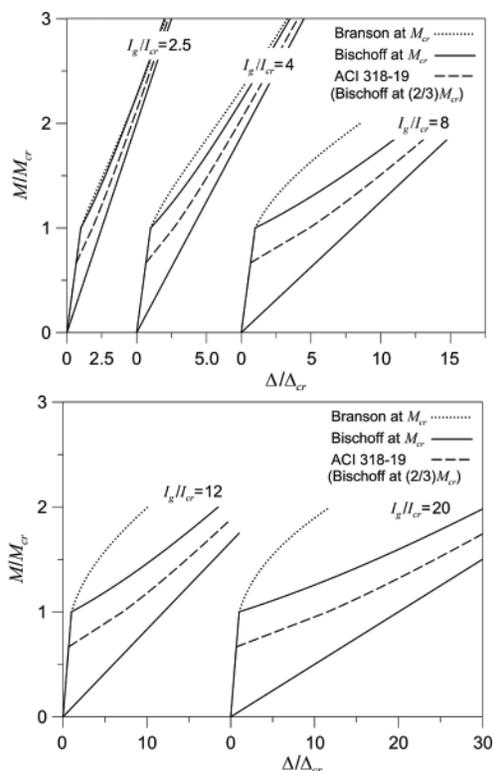


Fig. 2: Comparación de la respuesta a diferentes relaciones de I_g/I_{cr} para Branson a M_{cr} , para Bischoff a M_{cr} y el ACI 318-19 (Bischoff a $(2/3)M_{cr}$)

Comentarios finales

La Parte 2 de esta serie de artículos tiene como objetivo alertar a los diseñadores sobre los cambios introducidos en el ACI 318-19 para el momento de inercia efectivo I_e utilizado para calcular la deflexión inmediata de concreto reforzado (no pretensado). Se presenta información de contexto y una explicación que permita al diseñador evaluar el impacto y la aplicabilidad de las nuevas provisiones reglamentarias. Esta nueva expresión ya ha sido ampliamente adoptada en Norteamérica para edificios^{1,18,19} y puentes^{20,21}.

Para concreto reforzado con fibra de vidrio (GFRP, por sus siglas en inglés), el ACI 440.11-22¹⁸ utiliza un momento de fisuración reducido igual a $0.8M_{cr}$ en la expresión de I_e (diferente de los $(2/3)M_{cr}$ utilizados para el concreto con refuerzo de acero) debido a que las tensiones de tracción por restricción a la contracción no son tan grandes con refuerzo de FRP. Por otro lado, un factor de integración adicional es incluido en la expresión para tener en cuenta los cambios en rigidez a lo largo del elemento. En CSA S6:25²¹ se utiliza el momento de fisuración completo en la expresión de I_e pero el momento de fisuración M_{cr} es calculado con una resistencia a la fisuración reducida $(2/3)f_r$.

La parte 3 de esta serie de artículos evalúa el impacto de utilizar la nueva expresión adoptada por ACI 318-19 para I_e con el momento de fisuración reducido.

En la Parte 4 se desarrolla en detalle un ejemplo de cálculo de deflexiones. La nueva expresión de I_e no se aplica al concreto pretensado fisurado. Por ello, la Parte 5 de esta serie introduce una ampliación del procedimiento para incluir al concreto pretensado.

Tabla 1: Rango de cuantías y correspondientes relaciones I_g/I_{cr} para diferentes tipos de elementos

	Vigas	Losas		Muros levantados (Tilt-up)	Concreto reforzado con fibras poliméricas (FRP)
ρ	> 1%	0.8 a 0.4%	< 0.3%	—	> $1.4\rho_b^{\dagger}$
I_g/I_{cr}	1.5 a 3	3 a 6	7 a 12	10 a 20*	6 a 15

*Muros esbeltos con una única capa de refuerzo en la mitad del espesor

$\dagger\rho_b$ es la cuantía balanceada para concreto reforzado (RC) con barras de fibras poliméricas (FRP)

Referencias

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 624 pp.
2. Bischoff, P.H., "Computing Deflections Using ACI CODE-318-19 and Beyond, Part 1," *Concrete International*, V. 47, No. 2, Feb. 2025, pp. 47-50.
3. Branson, D.E., "Instantaneous and Time-Dependent Deflections of Simple and Continuous Reinforced Concrete Beams," HPR Report No. 7, Part I, Alabama Highway Department, Bureau of Public Roads, Montgomery, AL, 1965, 78 pp.
4. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-71)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1971, 78 pp.
5. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete (ACI 318-63)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 1963, 144 pp.
6. Bischoff, P.H., "Reevaluation of Deflection Prediction for Concrete Beams Reinforced with Steel and Fiber Reinforced Polymer Bars," *Journal of Structural Engineering*, V. 131, No. 5, May 2005, pp. 752-767.
7. Bischoff, P.H., "Comparison of Existing Approaches for Computing Deflection of Reinforced Concrete," *ACI Structural Journal*, V. 117, No. 1, Jan. 2020, pp. 231-240.
8. Rao, P.S., and Subrahmanyam, B.V., "Trisegmental Moment-Curvature Relations for Reinforced Concrete Members," *ACI Journal Proceedings*, V. 70, No. 5, May 1973, pp. 346-351.
9. Scanlon, A., and Murray, D.W., "Practical Calculation of Two-Way Slab Deflections," *Concrete International*, V. 4, No. 11, Nov. 1982, pp. 43-50.
10. pp. 43-50.
11. Scanlon, A., and Bischoff, P. H., "Shrinkage Restraint and Loading History Effects on Deflections of Flexural Members," *ACI Structural Journal*, V. 105, No. 4, July-Aug. 2008, pp. 498-506.
12. Gilbert, R.I., "Deflection Calculation for Reinforced Concrete Structures—Why We Sometimes Get It Wrong," *ACI Structural Journal*, V. 96, No. 6, Nov.-Dec. 1999, pp. 1027-1032.
13. Stivaros, P.C., "Control of Deflection in Concrete Slabs and Effects of Construction Loads," *Andy Scanlon Symposium on Serviceability and Safety of Concrete Structures: From Research to Practice*, SP-284, P.H. Bischoff, E. Musselman, S. Gross, and H. Nassif, eds., American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2012, pp. 17-17-22.
14. Gilbert, R.I., "Discussion of 'Reevaluation of Deflection Prediction for Concrete Beams Reinforced with Steel and Fiber Reinforced Polymer Bars' by Peter H. Bischoff," *Journal of Structural Engineering*, V. 132, No. 8, Aug. 2006, pp. 1328-1330.
15. Bischoff, P.H., and Torres, L., "Rational Approach for Computing Long-Term Deflection of Reinforced Concrete," *ACI Structural Journal*, V. 118, No. 2, Mar. 2021, pp. 215-224.
16. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary (ACI 318R-14)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2014, 519 pp.
17. Bischoff, P.H., and Scanlon, A., "Effective Moment of Inertia for Calculating Deflections of Concrete Members Containing Steel Reinforcement and Fiber-Reinforced Polymer Reinforcement," *ACI Structural Journal*, V. 104, No. 1, Jan.-Feb. 2007, pp. 68-75.
18. Bischoff, P.H., "Service Load Deflection of Tilt-Up Concrete Wall Panels," *Canadian Journal of Civil Engineering*, V. 45, No. 8, Aug. 2018, pp. 684-689.
19. ACI Committee 440, "Building Code Requirements for Structural Concrete Reinforced with Glass Fiber-Reinforced Polymer (GFRP) Bars—Code and Commentary (ACI CODE-440.11-22)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2022, 255 pp.
20. CSA A23.3:24, "Design of Concrete Structures," CSA Group, Toronto, ON, Canada, 2024, 335 pp.
21. AASHTO "LRFD Bridge Design Specifications," 10th edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 2024.
22. CSA S6:25, "Canadian Highway Bridge Design Code," CSA Group, Toronto, ON, Canada. (in-press—scheduled for publication in July, 2025).

Peter H. Bischoff, FACI, es Profesor Investigador Honorario en el Departamento de Ingeniería Civil en la Universidad de New Brunswick, Fredericton, NB, Canadá. Es miembro de los Comités ACI 224 de fisuración, ACI 435 de deflexiones de estructuras de concreto, ACI 440 de refuerzo con fibras de polímeros y del ACI 440C Código de Concreto Reforzado FRP. Recibió en 2014 el "ACI Design Award" y en 2020 el "ASCE T.Y. Lin Award" por el artículo publicado en el ACI Structural Journal relacionado a la deflexión de miembros de concreto pretensado. Sus intereses en investigación incluyen el comportamiento en servicio de estructuras de concreto.



Título original en inglés:
**Computing Deflections
Using ACI CODE-318-19 and
Beyond, Part 2.**
New expression for I_e and
reasons for change

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Argentina**



*Traductor y
Revisor Técnico:*
**Dr. Ing. Raúl
Domingo Bertero**

Refuerzo a cortante de losas de núcleo hueco con aberturas estructurales

Por Ahmed F. Elkhoully, Mohammed H. Hedia, y George Morcouc

Una losa con núcleo hueco (HC, por sus siglas en inglés) es un elemento de concreto prefabricado/pretensado con huecos continuos orientados paralelamente al claro de la losa para reducir el peso y, en consecuencia el costo. Desde su desarrollo en Estados Unidos durante la década de 1950, las losas HC se han convertido en el sistema de pisos de concreto prefabricado / pretensado predominante debido a los avances tecnológicos de la industria y han agilizado el proceso de producción mediante extracción o cimbrado deslizante¹. Las losas de HC no sólo pueden utilizarse como elementos estructurales principales en sistemas de cubiertas de suelos y azoteas, sino también en otras aplicaciones, como paneles de paredes verticales y horizontales, vigas dintel y losas de cubiertas de puentes².

A pesar de la elevada capacidad de flexión de las losas de HC, éstas se enfrentan a retos debido a su limitada capacidad a cortante^{3,4}. La baja capacidad de corte se atribuye a las limitaciones del método de extrusión, que no permite colocar refuerzos a cortante en las losas. En consecuencia, la resistencia a cortante de las losas de HC está controlada principalmente por las resistencias a compresión y tracción del concreto en la sección transversal reducida del alma. Es bien sabido que el esfuerzo cortante en los elementos estructurales provoca un estado de esfuerzo de compresión-tensión biaxial inclinado, al que el concreto no reforzado es particularmente susceptible, dada su baja resistencia a la tracción.

Las aberturas en losas de HC son uno de los retos más comunes durante la construcción. Las aberturas son necesarias para diversos propósitos estructurales, como escaleras mecánicas y de mano, y para facilitar los servicios mecánicos, eléctricos y de fontanería. El tamaño de estas aberturas puede variar, lo que repercute negativamente en el comportamiento estructural de la losa. La ubicación de una abertura también es crítica y puede dar

lugar a un eslabón débil en el sistema estructural que requiera una atención especial. Las aberturas también pueden ser aberturas planificadas que se consideran en el diseño, o aberturas imprevistas que se realizan después de la instalación, que es el objeto de este estudio.

La mayoría de los estudios anteriores sobre la resistencia a cortante de los HC han abordado el efecto de la configuración de la carga y el apoyo, la relación entre el claro y la profundidad de cortante, el nivel de pretensado, la resistencia a compresión del concreto, la geometría de la sección transversal y el ancho y la profundidad totales del alma para losas de HC sin aberturas^{1,3,5,6}. Pocos estudios han investigado los efectos del tamaño y la ubicación de las aberturas o los efectos de la relación entre el claro y la profundidad de cortante en el comportamiento estructural de las losas de HC con aberturas^{7,8}. Estos estudios coinciden en que las aberturas estructurales en las losas de HC afectan negativamente tanto a la resistencia a flexión como a cortante.

Una forma de mitigar los efectos adversos de las aberturas inesperadas es reforzar externamente las losas de HC alrededor de las aberturas. Para ello se utilizan tradicionalmente polímeros reforzados con fibras (FRP) adheridos externamente (EB) o montados cerca de la superficie (NSM) o acero postinstalado. Aunque estas opciones ofrecen unas propiedades mecánicas y una durabilidad notables, sus principales deficiencias son su elevado costo inicial, la dificultad de su instalación y su escasa resistencia al fuego⁹⁻¹¹. Por lo tanto, se necesita un enfoque más económico, práctico y resistente al fuego para reforzar las losas de HC que presentan aberturas estructurales imprevistas.

El objetivo de este estudio es evaluar experimentalmente la eficacia de un método de refuerzo a cortante propuesto para losas de HC con aberturas estructurales imprevistas. Este método es práctico y económico, ya que consiste en rellenar parcialmente los núcleos adyacentes a las aberturas con lechada de alta resistencia sin contracción o concreto de ultra alto rendimiento (UHPC), que son productos fácilmente disponibles que no requieren un contratista especializado para su aplicación.

Investigación experimental

La investigación consistió en realizar una serie de ocho pruebas a cortante en cuatro losas de HC prefabricadas y pretensadas a escala real producidas por Concrete Industries, Inc. en Lincoln, NE, EE.UU. Las losas medían 6.6 m (22 pies) de

longitud, 200 mm (8 pulgadas) de profundidad y 1.2 m (4 pies) de ancho. Cada losa HC se pretensó longitudinalmente utilizando siete torones de baja relajación de grado 270 ksi (1,860 MPa) con un diámetro de 12.7 mm (0.5 pulg.) situados en la parte inferior de la losa, con una cubierta libre de 38 mm (1.5 pulg.) como se muestra en la Fig. 1(a). Las muestras eran de concreto de peso normal con una resistencia media a la compresión de 9,000 psi (62 MPa).

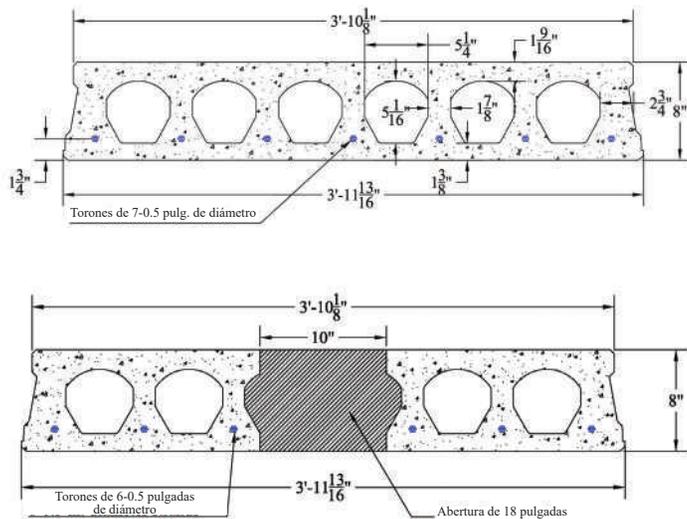


Fig. 1: Especímenes de losa de núcleo hueco (HC): (a) sin abertura; y (b) con abertura (Nota: 1 pie = 0.3 m; 1 pulg. = 25.4 mm)

Las muestras se clasificaron de la siguiente manera: La Losa 1 sirvió como muestra de control para evaluar el comportamiento a cortante de una losa de HC sin aberturas; y la Losa 2 tenía una abertura estructural y se probó para evaluar la reducción asociada en la resistencia a cortante. La abertura se situó a 400 mm (16 pulg.) de la cara del soporte con un tamaño de 250 x 450 mm (10 x 18 pulg.), como se muestra en la Fig. 1(b). Se creó aserrando el concreto, lo que resultó en el corte del torón central. Los dos últimos especímenes se sometieron a ensayos a cortante después de tener aberturas estructurales y rellenar los núcleos adyacentes a la abertura con lechada de alta resistencia sin contracción (Losa 3) y UHPC (Losa 4). Los núcleos se cerraron con espuma en un extremo de la losa de HC y a 0.41 m (1 pie y 4 pulgadas) después de la abertura en el otro extremo, como se muestra en la Fig. 2. Posteriormente, estos núcleos se rellenaron a través de cuatro pequeñas aberturas en la superficie superior del HC para su colocación y ventilación. Para rellenar los núcleos de las muestras reforzadas se utilizó lechada de alta resistencia sin contracción disponible en el mercado y mezclas de UHPC preenvasadas (sin fibras de acero). Todas las mezclas presentaban una trabajabilidad, propiedades mecánicas y durabilidad adecuadas para la aplicación. Las resistencias a la compresión tempranas (24 horas) y finales (en el momento del ensayo), el módulo de elasticidad y el flujo de los dos materiales de reforzamiento aparecen en la Tabla 1.

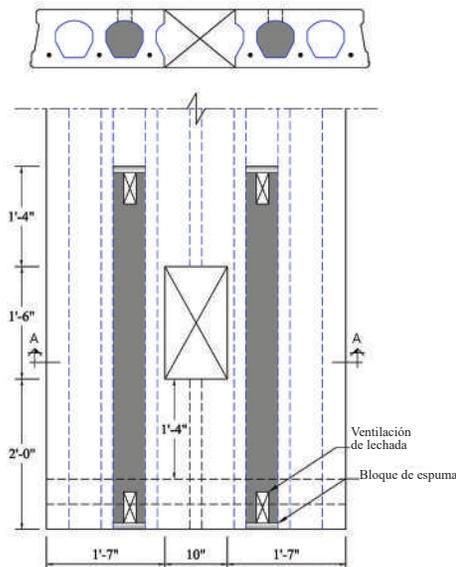


Fig. 2: Método de refuerzo (Nota: 1 pie = 0.3 m; 1 pulg. = 25.4 mm)

Tabla 1: Propiedades de los materiales de reforzamiento

Material de reforzamiento	Resistencia a compresión, psi		Módulo de elasticidad, ksi	Flujo, pulg.
	24 horas	En los ensayos		
Lechada de alto comportamiento sin contracción	4,900	9,700	3,250	10
Concreto de ultra alto comportamiento	10,000	14,400	5,800	7

Nota: 1,000 psi = 6.9 MPa; 1 ksi = 6.9 MPa; 1 pulg. = 25.4 mm

Cada losa se sometió a dos pruebas: una prueba en cada extremo. Las letras “A” y “B” indican la primera y la segunda prueba, respectivamente. Los especímenes se probaron bajo carga de tres puntos, como se muestra en la Fig. 3, con un claro con apoyo simple de 14 pies 7 pulgadas (4.45 m) y un saliente de 6 pies 11 pulgadas (2.11 m) para evitar el agrietamiento de esta porción para la segunda prueba. La carga se aplicó utilizando un pistón hidráulico de 200 kip (100 toneladas [890 kN]) de capacidad, una celda de carga y una viga separadora de acero situada a 1.5 m (5 pies) de la línea central del soporte más cercano. Los dos soportes eran rodillos de acero colocados sobre bloques rígidos de concreto. La carga se aplicó gradualmente mediante una bomba hidráulica eléctrica. Se instalaron dos transformadores diferenciales variables lineales (LVDT) para medir las deflexiones en el punto de carga y en el punto medio del claro de cortante. La carga y la deflexión medidas se registraron mediante un sistema de adquisición de datos. Cada espécimen se probó con éxito dos veces, excepto la Losa 4, que experimentó un fallo completo en la primera prueba.

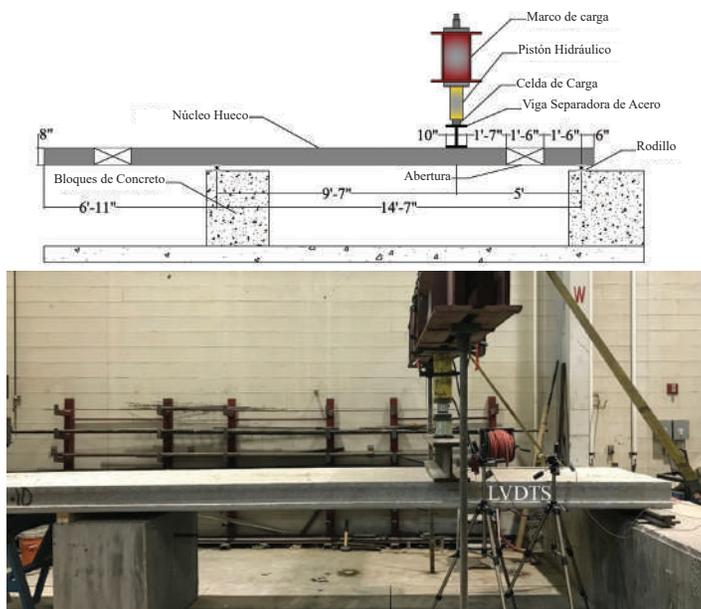


Fig. 3: Montaje de la prueba (Nota: 1 pie = 0.3 m; 1 pulg. = 25.4 mm)

Resultados

La Figura 4 muestra las relaciones carga-deformación de todos los ensayos a cortante realizados con carga en tres puntos. Los resultados indican que todas las muestras mostraron un comportamiento elástico casi lineal hasta una deflexión de aproximadamente 7.6 mm. Más allá de este punto, se observa una reducción significativa de la rigidez de flexión debido a la flexión y al

agrietamiento a cortante. La Tabla 2 muestra el ancho total del alma de cada espécimen, la carga de agrietamiento, la carga última, la fuerza de corte correspondiente, el esfuerzo cortante y las deformaciones correspondientes en el punto de carga y a mitad del tramo de corte. También se presentan las relaciones entre la deflexión en el punto medio del tramo de cortante y la deflexión en el punto de carga. El ancho del alma (b_w) para el HC se determina como la suma de todos los espesores del alma, lo que da como resultado un ancho del alma de 380 mm (14.9 pulg.) en la Losa 1. Cuando se hacen las aberturas, el ancho del alma disminuye a 330 mm (13.0 pulg.). Se supuso que el ancho del alma de los especímenes reforzados con aberturas era el mismo que el ancho original del alma antes de las aberturas.

La Figura 4 y la Tabla 2 indican que la capacidad de corte de la Losa 2 con aberturas estructurales es un 10% menor que la del espécimen de control (Losa 1), lo que se aproxima a la reducción del 12.6% del ancho del alma entre la Losa 1 y la Losa 2.

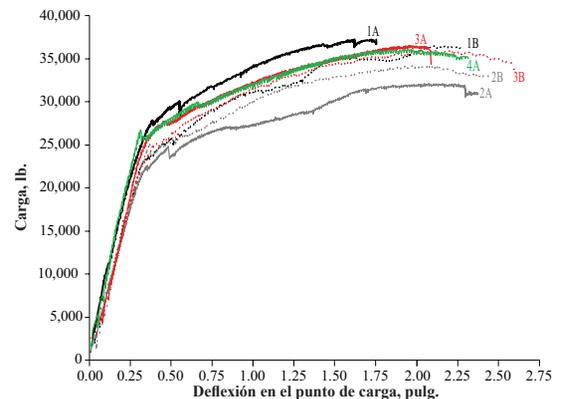


Fig. 4: Relaciones carga-deflexión de los especímenes de losa de HC ensayados (Nota: 1 lb = 4.4 N; 1 pulg. = 25.4 mm)

Además, la Fig. 4 muestra que la rigidez de flexión en la región elástica de la Losa 2 se reduce en un 10% en comparación con la de la Losa 1.

El uso de lechada de alta resistencia sin contracción en la Losa 3 mejoró la capacidad a cortante y recuperó eficazmente la mayor parte de la capacidad perdida debido a la abertura estructural. La Losa 3 mostró un aumento promedio de la carga última de aproximadamente un 9% en comparación con la Losa 2. En otras palabras, en comparación con el control (Losa 1), la Losa 3 reforzada falló con una carga última que es sólo un 1.9% inferior a la de la Losa 1. Sin embargo, la deflexión máxima en el punto de carga fue un 15.7% superior a la de la Losa 1, lo que indica una mejora de la ductilidad. Los fallos en los ensayos A y B de la Losa 3 parecieron deberse a grietas por cortante en el tramo de

cortante donde existe la abertura. No se observaron grietas en la interfaz entre el concreto de HC y la lechada, lo que indica una unión adecuada entre los dos materiales hasta la falla.

El Ensayo A de la Losa 4 muestra una carga última un 8.4% superior a la de la Losa 2. En comparación con la Losa 1, la carga última fue aproximadamente un 2.4% inferior, pero con un aumento del 14.3% en la deflexión máxima, lo que indica una mejora de la ductilidad. El Ensayo A de la Losa 4 falló debido a la formación de grietas en el tramo de cortante alejado de la abertura, lo que provocó el fallo completo de la muestra y la imposibilidad de realizar otro ensayo. No aparecieron grietas en la zona reforzada, lo que indica una unión adecuada entre el concreto de HC y el UHPC hasta el fallo.

La Figura 5 muestra las formas de falla de todos los especímenes de prueba. Esta figura muestra que la falla de todos los especímenes se produjo debido al agrietamiento por cortante del alma en el tramo de cortante, comenzando en el punto de aplicación de la carga. En los especímenes con abertura y sin refuerzo (Ensayos A y B de la Losa 2), la grieta se extendía sólo entre el punto de carga y la abertura. Según los resultados de los ensayos, las técnicas de refuerzo propuestas son eficaces para aumentar la capacidad a cortante de las losas de HC con aberturas estructurales ensayadas y mejorar su ductilidad.

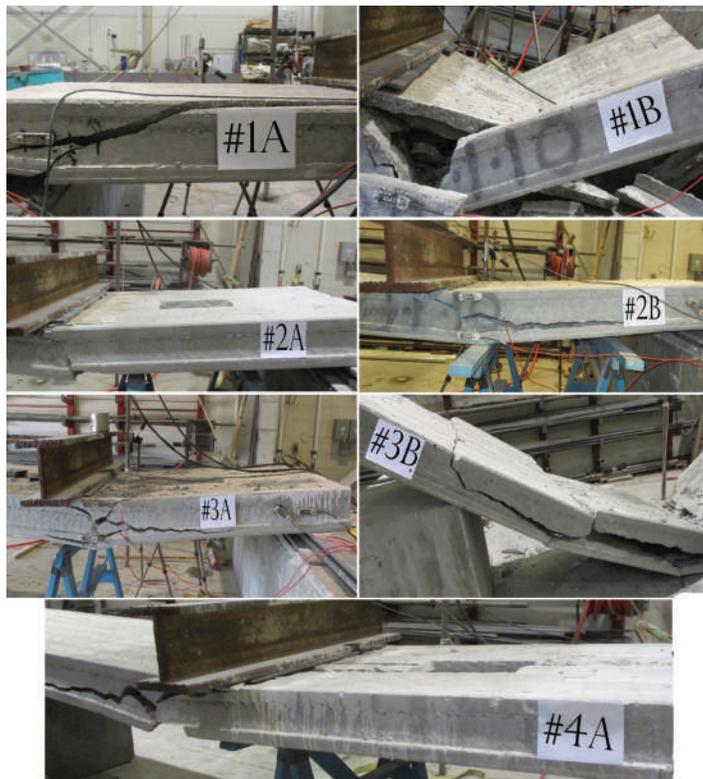


Fig. 5: Tipos de falla de los especímenes de losa de HC

Tabla 2:
Resultados experimentales

Tipo de abertura	b_w , pulg.	Identificación de losa y ensayo	Carga de agrietamiento, kip	Carga Max., kip	Deflexión max., pulg.		Cortante aplicado, kip	Esfuerzo a cortante, psi	Relación entre la deformación en el punto medio del claro a cortante y en el punto de carga, %
					En el punto de carga	En el punto medio del claro a cortante			
Original – sin aberturas	14.9	1A	26.3	37.3	1.75	1.00	24.5	263	57.1
		1B	23.0	36.5	2.30	1.28	24.0	258	55.6
		Promedio	24.7	36.9	2.03	1.14	24.3	261	56.3
Con aberturas y sin refuerzo	13.0	2A	21.8	32.1	2.38	1.33	21.1	271	55.9
		2B	23.5	34.2	2.44	1.34	22.5	288	55.0
		Promedio	22.7	33.2	2.41	1.34	21.8	279	55.5
Con aberturas y con refuerzo de lechada	14.9	3A	25.1	36.5	2.10	1.30	24.0	222	61.9
		3B	24.9	35.9	2.60	1.51	23.6	218	58.1
		Promedio	25.0	36.2	2.35	1.41	23.8	220	60.0
Con aberturas y con refuerzo de UHPC	14.9	4A	26.0	36.0	2.32	1.31	23.7	219	56.6

Nota: 1 pulg. = 25.4 mm; 1 kip = 4.4 kN; 1,000 psi = 6.9 MPa

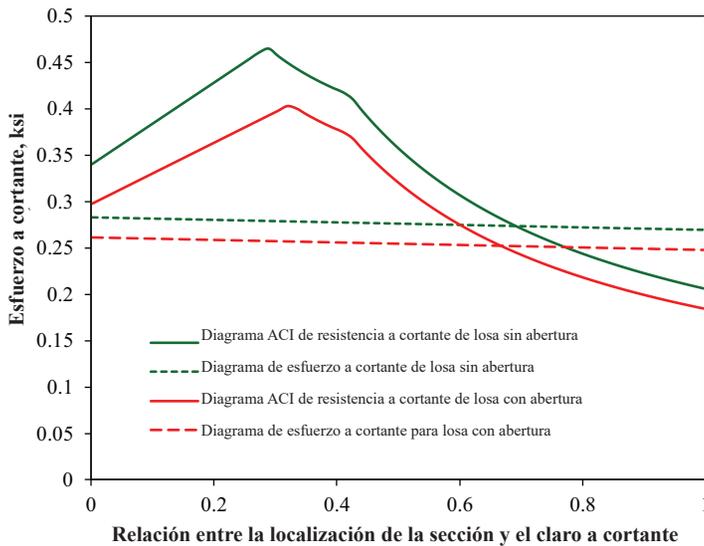


Fig. 6: Comparación entre la capacidad de cortante prevista y la medida en diferentes secciones (Nota: 1 ksi = 6.9 MPa)

La resistencia a cortante de los especímenes de las losas de HC con y sin aberturas se calculó de acuerdo con las disposiciones del Código ACI 318-19(22), Sección 22.5.6.3.212. Se asumió que la fuerza de pretensado efectiva variaba linealmente a lo largo de la longitud de transferencia de acuerdo con la Sección 22.5.7 del Código ACI 318-19(22). La contribución del filamento cortado se ignoró por completo, lo que resulta más conservador.

En la Fig. 6 se muestran los diagramas de esfuerzo y resistencia nominal a cortante de los especímenes sin y con aberturas. El gráfico indica que la resistencia a cortante calculada es menor que la tensión a cortante aplicada en las secciones que comienzan aproximadamente a partir del 70% y el 60% del claro a cortante hasta el punto de carga en los especímenes sin y con aberturas, respectivamente, lo que coincide con la ubicación del agrietamiento observado en el alma.

Conclusiones

A partir de la evaluación experimental y analítica presentada en este artículo sobre la resistencia a cortante del alma de losas con núcleo hueco (HC), se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La incorporación de aberturas estructurales de 10 x 18 pulg. cerca del extremo de una losa de HC de 4 pies de ancho produce una disminución aproximada del 10% en la resistencia a cortante y la rigidez a flexión;
- El uso de concreto de ultra alto comportamiento (UHPC) o lechada de alta resistencia sin contracción como materiales de reforzamiento para rellenar los núcleos

adyacentes a las aberturas mejora la resistencia a cortante a casi el mismo valor observado para la losa de HC sin aberturas; y

- El relleno de los núcleos con UHPC y materiales de lechada sin contracción de alta fluidez dio como resultado una adecuada compactación y adherencia con el concreto de HC. Además, estos materiales pueden colocarse fácilmente desde una pequeña abertura en la parte superior de las losas de HC sin necesidad de acceder a los extremos de las losas.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Concrete Industries, Inc. el apoyo financiero prestado a esta investigación. Un agradecimiento especial a Mark Lafferty por su valiosa aportación a este trabajo. Los autores también agradecen el apoyo financiero del Gobierno egipcio al primer autor y a sus asesores de la Universidad El-Menoufia por darle la oportunidad de realizar su investigación en la Universidad de Nebraska-Lincoln (UNL).

Referencias

1. Hawkins, N.M., and Ghosh, S.K., "Shear Strength of Hollow-Core Slabs," *PCI Journal*, V. 51, No. 1, Jan.-Feb. 2006, pp. 110-115.
2. MNL-126-15, *PCI Manual for the Design of Hollow Core Slabs and Walls*, third edition, Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL, 2015.
3. Pajari, M., "Resistance of Prestressed Hollow Core Slabs Against Web Shear Failure," VTT Research Notes 2292, VTT Technical Research Centre of Finland, Espoo, Finland, 2005, 68 pp.
4. Truderung, K.A.; El-Ragaby, A.; Mady, M.; and El-Salakawy, E., "Shear Capacity of Dry-Cast Extruded Precast, Prestressed Concrete Hollow-Core Slabs," *PCI Journal*, V. 64, No. 4, July-Aug. 2019, pp. 71-83.
5. Palmer, K.D., and Schultz, A.E., "Experimental Investigation of the Web-Shear Strength of Deep Hollow-Core Units," *PCI Journal*, V. 56, No. 4, Fall 2011, pp. 83-104.
6. Tawadrous, R., and Morcous, G., "Shear Strength of Deep Hollow-Core Slabs," *ACI Structural Journal*, V. 115, No. 3, May 2018, pp. 699-709.
7. El-Khouly, A.F.; Meleka, N.N.; Tayel, M.A.; and Heiza, K.M., "Behavior of Precast Prestressed Hollow Core Slabs with Openings: Experimental Study," *Engineering Research Journal*, V. 40, No. 4, Oct. 2017, pp. 325-329.
8. Pinheiro, G.; Júnior, A.M.; Schultz, A.; Silva, I.; Arroyo, F.N.; Aquino, V.; Ferreira, M.; Carvalho, R.; Santos, H.; Christoforo, A.; and Almeida Filho, F., "Shear Behavior of Prestressed Hollow Core One-Way Slabs with Openings: Experimental,

- Numerical, and Standard Formulation Verification,” Buildings, V. 13, No. 7, July 2023, 18 pp.
9. Pachalla, S.K.S., and Prakash, S.S., “Efficient Near Surface Mounting CFRP Strengthening of Pretensioned Hollowcore Slabs with Opening – An Experimental Study,” Composite Structures, V. 162, Feb. 2017, pp. 28-38.
 10. Pachalla, S.K.S., and Prakash, S.S., “Experimental Evaluation on Effect of Openings on Behavior of Prestressed Precast Hollow-Core Slabs,” ACI Structural Journal, V. 114, No. 2, Mar.-Apr. 2017, pp. 427-436.
 11. Pachalla, S.K.S., and Prakash, S.S., “Load Resistance and Failure Modes of Hollow-Core Slabs with Openings: A Finite Element Analysis,” PCI Journal, V. 63, No. 4, July-Aug. 2018, pp. 25-40.
 12. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI CODE-318-19) (Reapproved 2022),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 624 pp.

Ahmed F. Elkhouly es profesor adjunto en el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Menoufia, Shibin El Kom, Egipto. Sus intereses de investigación incluyen el análisis, el diseño y la reparación de estructuras de concreto reforzado y pretensado.



Mohammed H. Hedia, miembro estudiantil del ACI, es candidato a doctor en la Durham School of Architectural Engineering and Construction, de la Universidad de Nebraska-Lincoln, Lincoln, NE, EE.UU.. Sus intereses de investigación incluyen el análisis, diseño y ensayo de elementos de concreto de ultra alto comportamiento y edificios y puentes de concreto reforzado y pretensado.



George Morcous, miembro del ACI, es profesor en la Escuela Durham de Ingeniería, Arquitectura y Construcción de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Sus intereses de investigación incluyen el análisis, diseño y ensayo de edificios y puentes de concreto reforzado y pretensado.



Título original en inglés: Shear Strengthening of Hollow-Core Slabs with Structural Openings

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo México Noreste



Traductora:
**Lic. Iliana
Margarita Garza
Gutiérrez**



Revisor Técnico:
**M.C. Francisco
David Anguiano
Pérez**

Mejores Prácticas en Concreto Decorativo

Sellado del Concreto Estampado



(Izquierda) Superficie de concreto húmeda tratada con sellador penetrante y (derecha) sin el sellador

Los contratistas de concreto decorativo sellan la superficie del concreto estampado para protegerlo de la intrusión de agua, los químicos para el deshielo y las manchas, así como para mejorar su apariencia. Para lograr estos objetivos de manera adecuada, pueden aplicar un sellador penetrante que forme una superficie repelente al agua dentro de los poros del concreto, un sellador tópico o superficial que forme una película protectora y se adhiera a la superficie del concreto, o un sellador híbrido que tanto penetre en los poros como forme una película protectora.

Tipos de Selladores

Selladores penetrantes

Los selladores penetrantes repelentes al agua son una excelente opción para proteger el concreto de la intrusión de agua y las manchas, y pueden ser la elección preferida en proyectos comerciales donde no se espera un mantenimiento rutinario. En estos casos, lo más importante es la protección a largo plazo. Los selladores penetrantes generalmente requieren que el concreto esté completamente curado antes de su aplicación, y la mayoría de ellos no realzan el color de la superficie del concreto.

Selladores tópicos o superficiales e híbridos

Los selladores tópicos o superficiales formadores de película son la opción más utilizada en proyectos de concreto estampado debido a sus propiedades para realzar el color. Sin embargo, las aplicaciones excesivas y/o prematuras pueden generar efectos visuales negativos. La mayoría de los selladores formadores de película también pueden actuar como membranas de curado, ya que minimizan la tasa de evaporación de la humedad.

Nota: Consulte las Mejores Prácticas del Consejo de Concreto Decorativo (DCC) sobre "Curado del Concreto Estampado Texturizado" para conocer los productos recomendados y los métodos de curado.

Preparación de la superficie / Pre-aplicación

Curado del concreto

Para sellar adecuadamente el concreto estampado, requiere ser curado previamente a la colocación del sellador. La duración del proceso de curado varía con el método de curado, la temperatura y la humedad relativa del ambiente y la composición de la mezcla de concreto. Salvo que se especifique otra cosa, ACI PRC-302.1-15: Guía para la construcción de pisos y losas, sección 11.5, recomienda un curado convencional del concreto por 7 días cuando las temperaturas sean superiores a los 40° F (5° C) y el concreto de alta resistencia rápida por 3 días si las temperaturas son 73° F (23° C) o más. El tiempo requerido para el curado también podrá modificarse de acuerdo con el tipo de sellador a usar, por lo que es muy importante verificar las recomendaciones del fabricante del sellador.

Limpieza

Los selladores pueden no adherirse ni penetrar correctamente si la superficie no está limpia y completamente seca. Nuevamente es importante seguir todas las instrucciones del fabricante. El uso de una hidro lavadora con una presión mínima de 3,500 psi (24 MPa) es el método de limpieza más eficaz y eficiente. Si es necesario, se puede aplicar un lavado ligero con ácido fosfórico o muriático para eliminar los agentes desmoldantes en exceso y abrir los poros del concreto. Este lavado con ácido debe ir seguido de un neutralizador/desengrasante para restaurar el nivel de pH del concreto. Después de la neutralización, la superficie debe enjuagarse inmediatamente con agua limpia para eliminar por completo todos los residuos y partículas sueltas.

El concreto impreso con polvo desmoldante hidrofóbico se beneficiará de este proceso, ya que el polvo residual en la losa puede provocar la falla del sellador. El uso de una máquina pulidora de baja velocidad con una almohadilla o cepillo también puede ser útil para eliminar el exceso de polvo desmoldante.

Inmediatamente después del proceso de lavado/limpieza, se debe usar un soplador de aspas para eliminar toda el agua estancada de la losa y de los cortes de sierra. Para obtener mejores resultados, se recomienda dejar secar la losa entre 12 y 24 horas antes de aplicar el sellador. Si se sospecha la presencia de humedad excesiva en el concreto, se debe contactar al fabricante del sellador para recibir asistencia técnica antes de la aplicación.

Aplicación

Método de aplicación

El método de aplicación preferido para la mayoría de los selladores es el de “pulverización y rodillado posterior”. Este es el método más eficiente en términos de mano de obra y la forma más efectiva de obtener una capa uniforme de sellador en concreto estampado texturizado. En contraste, los métodos de “sumergir y rodillar” suelen generar aplicaciones desiguales y excesivas. Siempre se deben seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto al equipo de pulverización y las cubiertas de los rodillos.



Tasa de aplicación

La tasa de cobertura recomendada para los selladores varía entre 200 y 350 ft²/gal (5 a 8.5 m²/L). Aplicar una capa demasiado gruesa o usar demasiadas capas puede afectar la transpirabilidad y la adherencia, por lo que es fundamental seguir las especificaciones del fabricante para el producto utilizado en el proyecto.

Mantenimiento del Sellador

El resellado es la forma más común de mantenimiento en el concreto estampado. Debe realizarse según sea necesario, en lugar de basarse en un número fijo de años. Las principales razones para reaplicar el sellador son la pérdida de repelencia al agua/manchas y la disminución de la intensidad del color.

Intentar mantener un alto brillo en la superficie mediante resellados anuales puede generar problemas. Aplicar sellador con demasiada frecuencia provoca una acumulación en la superficie que puede ser difícil y costosa de remover. En su lugar, el uso de solventes es una forma más eficiente de mantener el brillo sin agregar más capas de sellador.

Para un resellado exitoso a largo plazo, es esencial realizar una limpieza y preparación adecuadas. Los selladores acrílicos sueltos, descamados o decolorados deben eliminarse mediante uno de estos métodos: chorro de arena o limpieza con bicarbonato de sodio, lavado a presión de alta potencia o el uso de químicos que levanten la capa de sellador dañada.

Después de cualquiera de estos métodos, se debe realizar una limpieza minuciosa antes de aplicar nuevos selladores. Se recomienda un lavado a presión de al menos 3,500 psi, seguido de 24 horas de secado.

Si quedan residuos de algún sellador a base de solvente de aplicaciones previas, es importante asegurarse de que el nuevo sellador sea compatible. La mejor opción siempre será igualar o usar el sellador original. Si esto no es posible, se recomienda contactar al fabricante del sellador original o a un proveedor local para encontrar la mejor alternativa compatible. Realizar pruebas en áreas pequeñas puede ayudar a determinar qué sellador usar.

Al resellar concreto estampado, es importante evitar aplicar el sellador bajo luz solar directa, ya que esto puede causar burbujas y reducir la adherencia entre el nuevo sellador y la capa existente. También se recomienda evitar la luz solar directa el mayor tiempo posible después de la aplicación.



Aplicación de sellador en una superficie de concreto estampado mediante el método de "pulverización y rodillado posterior"

En general, el sellador debe aplicarse cuando la temperatura de la losa esté descendiendo durante al menos 3 a 4 horas después de la aplicación. Esto puede significar que el mejor momento para sellar sea por la tarde o en la noche.

Miembros del Consejo de Concreto Decorativos (DCC), un consejo especial de la Sociedad Americana de Contratistas de Concreto (ASCC), trabajarán con dueños de proyectos y arquitectos para desarrollar especificaciones y establecer los métodos para cumplir los requisitos técnicos y conseguir la apariencia final deseada en sus proyectos.

Para más información visite www.ascconline.org o llamar a la línea de ayuda de la ASCC Decorative Concrete +1 888 483 5288

Esta nota sobre mejores prácticas de la Asociación Americana de Contratistas de Concreto se presenta por los editores derivado del interés de los lectores.

Las opiniones expresadas no son necesariamente las del American Concrete Institute.

Título original en inglés: Best Practices in Decorative Concrete. Sealing Stamped Concrete

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo Perú



Traductor:
**Ing. Braveheart
Roger Rojas Ureta**



Revisores Técnicos:
**Ing. Jakelyn Quispe
Vásquez**



**Ing. Julio Higashi
Luy**

Uso de la llana tipo Fresno* en Concretos Decorativos

P. Desde hace 30 años utilizamos paletas Fresno cuando se trata de terminar el concreto, nunca se han tenido problemas ni quejas. Durante una reunión previa a la construcción para un proyecto de concreto decorativo, describimos nuestras técnicas de acabado propuestas que incluían el uso de una llana Fresno en cada una de tres diferentes superficies decorativas planas: (a) un color interior integral con acabado de llana; (b) un acabado exterior de agregado expuesto; y (c) un acabado exterior de concreto estampado. El ingeniero afirmó que el uso de una llana Fresno nos haría responsables de cualquier delaminación o formación de ampollas en el concreto interior y de cualquier descascamiento en el concreto exterior. ¿Puede proporcionarnos alguna información sobre el acabado del concreto decorativo con Fresno, para que podamos tranquilizar al ingeniero sobre la validez del método de acabado propuesto?

R. Si bien muchos contratistas utilizan paletas Fresno en superficies decorativas de concreto, los tipos de uso y los matices de cada uso generalmente no se entienden por la industria del concreto. Información de documentos del ACI y otras fuentes proporcionan una distinción entre el uso de una paleta Fresno para alisar o para alisado ligero.

Un artículo relevante del personal de la revista *Concrete Construction* afirma: “La pregunta básica es si el agua de sangrado ha comenzado a salir a la superficie. Si puedes completar el acabado y afinado con llana de Fresno antes de que llegue el agua de sangrado a la superficie, no debería haber ningún problema. El truco sería trabajar lo suficientemente rápido y luego estar preparado para omitir el uso del Fresno si aparece agua de sangrado antes de poder completar el aplanado con la llana Fresno.”¹

En ACI CCS-1 (10) se ofrece una recomendación diferente: Losas sobre el suelo: “Los Fresnos son paletas grandes de mango largo que parecen llanas de paleta. Las hojas suelen tener 5 pulgadas (125 mm)

de ancho y de 24 a 48 pulgadas (600 a 1,200 mm) de largo.

Recuerde que un Fresno es una paleta y no debe usarse hasta que se haya alisado la superficie y se haya evaporado el agua de sangrado. De lo contrario, puede sellar la superficie demasiado pronto y provocar la formación de polvo o descascarillado. Los Fresnos son útiles para alisar losas como aceras que no requieren una superficie de llana dura pero donde la velocidad de alisado es importante”.²

ACI PRC-302.1-15: Guía para la construcción de pisos y losas de concreto³ proporciona información en la que generalmente confían los ingenieros e inspectores cuando observan el uso de un Fresno. La Sección 10.2.7.2 describe un Fresno como una paleta de mango largo que se usa para losas que no requieren una superficie alisada dura. Los terminadores con los que hablamos sobre el sellado con un Fresno creen que, al usarla antes de barrer, la profundidad del barrido “abriría” cualquier superficie que pudiera haber sido sellada por el Fresno.

El Fresno y el concreto decorativo

ConcreteNetwork.com incluye información específicamente relacionada con el concreto decorativo titulada “Fresno para el acabado del concreto” sobre cómo dar acabado al concreto con una llana Fresno que indica: “Las llanas Fresno están diseñadas para sujetarse a mangos de extensión largos para que los encargados del acabado no tengan que caminar sobre la losa [Fig. 1]. Permiten trabajar rápidamente en áreas grandes, pero no logran el mismo grado de compactación posible con las llanas manuales. Sin embargo, eso puede ser una ventaja cuando se deben alisar las losas temprano para trabajos decorativos, porque se puede crear un acabado liso sin un sellado prematuro de la superficie”.⁴



Fig. 1: Uso de un Fresno plano después de el primer aplanado del concreto y previo a cualquier sangrado en tanto se prepara la aplicación de un retardante superficial. (tomado de CCS-5 (16)³)

ACI CCS-5(16): Colocación y acabado de trabajos decorativos de concreto plano establece: “Las llanas Fresno producen un acabado liso y plano sin la compactación que se produce cuando se utilizan llanas manuales de tamaño decreciente con un borde mayor de la llana para ejercer más presión sobre la superficie. Esto puede ser una ventaja al aplicar con llana trabajos decorativos porque el acabado liso no sella tanto la superficie y es menos probable que produzca ampollas o delaminación”.⁵

El documento también considera las ampollas y la delaminación, estableciendo: “Muchos documentos de ACI advierten que aplicar la llana con fuerza sobre el concreto con aire incorporado puede causar ampollas y delaminaciones, especialmente si también se aplica un endurecedor en polvo. Sin embargo, gran parte del concreto decorativo para exteriores se coloca en climas fríos donde se necesita aire incorporado para hacer que la superficie sea resistente al daño causado por las sales de deshielo y los ciclos de congelación y descongelación. También es necesario aplicar un poco de llana para obtener los mejores resultados decorativos cuando se utiliza un endurecedor de color en polvo. Aplique con llana solo la cantidad necesaria para producir la superficie lisa deseada y evite sellar la superficie ejerciendo menos presión sobre la llana”.⁵

El Consejo de Concreto Decorativo (DCC, por sus siglas en inglés) de la Sociedad Americana de Contratistas de Concreto (ASCC, por sus siglas en inglés) publicó una práctica recomendada titulada “Concreto coloreado integralmente acabado con llana”⁶ en la edición de marzo de 2014 de *Concrete International*. La práctica recomienda utilizar una llana Fresno en lugar de llanas de acabado manuales, ya que las llanas manuales “generalmente crean un color más oscuro que las llanas Fresno porque la hoja grande y el mango largo de la llana Fresno limitan la cantidad de presión que puede aplicar el acabador. También pueden producirse variaciones de color si se utiliza una llana de magnesio en lugar de una llana Fresno de acero”.⁶

Los fabricantes suelen definir una llana Fresno como una llana de acero que se desliza sobre una superficie de concreto para lograr un acabado uniforme y suave. También ofrecen llanas Fresno con bordes redondeados para brindar un acabado “suave” sin ranuras ni marcas en los bordes.

Acabados con sal de roca y agregados expuestos

ACI PRC-310-19: Guía para concreto decorativo⁷ analiza el uso de una paleta Fresno para acabados con sal de roca y acabados con agregados expuestos sembrados. Un acabado con sal de roca se logra

esparciendo sal de roca sobre una superficie de concreto fresco y luego presionando los gránulos en el concreto. Un acabado con agregados expuestos se logra esparciendo agregados sobre una superficie de concreto fresco y luego incorporándolos a la superficie. Ambos acabados se realizan con una paleta Fresno o una herramienta funcionalmente similar.

Sellado de concreto

Suprenant y Malisch evaluaron los efectos de sellado de las herramientas de acabado.⁸

Se encontró que el concreto sin aire incorporado terminado con una llana de magnesio seguida de una regla Fresno o una regla de borde recto exhibía esencialmente el mismo sangrado que una losa que no recibió acabado después del enrasado.

En otras palabras, aunque el uso de una regla de borde recto para carreteras brindó aproximadamente el mismo efecto de sellado que el uso de una regla Fresno, no hay advertencias en la literatura sobre el sellado con una regla de borde recto.

ACI CCS-1(10) advierte al usuario sobre el sellado con una llana de magnesio, indicando: “La llana de magnesio se realiza antes de que el agua de sangrado salga a la superficie, por lo que debe hacerse con cuidado para evitar sellar la superficie. Controlar la inclinación del cabezal manteniendo la hoja lo más plana posible ayuda a evitar el sellado de la superficie causado por la llana de magnesio”.²

El documento también proporciona asesoramiento sobre una prueba de campo para determinar si el uso de la llana de magnesio selló la superficie: “Para averiguar si una llana de magnesio está sellando la superficie, deje una pequeña sección sin flotar o una pequeña sección flotada con una llana de madera. Si aparece agua de sangrado en la sección de prueba, pero no en la superficie que ha sido llana, la superficie ha sido sellada”.²

Este mismo enfoque también se puede utilizar para probar si un Fresno selló la superficie. Si el Fresno se utiliza para suavizar (borrar) las marcas del borde de la llana de magnesio, compare los lugares donde se utilizó fresa con las áreas donde no se utilizó.

Alisado o pulido

Parece que el uso de un Fresno antes del sangrado es para alisar con la hoja plana sobre la superficie, mientras que su uso después del sangrado es para

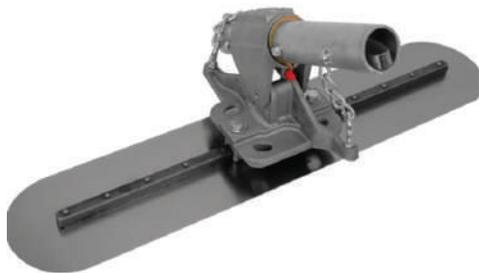


Fig. 2: Un Fresno con un mango móvil permite que se use sobre el concreto sin que se desnivele

un pulido ligero con la hoja inclinada (Fig. 2).

Creemos que esto es compatible con el uso de un Fresno basado en la intención: alisar o pulir. Sin embargo, debido a que hay quienes creen que cualquier uso de Fresno antes del sangrado es incorrecto, es mejor mostrar su uso y beneficios en una sección de prueba.

Para cerrar

Clark Branum, especialista en concreto decorativo para DCC de la ASCC, miembro del Salón de la Fama del Concreto Decorativo desde 2012, examinador aprobado por ACI para programas de certificación de trabajos en piso de concreto decorativo, presidente del Comité 310 conjunto ACI-ASCC, concreto decorativo y acabador, afirma sobre el Fresno: “Es una herramienta fundamental para el concreto decorativo, ya que su uso para concreto estampado da un detalle más nítido a las impresiones. Y para el concreto coloreado, el uso de un Fresno crea un color de superficie más uniforme debido a una menor presión que al alisar con herramientas manuales”.

Por último, observamos que las mezclas de concreto decorativo sostenible que utilizan cemento tipo IL rara vez sangran, lo que indica menos riesgos de que una herramienta de acabado provoque que el agua de sangrado quede atrapada. Esperamos que esa tendencia continúe con los cementos sostenibles futuros.

Referencias

1. “Uso de llana de mango largo”, Concrete Construction, febrero de 1981.
2. Comité ACI E703, “Serie Concrete Craftsman: Losas sobre el suelo (CCS-1(10))”, tercera edición, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 68 págs.
3. Comité ACI 302, “Guía para la construcción de pisos y losas de concreto (ACI PRC-302.1-15)”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2015, 76 págs.
4. “Fresnos para el acabado de concreto”, ConcreteNetwork.com, <https://www.concretenetwork.com/finishing-tools-buyers->

5. Comité E703 de ACI, “Serie de artesanos del concreto: colocación y acabado de superficies de concreto decorativas (CCS-5(16))”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2016, 119 págs.
6. “Mejores prácticas en concreto decorativo: concreto coloreado integralmente acabado con llana”, Concrete International, V. 36, n.º 3, marzo de 2014, págs. 64-65.
7. Comité 310 del ACI, “Guía para el concreto decorativo (ACI PRC310-19)”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 48 págs.
8. Suprenant, B.A., y Malisch, W.R., “Efectos de sellado de las herramientas de acabado”, Concrete Construction, septiembre de 1999, 4 págs.

Agradecimientos a Clark Branum, especialista en concreto decorativo, ASCC, St. Louis, MO, EE. UU.; James E. Klinger, consultor de concreto, Antioch, CA, EE. UU.; y Bruce A. Suprenant, consultor de concreto, Denver, CO, EE. UU.,

*NT: Un Fresno es una llana o paleta metálica con mango largo

Las preguntas de esta columna fueron formuladas por usuarios de los documentos del ACI y han sido respondidas por el personal del ACI o por un miembro o miembros de los comités técnicos del ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de un comité del ACI. Los comentarios deben enviarse a keith.tosolt@concrete.org.

Título original en inglés:
Using Fresno on
Decorative Concrete

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Ecuador**



*Traductor y
Revisor Técnico:*
**Ing. Santiago Velez
Guayasamín
MSc., DIC.**

09 ¿Quiénes somos y qué hacemos?

El Capítulo Noroeste de México del ACI realiza taller para estudiantes de primaria

El pasado 11 de octubre de 2024, el Capítulo Noroeste de México del ACI llevó a cabo el “Taller de Concreto” con 25 niños de primer grado de la Escuela Primaria José María Morelos y Pavón en Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

El taller fue dirigido por el Miembro Honorario del ACI Ing. Genaro L. Salinas, mentor del Capítulo Noroeste de México. El Ing. Salinas describió como objetivo del taller que los niños hicieran un portalápiz usando un pequeño cono de concreto con un agujero en el medio. El Ing. Salinas fue dirigiendo a los niños en el proceso de fabricación del concreto mediante el uso de sus propias credenciales de identidad y tomando en cuenta las medidas de seguridad necesarias para manipular el concreto. Se pidió a los estudiantes que se pusieran chaleco de seguridad, casco, gafas y guantes. El Ing. Salinas también los instruyó en el manejo de los elementos constitutivos del concreto, cemento, agua y agregados.

Como parte del taller, el Ingeniero Civil de la NASA Salvador Núñez compartió con los niños su experiencia en la construcción, así como las investigaciones sobre posibles construcciones en la Luna y Marte que está realizando la NASA. Al finalizar el taller, cada niño recibió un certificado de participación.

El taller fue organizado por el Club Rotario Juárez Integra en coordinación con el Capítulo Noroeste de México del ACI y patrocinado por Constructora Tremica, Grupo Cementos de Chihuahua (GCC), El Paso Concrete System, Constructora Lintel y el propio Capítulo del ACI. Para finalizar el acto, los niños y organizadores dejaron simbólicamente sus huellas de manos en la base triangular de un obelisco como mensaje de paz.

Artículo publicado en la Revista Concrete International, Sección Chapter Reports.



Alumnos de la Escuela primaria José María Morelos y Pavón participando en el “Taller de Concreto”



CONCRETO
LATINOAMÉRICA