

# CONCRETO

LATINOAMÉRICA



VOLUMEN III | NÚMERO 11 | NOVIEMBRE 2022

# CONCRETO

## LATINOAMÉRICA

Volumen III - Número 11  
Noviembre de 2022

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.

## CONTENIDO

### Pág.

4

#### Buscando el éxito

Traducción y revisión técnica a cargo del  
Capítulo: Puerto Rico

8

#### Diseño del museo Chau Chak Wing

Traducción y revisión técnica a cargo del  
Capítulo: Costa Rica

12

#### Diques de contención de GFRP-RC como medio de fortificación costera y extensión de la vida útil

Traducción y revisión técnica a cargo del  
Capítulo: México Noreste

20

#### La grandeza de la ingeniería: El avance de la industria a través del compromiso de los miembros más jóvenes

Traducción y revisión técnica a cargo del  
Capítulo: Perú

25

#### Concreto, Preguntas y Respuestas: Resultados de baja resistencia y pruebas de núcleo

Traducción y revisión técnica a cargo del  
Capítulo: México Noroeste

## COMITÉ EDITORIAL:

### Presidente del Comité Editorial:

Ing. Alejandro Miguel Narro Aguirre  
Presidente de la Sección Noreste de  
México del ACI.(2020-2022)

### Editor en Jefe:

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez

### Editor Asociado:

Dr. Lucio Guillermo López Yépez

### Editor Técnico:

Dr. Alejandro Durán Herrera

### Traducción:

Anabel Merejildo

### Comité de Noticias y Eventos Concreto Latinoamérica

Ing. Jesús Fernando García Arvisu  
Ing. Jesús Arturo Angel Mellado

### 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. Monserrat Treviño Garza  
Alejandro Martínez Sánchez  
LDI. Julián Capetillo Castillo

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

### Diseño Editorial: Comunicación e

Imagen Institucional FIC-UANL

### Cualquier asunto relacionado con la publicación

contactarse a :

Correo: concretolatam@gmail.com

Tel: +52 81 2146 4907

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 Noviembre del 2022. 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.

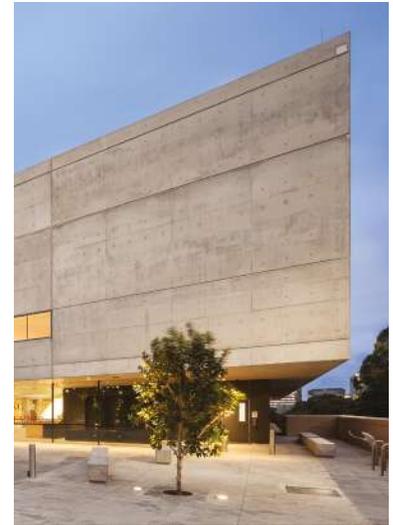
## Representantes de los Capítulos ACI de Latinoamérica:

**Argentina**  
**Colombia**

**Costa Rica**  
**Ecuador Centro y Sur**  
**Guatemala**

**México Noreste**  
**México Noroeste**  
**México Centro y Sur**  
**México Sureste**  
**Panamá**  
**Perú**  
**Puerto Rico**

Dr. Raúl Bertero  
Dra. Nancy Torres Castellanos  
Dr. Fabían Lamus Báez  
Ing. Minor Murillo Chacón  
Ing. MSc. Santiago Vélez Guayasamín  
Ing. Luis Alvarez Valencia  
Ing. Xiomara Sapón Roldán  
Ing. Alejandro M. Narro Aguirre  
Ing. Jesús Fernando Garcia Arvizu  
Arq. Arturo Rodriguez Jalili  
Mtro. Josseph Eli Mandujano Zavala  
Ing. Jorge L. Quiróz  
Ing. Julio Antonio Higashi Luy  
Ing. Anabel N. Merejildo



*El Museo Chau Chak Wing, Ganador absoluto de la Octava entrega de Premios a la Excelencia en Construcción con Concreto que otorga el ACI, está ubicado en la Universidad de Sidney, en New South Wales en Australia. Esta obra es la consumación de muchos años de planeación estratégica para exponer combinadamente las colecciones de obras de arte de la Universidad Nicholson, Macleay, Power y la propia Universidad de Sidney. Con un diseño de vida útil para más de 100 años, la obra está llamada a ser icónica en el centro de la Universidad. La obra se enfocó de manera prominente en la sostenibilidad y constructibilidad usando el concreto. Para mayores detalles puede verse el artículo 2 en este número de la revista y el video (en inglés) en la siguiente liga: <https://youtu.be/lsAMZQcgnq0>*



**¡Únete Hoy!**  
**Conoce tu capítulo**  
**local ACI**

300+ Capítulos profesionales  
y estudiantiles  
[www.concrete.org/chapters](http://www.concrete.org/chapters)



American Concrete Institute  
*Always advancing*

# Buscando el éxito

*El becario de la Fundación ACI, Ziad Elaghoury, habla sobre su pasión por el concreto*

Cada año el programa de Beca de la Fundación de ACI otorga más de \$200,000 a estudiantes no-graduados y estudiantes graduados para ayudarlos en sus estudios continuos. El becario 2022-2023 Ziad Elaghoury expresa que más estudiantes deberían aplicar a las 38 becas actualmente disponibles.

“Aparte de la ayuda financiera, existe muchos beneficios adicionales. Tienes la oportunidad de conocer muchas personas de la ACI, y hacer buenas relaciones en la industria, y ciertas becas brindan oportunidades de internados.” – explico el joven.

Elaghoury es un estudiante de doctorado en filosofía en la Universidad de Western Ontario, Londres, ON, Canadá, estudiando la valoración de estructuras de concreto. Es becario de la Daniel W. Falconer Memorial Fellowship, nombrada en memoria del previo Director General de Ingeniería de la ACI. La Fundación ACI otorga la beca a estudiantes graduados que están estudiando ingeniería estructural con un énfasis en diseño de concreto reforzado. Esta beca incluye la opción de participar en un internado en el Departamento de Ingeniería de la ACI.

“Encuentro que muchos estudiantes no reconocen el alcance de las becas e ayudas económicas que ofrece la Fundación de la ACI, y algunos pensaban que aplicar para una sería inútil. Por esto, estoy abogando y fomentando que todos apliquen,” indico el joven.

## El camino hacia el concreto... y la ACI

Elaghoury creció en Dubái, la ciudad más poblada de la Emiratos Árabe Unidos. La ciudad ha experimentado un crecimiento en la construcción desde principios de los 1980, la cual se aceleró en los 1990, y continua a un paso ligero en los 2000.

“Presencie la construcción del Burj Khalifa, el cual es actualmente el edificio más alto del mundo,” indico el joven. “Recuerdo que me asomaba por las verjas temporales protectoras de la construcción para ver lo que sucedía en la construcción”.

El ver la erección de edificios a su alrededor le creo un interés en el campo de la ingeniería estructural. Experiencias practicas durante sus estudios como ingeniero civil convirtió un interés en una pasión de construir con hormigón.

“Mientras estudiaba, participe de un internado trabajando en un proyecto de construcción en concreto, el cual incluyo corroborar que todo estuviera en cumplimiento con los códigos. Eso fue una experiencia divertida porque siempre había algo interesante sucediendo.” -dijo Elaghoury. “Siempre estaba sucediendo algo. Concreto mezclándose, concreto tirándose. Barras de refuerzo se instalaron. Se ponían moldes, se quitaban moldes. En ocasiones podías toparte con problemas, como filtraciones de agua en el sótano. Pensaba que la construcción en concreto era emocionante.”

Decidió estudiar diseño de concreto en la licenciatura. Durante ese tiempo, Elaghoury fue presentado a la ACI.

“Recibí mi educación pregrado y entrenamiento en Canadá, en donde tienen sus propios códigos. Mi primera exposición a la ACI fue cuando estaba trabajando con flujo plástico y contracción y me tope con una buena guía de la ACI. También estaba trabajando con deflexiones, y la ACI tiene un comité activo que publica documentos útiles en el tópico. En ese momento fue que comencé a zambullirme en los documentos, guías y estándares de la ACI.”

La tesis de maestría de Elaghoury comenzó una revisión de las provisiones del código CSA A23.3, “Diseño de Estructuras de Hormigón,” referentes a las deflexiones a largo plazo y una revisión al Capítulo 6 (Deflexiones) en el Concrete Design Handbook de la Asociación de Cemento de Canadá. Presento su investigación en la Conferencia Anual de la Sociedad de Ingenieros Civiles de Canadá en el 2019, y su tesis, “Deflexiones a Largo Plazo de Vigas de Hormigón” fue publicada durante la conferencia.

Los recursos de la ACI fueron de tal ayuda en su investigación que, al terminar su grado académico, Elaghoury aplico inmediatamente al Comité 435 de la ACI, Deflexión de Estructuras Edificadas en Concreto. “Fue el tema principal de mi investigación, y quería colaborar con líderes de ese campo” – dijo el joven. “Fui asignado como miembro asociado, y me gustó mucho. Quería ser parte del desarrollo de los documentos que encontré de gran ayuda durante mis estudios y práctica.”

## Influencias del Mundo Real

Con su grado de maestría en ingeniería civil en mano, Elaghoury se unió a LeMessurier Consultants en Boston, MA, EE. UU., como ingeniero estructural en entrenamiento, trabajando junto a ingenieros estructurales y arquitecto a evaluar y rehabilitar estructuras existentes de concreto y diseñar nuevas estructuras. Se recuerda de un proyecto para

una escuela en New Jersey donde tuvieron que transformar una estructura de concreto construida en los años 1940 a un cuarto de levantamiento pesas.

“Iba a experimentar unas cargas mayores a la que fue diseñada, por lo que tuvimos que descifrar una manera de evaluar la estructura y rehabilitarla según lo requerido. Ese fue un proyecto divertido.”

A través de su trabajo, Elaghoury se dio cuenta que existe otra dimensión al diseño y construcción en concreto: evaluación de estructuras de concretos existentes. Comenzó a ir a comités de la ACI relacionados a la evaluación y reparación de estructuras, y eventualmente se convirtió en miembro votante y secretario del Subcomité 562-B de la ACI, Cargas, el cual es un subcomité de la ACI 562, Evaluación, Reparación, y Rehabilitación de Estructuras en Concreto. El subcomité es liderado por su mentor de maestría (y ahora doctorado), F. Michael Bartlett, FACI.

Elaghoury también se unió al Grupo de Colaboración de Iniciativas de Massachusetts, el cual es un grupo de trabajo que ayudo a que se adoptara el Código 562-19 de la ACI en el Código de Edificación del Estado de Massachusetts.

## Proyecto de Investigación

“Mi decisión de hacer un doctorado nace del placer en servir en los comités de la ACI, mi interés en estructuras de concretos existente, mi pasión continua de contribuir a la ciencia,” dice Elaghoury.

Su tema de investigación doctoral es de la confiabilidad de evaluaciones de estructuras de concreto existentes. Su mayor objetivo es desarrollar un código practico que le permita al practicante tomar decisiones en base a la vida útil anticipada de la estructura, determinar el alcance de la evaluación, y cuantificar a que extensión es necesario el refuerzo. El trabajo de Elaghoury contribuirá a la sustentabilidad, ya que permitirá el uso continuo de estructuras de concreto existentes.

El joven Elaghoury está llevando a cabo su investigación bajo la supervisión de Bartlett. Como Socio de ACI, Bartlett animó a Elaghoury a que aplicara para una beca de la Fundación ACI.

## El Valor de una Beca de la Fundación ACI

Elaghoury está empezando su segundo año en el programa doctoral. Mientras que su primer año fue dedicado a clases básicas, el indica que su investigación realmente está empezando ahora.

“Usualmente el segundo año de un doctorado es el más ajetreado,” explico el joven. “Estas terminando asignaciones de clases básicas y comienzas a enfocarte en la investigación. Al mismo tiempo tienes que escribir una propuesta para un examen – y entonces tomas un examen. Además, tienes que escribir ensayos para publicaciones en el que te estableces como un futuro becario competente. ¡Por lo que no tener que preocuparse en estos momentos por el dinero es genial!”

Los beneficios no son solamente económicos. Desde que recibió la beca, Elaghoury dijo que varios miembros de la ACI se han contactado con él, incluyendo miembros de la Junta de Directores. Esta muy emocionado por conocerlos en persona en la próxima Convención del ACI.

“He tenido mucho apoyo de los miembros de la ACI. Estas son las personas de las cuales he leído o estoy leyendo acerca de su trabajo, y de las presentaciones que he visto. El hecho de que se comunicaran conmigo ha sido genial. Fue un impulso a mi autoestima.”

Elaghoury planifica en seguir una carrera académica en donde pueda llevar a cabo investigaciones para mejorar la calidad y la economía de la construcción en hormigón, y a través de la enseñanza, promover las carreras de provecho de la industria del concreto en las mentes jóvenes. Su plan es continuar participando en la ACI y contribuir al desarrollo continuo de códigos y estándares.



*Elaghoury (izquierda) con su mentor, F. Michael Bartlett*



*Elaghoury presentando en una conferencia*

“El límite entre la academia y la industria es donde quiero estar,” dice Elaghoury. “También estoy esperanzado en poder usar mi conocimiento sobre el concreto para ayudar a reducir el calentamiento global o ayudar alcanzar la meta de que no se genere emisiones de carbono en el sector de la construcción en concreto. Fue un honor el recibir una Beca de la ACI para asistirme en logras estas metas.”

Elaghoury dijo que esta agradecido con la Fundación ACI por hacer el proceso de aplicación una experiencia grata: “Este probablemente ha sido el proceso de aplicación más cómodo que he tenido. Los contactos de la Fundación ACI con los que he trabajado han sido comunicativos, de gran ayuda, y de mucha paciencia. Simplemente quiero agradecer a todos los que estuvieron envueltos.”

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Puerto Rico

*Título: Buscando el éxito*



*Traductor y Revisor Técnico:  
Ing. Jose M Mejia Borrero*

# Diseño del museo Chau Chak Wing

*Proyecto ganador general del Premio  
a la Excelencia en Construcción en Concreto 2022*

*por Marc Maguire*

El rasgo más impresionante del Museo Chau Chak Wing de la Universidad de Sidney es su forma. Diseñado como una caja de concreto en voladizo y situado sobre vidrio y un podio prefabricado color arenisca, el museo de forma cúbica se sitúa entre las copas de los árboles, entre los famosos edificios de arenisca de la universidad. La “caja flotante” tiene aproximadamente 170 ft (52 m) de largo, 111 ft (34 m) de ancho, 29 ft (9 m) de altura y cuenta con un voladizo de 46 ft (14 m) con vista a la ciudad de Sydney, Nueva Gales del Sur, Australia.

El concreto figura de forma prominente a lo largo de la estructura con una elegancia discreta – desde los elementos tintados, prefabricados en el nivel inferior del edificio y el acabado de la caja en voladizo colada en el sitio, hasta el techo de concreto en el nivel de la entrada. Los voladizos profundos protegen los espacios internos (y los artefactos) de la luz solar directa y proveen masa térmica, mientras que el saliente de concreto de la caja flotante crea una sensación de compresión en la entrada antes de abrirse de forma espectacular hacia el atrio central.

“El majestuoso y atractivo edificio, icónico y a propósito duradero, es una llamativa exposición arquitectónica que muestra el diseño ingenieril inteligente de la estructura de concreto, un creativo diseño de las mezclas a utilizar y un fuerte compromiso con la sostenibilidad”, afirmó el Juez Michael Paul, ingeniero estructural principal para Larsen & Landis, Inc. “¡El equipo debe ser felicitado por su trabajo excepcional!”

Entregado por el contratista general FDC Construction (NSW) Pty Ltd., junto con el contratista de concreto Azzurri Concrete en conjunto con JPW Architects, la firma de ingeniería Northrop Consulting Engineers y la consultora en tecnología de materiales de construcción Mahaffey Associates, este fue un proyecto increíblemente complejo. Todos los aspectos de la construcción fueron cuidadosamente considerados; desde los diseños de mezcla del concreto, los detalles del refuerzo y el postensado (PT), hasta las estrategias de bombeo.

## Diseño a 100 años

La universidad especificó una vida de diseño de 100 años, lo cual hizo del concreto reforzado una elección natural. El uso de este material también permitió que el exterior de la estructura sirviera como revestimiento, lo cual implica una ingeniería eficiente e hizo que la construcción pareciera sencilla.

“El museo es una expresión directa del concreto como arquitectura, estructura y acabado”, explicaron Kiong Lee y Graeme Dix, directores de JPW Architects.

Según Lee y Dix, el concreto cumplía con los complejos desafíos técnicos del proyecto, mientras que prometía longevidad y bajo mantenimiento, además de permitir usar principios de diseño pasivo por sobre otros sistemas más intensivos en cuanto al uso de energía.

“Lo que hace a este proyecto particularmente notable es su compromiso con la sostenibilidad y su enfoque en constructabilidad, todo esto mientras se cumple con la demandante visión arquitectónica”, acotó la jueza Emily Guglielmo, directora de Martin/Martin Inc.

## Formulando la mezcla apropiada

El equipo tardó 9 meses diseñando la mezcla del concreto, lo cual incluyó el desarrollo de varios prototipos en sitio para prever cualquier escenario problemático que se pudiera percibir. La temperatura de hidratación, la contracción por secado, los objetivos de sostenibilidad, la demanda de agua, la expansión térmica, el tamaño del agregado, los métodos de colocación y la temperatura del ambiente fueron elementos escudriñados para asegurar la consistencia y control del color del concreto.

“El desafío más grande fue alcanzar la uniformidad de color en los muros de concreto. Fue de vital importancia que esto se lograra al primer intento y en cada ocasión”, añadió Branko Mihaljevic, director de proyecto en FDC Construction (NSW) Pty Ltd. “Se condujeron talleres de trabajo extensivos con todas las partes interesadas, lo que se tradujo en un prototipo de trabajo antes de ejecutar una sola colocación de concreto”.

David Mahaffey de Mahaffey Associates, la consultora de tecnología del concreto para este proyecto, dijo sentirse muy orgulloso del alto nivel de coordinación del equipo. “Alcanzar un acabado de alta calidad en un proyecto de esta magnitud es difícil y requiere un compromiso de todas las personas involucradas”, mencionó. “La mezcla de concreto debe cumplir con requerimientos muy particulares y el proveedor debe estar comprometido con brindar una mezcla de calidad consistente durante y entre cada proceso de colocación. El cuidado con la instalación del encofrado y la colocación del concreto es crítico para asegurar que los defectos en el acabado se minimicen. Finalmente, el constructor debe asegurar la buena coordinación y comunicación entre todas las personas involucradas”.



*El Museo Chau Chak Wing se diseñó como una caja de concreto en voladizo situada sobre vidrio y un podio prefabricado*

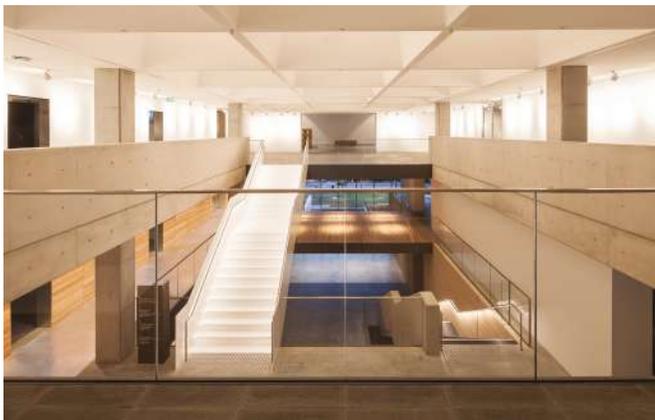
La universidad también estableció objetivos respecto a los materiales reciclados para elaborar el concreto, para asegurar que al menos el 25% de todos los agregados finos y gruesos utilizados se constituyeran por arena manufacturada u otros materiales alternativos. El equipo trabajó con la proveedora de concreto Boral para sustituir el 71% de toda la arena con arena manufacturada. El agua de mezcla consistió en un 94% de agua reciclada. Se incluyó un reductor de agua para mejorar el tiempo de fraguado del concreto y para controlar la contracción por medio de la reducción de aproximadamente 3 gal por yarda cúbica (15 L/m<sup>3</sup>). El contenido de cemento Portland se redujo en al menos un 30%.

## Superando los desafíos

Una huella restringida por los árboles existentes requirió diseño en varios niveles, con gran parte del museo localizado bajo tierra. El proyecto implicó una gran excavación y la construcción de un edificio de 6 niveles (incluyendo un nivel de planta y dos niveles de sótano) con más de 83,300 ft<sup>2</sup> (7740 m<sup>2</sup>) de área bruta de piso. La construcción en concreto fue repensada desde el nivel del terreno hacia arriba, utilizando técnicas de encofrado de edificios de gran altura y construcción de puentes. Se implementaron soluciones de apuntalamiento temporal para soportar la caja de concreto durante la construcción y para encofrar los muros pretensados de 15 in (380 mm) de espesor.

La construcción de la caja en voladizo se limitó en términos de localización de las juntas al colocar el concreto, deflexión y apuntalamiento, para asegurar que se alcanzara la máxima calidad con agrietamiento y deformaciones limitadas. Se requirió de un análisis estructural cuidadoso para determinar las secuencias de esfuerzo y tiempos adecuados para los elementos PT, así como la secuencia y tiempos adecuados para remover los elementos de apuntalamiento. El agrietamiento se controló por medio de la instalación de torones PT convencionales en los elementos de muro, barras PT de alta resistencia y gran diámetro, además de refuerzo convencional. Se introdujeron juntas de construcción horizontal para limitar las alturas de colado del concreto. Esto creó desafíos para la ingeniería estructural debido al desarrollo de las barras verticales, los cuales fueron resueltos a través de la incorporación de conectores de refuerzo.

“Lo que más me impresionó fue la sorprendente calidad del detallado del concreto y la calidad de la construcción en concreto”, mencionó el juez Stephen Ayers, CEO interino del National Institute of Building Sciences.



*El concreto figura de forma prominente a lo largo de la estructura en forma de cubo*



*Kiong Lee y Graeme Dix, arquitectos del equipo del proyecto, describen el museo como una expresión directa del concreto como arquitectura, estructura y acabado.*

“La simplicidad de las formas y del detallado hacen que los espacios internos sean elegantes y memorables...la calidad de los acabados del concreto es impresionante. Este fue un proceso de alto riesgo y alta recompensa que fue preciosamente ejecutado.”

El Museo Chau Chak Wing es la culminación de muchos años de planificación estratégica y 20 meses de construcción para consolidar las colecciones de arte de Nicholson, Macleay, Power y University, de la universidad, además de exhibir algunos de los artefactos más significativos de Australia.

Este museo a prueba del tiempo perdurará para las próximas generaciones, justo como la universidad lo pretendió.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Costa Rica

Título: *Diseño del museo Chau Chak Wing*



Traductor:  
Juan Carlos Jiménez Castillo



Revisor Técnico:  
Ing. Ronald Steinvorth Sauter MSc

# Diques de contención de GFRP-RC como medio de fortificación costera y extensión de la vida útil

por *Christian C. Steputat, Jim O'Connor, Matt Arrants, Josh Beech, y Antonio Nanni*

Construido en 1670, el Dique de la Low y High Battery en Charleston, SC, EE.UU., es conocido como un emblemático dique defensivo con un paseo marítimo creado más recientemente. Este pintoresco paseo marítimo se completó inicialmente en 1838 a lo largo de la región inmediata del dique con la colocación estratégica de rocas, pesados peñascos y otros materiales de construcción elegidos. El paseo marítimo se extiende a lo largo de la orilla del río Cooper y está situado geográficamente al este de la península y se ha convertido en un destino muy frecuentado por los residentes locales y los turistas, debido a sus vistas panorámicas. El nombre del dique de la batería tiene su origen en una batería de artillería de defensa costera de la guerra civil que estaba situada en este lugar. Históricamente, este emblemático dique defensivo con paseo marítimo se extiende desde el número 40 de la calle East Bay hasta el bulevar Murray y la calle King. Además, la batería es famosa por sus casas de estilo arquitectónico neoclásico del siglo XIX en el Sur de Estados Unidos.

El diseño y la reparación del dique se llevaron a cabo con la Fase II prácticamente terminada en abril de 2022. La Fase I se completó a principios de 2021, mientras que la Fase III, que consiste en otros 1800 pies (550 m) de dique de contención desde la calle Limehouse hasta la calle King, fue aprobada por el Consejo de la Ciudad de Charleston en marzo de 2022 y está previsto que comience inmediatamente después de que se complete la Fase II. El reacondicionamiento estructural del

Dique de Low Battery existente incluía la ampliación de la altura del dique, el refuerzo del dique mediante el apuntalamiento con micropilotes, la construcción de un nuevo capitel de concreto ligado estructuralmente al dique existente, la reposición de los materiales de relleno del suelo erosionados y lavados, la reconstrucción de la cara del dique hacia el mar y el apoyo estructural de un nuevo paseo marítimo sobre los capiteles recién instalados para evitar futuros asentamientos y condiciones de inclinación. El sistema estructural incluye una losa de concreto unidireccional soportada por pares de micropilotes con una separación máxima de diseño de 9.0 pies (2.7 m) en el centro. El dique se apoya en una viga de concreto reforzado (RC) de varios tramos con el elemento del dique inmediatamente por encima. La elevación del nuevo dique se situó a la misma altura que la del dique de High Battery para mitigar las inundaciones y la subida del nivel del mar, y el nuevo paseo marítimo cumple con la Ley de Estadounidenses con Discapacidad (ADA, por sus siglas en inglés).

Durante la fase de planificación de este proyecto se realizó un análisis de la relación costo-beneficio y se consideraron, antes de finalizar el diseño, el acero galvanizado, el acero inoxidable y el polímero reforzado con fibra de vidrio (GFRP, por sus siglas en inglés) como alternativas de refuerzo del concreto. Basándose en la evaluación, se seleccionó el GFRP por su resistencia a la corrosión y su rendimiento estético (es decir, la ausencia de manchas en las

superficies expuestas debido a la lixiviación de los productos de la corrosión). Se utilizaron varillas de refuerzo de GFRP en todos los componentes del muro y para la cara del dique en toda su longitud. La losa base enterrada, menos expuesta y no visible, se reforzó con acero Grado 60.

## Especificaciones del proyecto y disposiciones del Código de Diseño

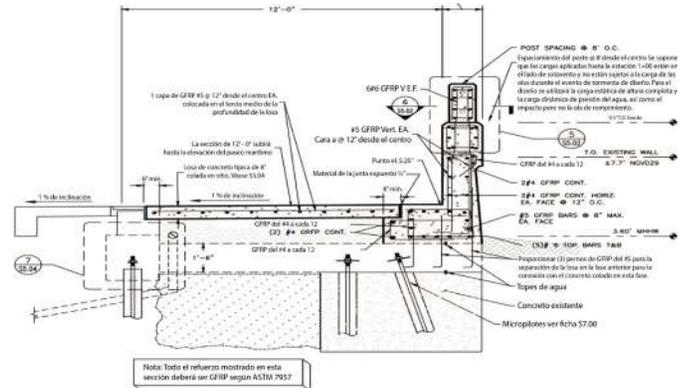
Desde el punto de vista del diseño estructural, geotécnico y de la ingeniería de materiales y de la construcción, para este proyecto se utilizó el Código Internacional de Construcción (IBC) de 2015,<sup>1</sup> ASCE 7-10,<sup>2</sup> ACI 318-14,<sup>3</sup> y ACI 301-10<sup>4</sup>. Además, para el diseño de los elementos de concreto reforzado se utilizaron las normas ACI 440.1R-15,<sup>5</sup> ASTM D7957/D7957M,<sup>6</sup> y ACI 440.5-08<sup>7</sup>.

Se aplicó un criterio de velocidad del viento de 147 mph (237 km/h), con una ráfaga de 3 segundos para la ubicación regional, donde se aplica la Categoría de Riesgo II, y se utilizó una carga de parapeto o revestimiento de 135 psf (6.5 kN/m<sup>2</sup>). Se ha considerado un método de análisis estático para el análisis sísmico de estructuras, que incluye un Grupo de Uso Sísmico II, un sistema de resistencia sísmica de estructuras no edificadas y una metodología de fuerza lateral equivalente (ELF, por sus siglas en inglés). Una aceleración espectral de respuesta amortiguada del 5% en periodos cortos de 0.2 segundos o  $S_{DS}$  de 0.658, una aceleración espectral de diseño amortiguada del 5% en un periodo de 1.0 segundos o  $S_{D1}$  de 0.605, un esfuerzo cortante sísmico base  $V = 0.197w$ , donde  $w$  es el peso sísmico efectivo, un factor de importancia  $I$  de 1,0 y una categoría de diseño sísmico (SDC) D completaron los criterios de diseño para este proyecto de dique.

La Zona de inundación VE se considera aquí como un área especial con riesgo de inundación (SFHA) que se encuentra principalmente a lo largo de las líneas costeras, donde hay una probabilidad anual del 1% de inundación, incluso por las olas, como es el caso de este dique. Se consideraron las elevaciones de la inundación base determinadas a partir del análisis de ingeniería hidráulica y la ASCE/SEI 24-05<sup>8</sup>.

## Subestructura de micropilote

Para una distancia típica entre hileras de micropilotes de 2.3 m, las fuerzas de diseño en condiciones críticas de carga sobre el capitel resultaron en especificaciones y dimensiones de diseño, que se muestran en la Fig. 1.



**Figura. 1: Sección típica que muestra los micropilotes instalados y el refuerzo estructural de GFRP para la estructura del dique con paseo marítimo**

Las disposiciones geotécnicas incluían la adición de material de relleno compactado libre de materiales orgánicos y otros materiales nocivos que afectan la compactabilidad. El material de relleno colocado estaba compuesto por un máximo de 20% de finos y tenía una densidad seca máxima, según la prueba Proctor modificada (ASTM D1579) de al menos 100 pcf (1602 kg/m<sup>3</sup>). El límite líquido del relleno de suelo se registró como menor de 30, y se anotó un índice de plasticidad inferior a 15. El material de relleno del suelo se colocó en elevaciones no superiores a 254 mm (10 pulg.) y se compactó hasta alcanzar al menos el 95% de la densidad seca máxima Proctor modificada.

Además, se proporcionaron apuntalamientos, refuerzos y láminas de construcción de acuerdo con la norma EM 385-1-1<sup>10</sup>, tal como se requiere para este proyecto de dique.

La estructura está soportada por micropilotes perforados con una elevación en la punta del pilote requerida de EL.-95,00 a una distancia horizontal máxima de 9.0 pies, y una elevación EL.-81,00 a una distancia horizontal máxima de 7.5 pies. Los micropilotes tienen una longitud de 6.1 m (20 pies) y están revestidos en su parte superior con una tubería de acero de grado N80 de 178 mm (7 pulgadas) de diámetro según API 5CT<sup>11</sup>, que es un tubo sin soldadura

de acero al carbono de alta resistencia y dureza. La longitud restante de 152 mm (6 pulg.) de diámetro se desencajó hasta la elevación de la punta requerida e indicada. Los micropilotes suelen incluir una barra hueca de 76 (3 pulg.) de diámetro. Se utilizó una lechada de concreto con una resistencia a la compresión a los 28 días de 4000 psi (28 MPa) para los micropilotes totalmente inyectados.

## Fase I

En la Fase I del proyecto se utilizaron aproximadamente 27.700 m (90,700 pies lineales) de barras de GFRP, tanto rectas como dobladas. En este caso, la resistencia a la corrosión y los beneficios previstos a largo plazo fueron una gran atracción durante el proceso de selección del material, y en última instancia dieron lugar a la aplicación del GFRP en campo. Además, la adaptación de las barras de GFRP en segmentos radiales, como la sección curvilínea de la Fase I (Fig. 2), fue demostrada y validada desde el punto de vista de la constructibilidad. Una de las ventajas de las barras de GFRP es que pueden ser prefabricadas con las formas y especificaciones deseadas.

## Fase II

La construcción de la Fase II se extendió desde la finalización de la Fase I hasta justo antes de la calle Limehouse, lo que supone 335 m (1100 pies lineales) adicionales a lo largo de la fachada del océano. La Fase II (Fig. 3) incluía la reparación del dique de la Batería Baja, que se inició en febrero de 2021 y se completó en abril de 2022, momento en el que se inició la Fase III, la última fase de este proyecto prevista para ser completada en los 18 meses siguientes a su inicio.



**Figura 2:** Fase I del proyecto de dique de concreto: (a) colocación del concreto de la sección curva; y (b) sección curva del dique de GFRP terminada



**Figura 3:** Fase II del proyecto de dique de concreto: (a) una sección recta de colocación de concreto; y (b) el concreto colocado y el refuerzo GFRP instalado en la sección recta del dique

A finales de diciembre de 2021, se colocó el tramo final de concreto que conecta la Fase I a la Fase II, con la tubería de drenaje incorporada. Esta sección incluía el paseo marítimo, el nuevo muro elevado hacia el mar, una sección que se integra en el frente del dique y el muro de contención, y la losa de base de tipo tapete. El refuerzo de concreto en estos elementos consistió en barras de GFRP. Se aprovecharon las condiciones de marea

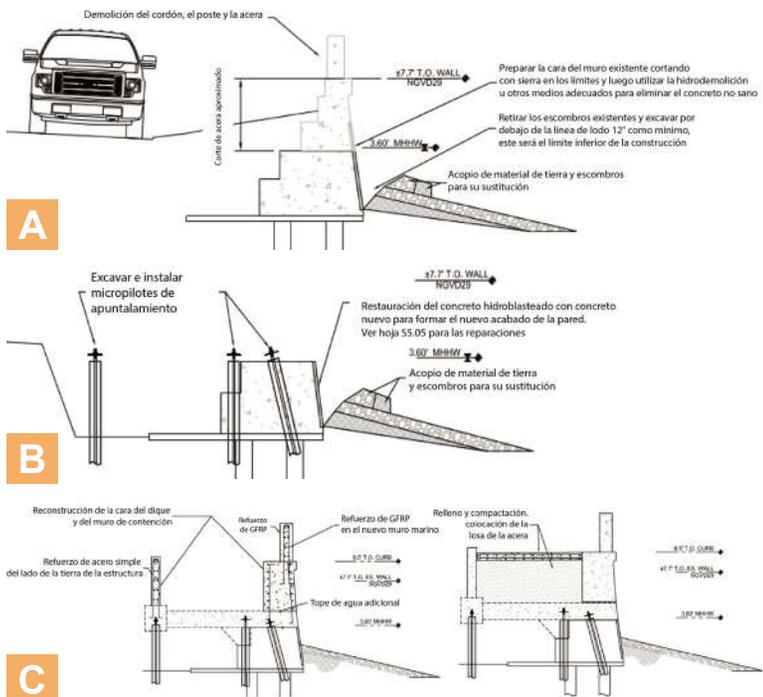


baja para llevar a cabo la colocación del concreto sin necesidad de realizar un desagüe adicional. Con la Fase II prácticamente terminada en abril de 2022, el uso exitoso del refuerzo de GFRP para las Fases I y II de este proyecto se hizo realidad y fue fundamental para la selección de varillas de GFRP para la Fase III.

## Etapas de construcción

Algunas de las ventajas de la hidrodemolición son la limpieza sin daños de las varillas de acero de refuerzo, la eliminación del polvo y la reducción drástica de los niveles de ruido. En el proyecto se utilizó la hidrodemolición para eliminar el concreto deteriorado y exponer el concreto sano con un perfil de superficie rugosa, que se prefirió para adherir el recubrimiento de concreto lanzado (la secuencia de construcción se muestra en la Fig. 4). La mezcla de concreto lanzado consistente en cemento, arena y agua se aplicó en capas y en marea baja, lo que dio como resultado una capa dura y densa de concreto lanzado.

La consideración de las condiciones de las mareas fue fundamental para este proyecto, ya que la finalización de la adaptación del dique y las reparaciones durante la marea baja permitieron realizar los trabajos sin necesidad de usar ataguías.



**Figura. 4:** Secuencia de construcción de la rehabilitación del dique: (a) preparación del frente del dique, incluyendo el corte con sierra y la hidrodemolición; (b) instalación de micropilotes y repavimentación del dique; (c) reconstrucción con refuerzo de GFRP desde el dique; y (d) colocación de relleno compactado con losa de concreto en la acera

## Control de calidad y garantía de calidad del GFRP

Para este proyecto se utilizaron varillas de refuerzo MATEENBAR™ Fibreglas™, compuestas por vidrio E-CR y resina de éster de vinilo. Las pruebas de laboratorio demostraron que el refuerzo seleccionado cumplía con los requisitos de las especificaciones de materiales ASTM D7957/ D7957M y CSA S807<sup>12</sup> para varillas redondas sólidas de GFRP para el refuerzo del concreto (Tabla 1). Otras propiedades de las barras incluían:

- Módulo de elasticidad E de 8.7 Mpsi (60.3 GPa);
- Contenido de fibra en masa del 80%;
- Absorción de humedad a las 24 horas del 0.10%;
- Absorción de humedad hasta la saturación del 0.50%;
- Temperatura media de transición vítrea (DSC) de 110°C (230°F);
- Resistencia media al cortante horizontal aparente de 6525 psi (45 MPa); y
- Resistencia media al cortante transversal de 26.1 ksi (180 MPa).

La resistencia a la adherencia de las varillas también superó los requisitos de ASTM D7957/D7957M con el coeficiente dependiente de la adherencia  $k_b (1/c_b) < 1.2$ .

Las marcas de trazabilidad del material según ASTM D7957/D7957M y CSA S807 eran claramente visibles en las varillas de GFRP. Las varillas se cubrieron o se almacenaron lejos de la exposición directa a la luz solar antes de su instalación, tal como se indica en ACI 440.5-08. Se pudieron moldear en el campo las curvas de gran radio de las varillas.

## Aspectos de construcción

El refuerzo de GFRP se utilizó no sólo en las áreas de reacondicionamiento y reparación de la cara expuesta del dique, sino también en las regiones de los cimientos con esteras gruesas, en las vigas de nivel del dique, en los soportes de las columnas de las barandillas y en las secciones de los muros. En la tabla 2 se resumen las cantidades de PRFV utilizadas en las tres fases.

**Tabla 1: Las propiedades de los materiales de las varillas rectas de GFRP cumplen con ASTM D7957/D7957M y CSA S807**

Tamaño de la varilla	Diámetro, pulg. (mm)	Area, pulg. <sup>2</sup> (mm <sup>2</sup> )	Peso, lb/pie (g/m)	Fuerza de garantía, kip (kN)	Resistencia, ksi (MPa)	Deformación unitaria, %
3	0.375 (10)	0.11 (71)	0.12 (185)	16.0 (71)	145 (1003)	1.70
4	0.500 (13)	0.20 (129)	0.21 (315)	27.9 (124)	140 (962)	1.60
5	0.625 (16)	0.31 (199)	0.32 (476)	41.8 (186)	135 (930)	1.50
6	0.750 (19)	0.44 (284)	0.47 (702)	57.3 (255)	130 (898)	1.50
8	1.000 (25)	0.79 (510)	0.84 (1252)	101.9 (453)	129 (889)	1.50

**Tabla 2: Las barras de PRFV utilizadas en el proyecto superaron el millón de pies lineales (305,000 m)**

Tipo de varilla	Fase I	Fase II	Fase III	Total
Varillas rectas de GFRP, pies lineales	45,685	58,995	331,265	435,945
Varillas GFRP dobladas, pies lineales	45,050	51,975	535,970	632,995
Varillas GFRP dobladas, cantidad	10,011	11,550	44,664	66,225
Extensión total, pies lineales	90,735	110,970	867,235	1,068,940

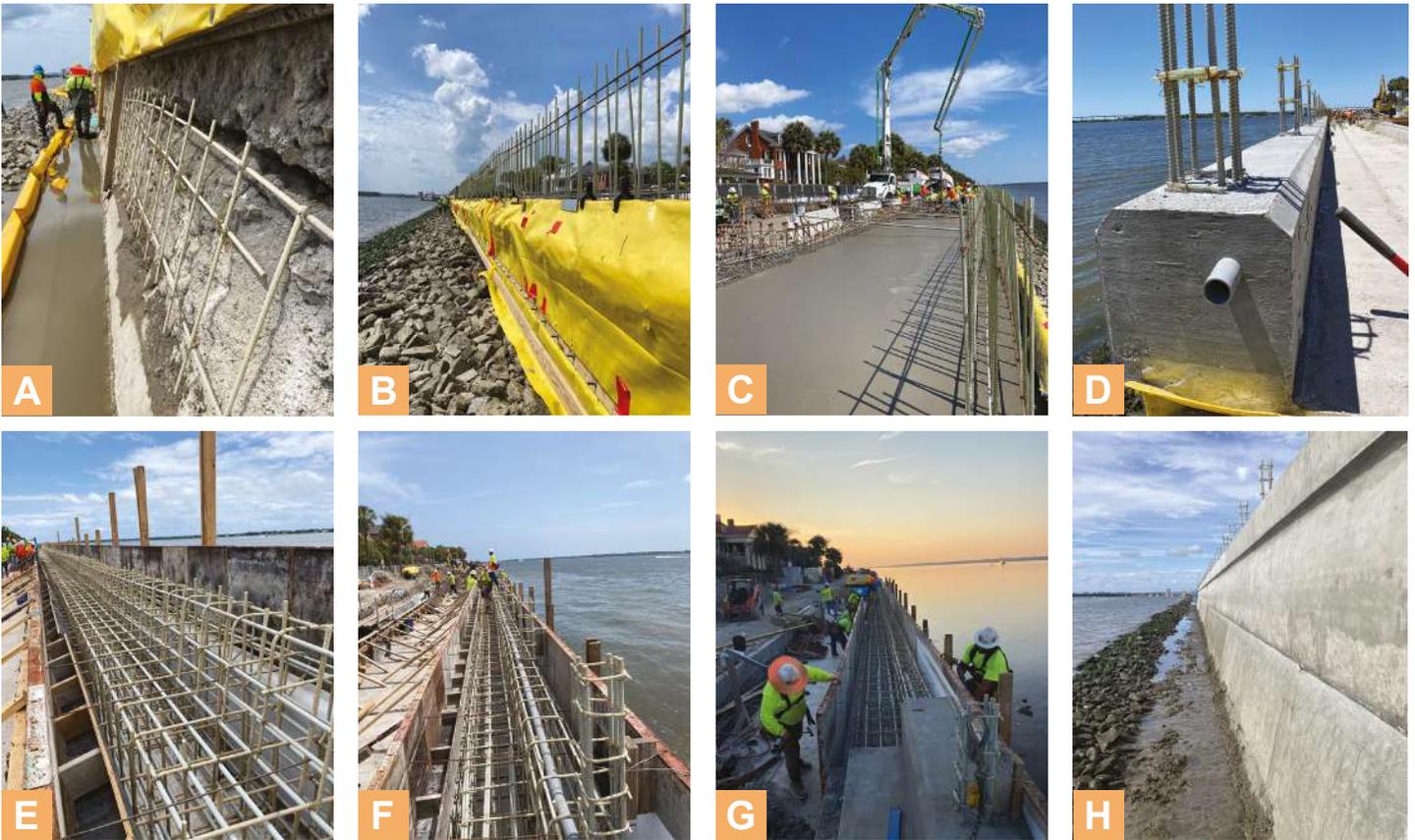
*Nota: 1 pie lineal = 0.3 m*

*Las varillas dobladas se especificaron para cumplir con el detallado de las varillas dobladas proporcionado en ASTM D7957/D7957M*

## En conclusión

Hace aproximadamente 300 años, se construyó el dique de la Low y High Battery en la ciudad de Charleston, SC, para obtener un terreno valioso de lo que se consideraba inutilizable, que estaba predominantemente sumergido y sujeto a frecuentes inundaciones. Los materiales elegidos para extender la superficie del terreno hacia el mar y construir el dique inicial incluían tierra, barro, piedra, roca y, más recientemente, varillas de acero de refuerzo y concreto. Los actuales diques de la batería han resistido a muchas tormentas importantes y, del mismo modo, han sido objeto de muchas reparaciones a lo largo de los años. Estas reparaciones incluyen el último proyecto mostrado en la Fig. 5. La fotografía de la Fig. 5(h) presenta la cara completa del dique en condiciones de marea baja.

A medida que el nivel del mar suba debido al cambio climático, será esencial y necesario aumentar la altura de las fortificaciones costeras para minimizar las inundaciones. A menudo, esto puede implicar el uso de materiales innovadores, como el refuerzo de GFRP. El uso de materiales resistentes a la corrosión permite prolongar la vida útil prevista de las estructuras costeras con una importante reducción de los gastos de mantenimiento y reparación. Los proyectos de diques que incorporan refuerzos de GFRP, como en el Muro de la Batería de Carolina del Sur, pueden proporcionar una solución efectiva para la construcción, la funcionalidad y la prevención de la corrosión. A medida que evolucionen las especificaciones de los materiales, los códigos de diseño y las especificaciones de construcción de los materiales de GFRP, cabe esperar que esta tecnología encuentre una mayor aceptación y se convierta en una valiosa herramienta para abordar la sostenibilidad y la resiliencia de las estructuras.



**Figura 5: El muro de la batería durante las principales fases de construcción:** (a) hidrodemolición y reparación; (b) barrera protectora de visqueen; (c) colocación del paseo marítimo de concreto; (d) tapa de fundición del muro de mar; (e) y (f) viga tipo GFRP; (g) GFRP con y sin concreto colocado; y (h) cara del muro de mar terminada en condiciones de marea baja.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la ciudad de Charleston, SC, por la oportunidad de llevar a cabo este excepcional proyecto de dique de contención con GFRP, a Owens Corning Infrastructure Solutions, LLC (barras de refuerzo MATEENBAR™ Fiberglas™), y a la National Science Foundation (NSF), bajo el número de subvención 1916342, por su apoyo financiero al autor principal.

## Referencias

1. "2015 International Building Code (IBC)," International Code Council, Inc., Washington, DC, 2014, 700 pp.
2. ASCE/SEI 7-10, "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures," American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2010, 209 pp.
3. 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.
4. ACI Committee 301, "Specifications for Structural Concrete (ACI 301-10)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2010, 77 pp.
5. ACI Committee 440, "Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Bars (ACI 440.1R-15)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2015, 83 pp.
6. ASTM D7957/D7957M-17, "Standard Specification for Solid Round Glass Fiber Reinforced Polymer Bars for Concrete Reinforcement," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017, 5 pp.
7. ACI Committee 440, "Specification for Construction with Fiber-Reinforced Polymer Reinforcing Bars (ACI 440.5-08)," Farmington Hills, MI, 2008, 6 pp.
8. ASCE/SEI 24-05, "Flood Resistant Design and Construction," American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 2005, 80 pp.
9. ASTM D1557-07, "Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2007, 13 pp.
10. EM 385-1-1, "Safety and Health Requirements Manual," U.S. Army Corps of Engineers, Washington, DC, 2014, 930 pp.
11. API Specification 5CT, "Casing and Tubing," tenth edition, American Petroleum Institute, Englewood, CO, 2021, 308 pp.
12. CSA S807, "Specification for Fibre-Reinforced Polymers," CSA Group, Canada, 2019, 67 pp.



**Christian C. Steputat**, miembro de la ACI, es becario postdoctoral y profesor de ingeniería estructural, geotécnica y de materiales en el Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectónica de la Universidad de Miami. Es un ingeniero profesional autorizado con experiencia en ingeniería estructural, geotécnica, de la construcción y de los materiales; inspecciones especiales de umbrales; y análisis forense de estructuras y materiales. Entre sus intereses se encuentran los materiales de construcción avanzados y su rendimiento estructural con aplicaciones de campo, los materiales compuestos de fibras de carbono, vidrio y basalto, y la impresión de concreto a escala real en 3D.



**Matt Arrants**, es el vicepresidente de Gulf Stream Construction, con sede en Charleston, SC. Proporciona el liderazgo estratégico, la dirección, la gestión y la visión necesarias durante la construcción, para garantizar la entrega exitosa de proyectos especialmente grandes y complejos que tienen limitaciones críticas de calendario y tiempo. Arrants ha dirigido un amplio espectro de proyectos únicos que incluyen proyectos residenciales, comerciales, industriales del Departamento de Transporte y Portuarios. Se licenció en ingeniería de biosistemas por la Universidad de Clemson. También es un ingeniero profesional licenciado y acreditado LEED AP.



**Jim O'Connor**, es vicepresidente senior de Johnson Mirmiran y Thompson. Se desempeña como Gerente de Diseño Senior para proyectos complejos. Los proyectos incluyen la I-526 Beltway, James Island Expressway, Isle of Palms Connector, Volvo Interchange y la Port Access Road. Es el director de diseño del proyecto de reconstrucción de Low Battery en Charleston, SC. Es un ingeniero profesional autorizado y un ingeniero colegiado en la República de Irlanda. Se licenció en ingeniería civil por la Citadel, el Colegio Militar de Carolina del Sur, y obtuvo un máster en ingeniería estructural por la Universidad de Rutgers.



**Josh Beech**, miembro de ACI, es el propietario y presidente de Beech Contractors LLC con sede en Charleston, SC. Su experiencia en la construcción abarca más de 20 años en proyectos del sector médico, industrial, energético, civil, militar, privado e institucional en todo el sureste de Estados Unidos. Beech participa y se especializa en proyectos de diseño y construcción de cimientos y realiza ingeniería de valor de cimientos y sistemas estructurales de concreto, para asegurar la eficiencia de su uso. Participa activamente en el proyecto de reconstrucción de Low Battery en Charleston, SC. Beech también es miembro de la Asociación de Subcontratistas de Charleston.



**Antonio Nanni**, FACI, es el primer Becario Senior, Profesor y Director del Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectónica de la Universidad de Miami. Es miembro de numerosos comités del ACI, incluido el Comité 440 del ACI, Refuerzo de polímeros reforzados con fibra. Ha recibido varios premios, entre ellos la Medalla IIFC 2014 del Instituto Internacional de FRP en la Construcción y el Premio Henry L. Michel 2012 de ASCE por Avances de la Industria en la Investigación.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Noreste

*Título: Diques de contención de GFRP-RC como medio de fortificación costera y extensión de la vida útil*



*Traductor:*  
*Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez*



*Revisor Técnico:*  
*Dr. José Abelardo Valdez Aguilar*

# La grandeza de la ingeniería: El avance de la industria a través del compromiso de los miembros jóvenes.

Incrementar las oportunidades del desarrollo profesional es uno de los objetivos principales del plan estratégico del ACI. Esto se ve especialmente reflejado cuando se trata de asegurar que el conocimiento de más de 118 años del archivo de concreto ACI sea ha pasado de una generación a la siguiente. El comité de actividades del profesional joven del ACI S806, fue creada para construir un puente entre las generaciones del pasado, del presente y del futuro de profesionales del concreto en la industria y la academia.

## Actividades de Jóvenes Profesionales

El comité del ACI S806 se inició como un subcomité bajo el comité del Estudiante y Actividades de Jóvenes Profesionales (SYPAC), una junta comitiva del ACI.



*Los Jóvenes líderes de capítulos profesionales asisten a la mesa redonda de capítulos de primavera del 2022 que se llevó a cabo durante la Convención de Concreto de ACI en Orlando, FL, Estados Unidos. Desde la izquierda: Andrés Matos-Ortiz, ACI Illinois; Piero Caputo, ACI Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra – República Dominicana; Kanette Worlds, Enlace SYPAC del ACI; Heather Todak, ACI Sur de California; Mateo Allen, ACI Manitoba; Anabel N. Merejildo y José Mejía, ACI Puerto Rico; y Yelena Rivera, ACI Luisiana*

Fundada en el 2011, el subcomité fue presidido durante dos años por Matthew Adams, FACI, profesor asistente en el Instituto Tecnológico de New Jersey, Newark, NJ, Estados Unidos; seguido por Lauren McCauley, asistente de gerente de proyecto en la constructora Beatty en Raleigh, NC, Estados Unidos, quien se ofreció como voluntaria en el rol por 6 años. El comité seleccionó una nueva generación de líderes en la primavera del 2022 durante la Convención de Concreto del ACI en Orlando, FL, Estados Unidos.

Andrés Matos-Ortiz sirve ahora como director general del comité del S806. Matos, ex codirector general del comité y ex director general del comité ACI S805, el Consejo de Liderazgo Estudiantil, es también el ex presidente del capítulo estudiantil en la Universidad de Puerto Rico- campus de Mayagüez, Mayagüez, Puerto Rico, donde completó su educación en ingeniería civil. Actualmente trabaja como ingeniero junior en la corporación Flood Testing Labs en Chicago, IL, Estados Unidos, luego de contactarse exitosamente durante una convención.

Megan Huberty, una petrógrafa en la American Engineering Testing en San Paul, MN, Estados Unidos, es la codirectora general del comité. Huberty ha tenido actividad en el ACI desde el 2013 y es la ex secretaria del SYPAC y S806. Ella ha sido fundamental moderando sesiones y apoyando grupos de trabajo para diversos comités S, incluyendo S804, el Comité



*Líderes del Comité S806 del ACI, Actividades del Profesional Joven, de izquierda a derecha: Andres Matos-Ortiz, Megan Huberty y Alvaro Ruiz Empanaza*

de Premios Walter P. Moore, y el grupo de trabajo TG1-S805, Concurso de estipendio de viaje para estudiantes graduados.

Álvaro Ruiz Empanaza es la más reciente incorporación al comité. Luego de ocupar el cargo como presidente del S805 durante 3 años, el ex beneficiario de la beca de la fundación ACI es ahora secretario del S806. Siendo contratado por la MAFIC USA en Miami, FL, es empleado como director de ingeniería y desarrollo empresarial de negocios. La misión del S806 es la de promover la membresía de jóvenes profesionales en el ACI y fomentar la participación dentro de la organización y en las convenciones. El comité se reúne dos veces al año los lunes por la tarde durante las Convenciones de Concreto del ACI. La membresía está disponible para cualquier persona interesada en apoyar a los miembros más jóvenes.

### Sesiones “Lo que me gustaría saber”

Además de apoyar el Evento de Redes de Estudiantes y Jóvenes Profesionales el domingo por la noche durante la convención, el comité también coordina un panel de desarrollo profesional con jóvenes oradores profesionales llamado "Lo que me gustaría saber".

Los temas de las sesiones pasadas han incluido:

- Gestión de Transiciones de Carrera;
- Equilibrio trabajo-vida;
- Una guía para tutorías mentorías exitosas;
- Participación en el ACI como Joven Profesional;
- Trayectorias Profesionales en la Industria del Concreto;
- Negociación de ofertas de empleo tempranas;
- y
- Transición para convertirse en un miembro de la facultad.



*Líderes del Comité S802 de ACI, Métodos de enseñanza y materiales educativos, de izquierda a derecha: Ben Dymond, Jacob Henschen y Megan Voss*

Muchas de las grabaciones de las sesiones, así como seminarios webs presentados por los jóvenes profesionales, se pueden encontrar en el Canal de YouTube del ACI en la lista de reproducción de jóvenes profesionales.

### Métodos de enseñanza y materiales educativos

En los últimos dos años, más comités del ACI han tomado acción para apoyar el desarrollo profesional de los educadores.

El Comité S802 del ACI, Métodos de enseñanza y materiales educativos, coordina sesiones y reuniones para actuales y futuros profesores universitarios. El comité está dirigido por tres jóvenes educadores recién nombrados: el presidente Ben Dymond, profesor asociado de la Universidad de Minnesota Duluth, Duluth, MN, Estados Unidos; el copresidente Jacob Henschen, profesor asistente en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, Urbana, IL; y la secretaria Megan Voss, profesora asistente en la



*Los ganadores del poster de investigación sobre el concreto de la primavera del 2022 se anunciaron en el Foro ACI 123 celebrado durante la Convención de Concreto del ACI en Orlando, FL.*

Universidad de Evansville, Evansville, IN, Estados Unidos. El Comité S802 conceptualizó una nueva sesión llamada "Diseño de concreto 201", que se llevó a cabo durante las convenciones de otoño. El objetivo de esta sesión es proporcionar a los estudiantes y jóvenes ingenieros información que quizás no hayan recibido en el aula. Los objetivos de aprendizaje de la sesión más reciente se centraron en el diseño de columnas esbeltas utilizando el ACI 318. Matthew Senecal, ingeniero del ACI y enlace para el Comité de Actividades Técnicas (TAC), fue el presentador principal.

## Investigación y últimos avances

Tanto Dymond como Henschen son miembros del Comité 123 de ACI, Investigación y Últimos Avances, un comité que brinda actualizaciones sobre investigaciones actuales, tendencias tecnológicas y temas contemporáneos relacionados con el concreto y que facilita la difusión de esta información en las convenciones. El Comité 123 coordina la sesión de poster de investigación, de concreto, temas abiertos, Investigación en Progreso y el Foro 123. Las cuatro sesiones atraen a jóvenes profesionales de la industria y académicos interesados en presentar sus investigaciones a sus compañeros o colegas. Las entregas de resúmenes se reciben dos veces al año en enero y julio. La convocatoria de resúmenes se puede encontrar en el Calendario de eventos de ACI en "Convocatorias de artículos".



Los destinatarias del registro gratuito de primavera del 2022 fueron Dulce Maria Trejo (izquierda), ingeniera graduada en Carrasquillo Asociados, y Lisa Marston, ingeniera de servicio técnico regional en Cortec Corporation



Los ganadores del Premio Joven Miembro del ACI 2022 por logros profesionales incluyeron a Lisa E. Burris (izquierda), profesora asistente en la Universidad Estatal de Ohio, y Saman Ali Abdullah, investigador académico y profesor en la Universidad de Sulaimani



Participantes de ELA de la clase 2022, arriba desde la izquierda: Andres Matos-Ortiz, ingeniero civil junior, Flood Testing Labs; Jeff Shi, Profesor Asistente, Universidad Estatal de Texas; y Jovan Tatar, Profesor Asistente, Universidad de Delaware; abajo desde la izquierda: Kanchani Basnayake, asistente de investigación de posgrado, Universidad de Western Michigan; Yogiraj Sargam, científico investigador, CarbonCure Technologies; y Ying Wang, Asistente de Investigación y Docencia, Universidad de Miami

## Las Mujeres en el Programa Registro de Convención Gratuito del ACI

El grupo ad hoc Mujeres en ACI también se dedica a compartir la experiencia de la colaboración profesional y técnica con profesionales emergentes del concreto a través de su programa de registro de convenciones gratuito. Este premio está abierto a hombres y mujeres con menos de 8 años de experiencia profesional. Cada primavera, Mujeres en ACI organiza una recaudación de fondos para generar dinero para ofrecer inscripción gratuita a la convención, valorada en \$1050 USD, a uno o dos miembros jóvenes. Desde el inicio del programa en el 2015, se han financiado inscripciones gratuitas para 25 miembros

más jóvenes. Las solicitudes deben presentarse semestralmente el 15 de enero y el 15 de agosto.

## El Premio al logro profesional para miembros jóvenes

El Premio al logro profesional para miembros jóvenes del ACI fue establecido en 1997 por la Junta Directiva de ACI para reconocer la contribución de los miembros más jóvenes del Instituto y sus logros profesionales. Los nominados deben estar activos a nivel de capítulo local y a nivel nacional/internacional, demostrar servicio al avance de la industria y mostrar ejemplos de tutoría a estudiantes y jóvenes profesionales. Se puede encontrar más información en la página web de honores y premios del ACI en Premios Personales. Las solicitudes se reciben anualmente el 15 de febrero.

## El Programa de Líderes Emergentes

La Alianza de Líderes Emergentes (ELA) es una asociación entre organizaciones líderes en ingeniería y ciencia que brinda capacitación en liderazgo de alta calidad. ELA organiza una conferencia de liderazgo interdisciplinario para jóvenes profesionales, que brinda capacitación avanzada en liderazgo en temas como administración, marca personal, estilos sociales, resolución de problemas, habilidades de presentación y diversidad global. Cada año, el ACI selecciona a varios miembros jóvenes para que reciban una inscripción gratuita a la Conferencia ELA en Pittsburgh, PA, Estados Unidos. Más información sobre este programa está disponible en [www.emergingleadersalliance.org](http://www.emergingleadersalliance.org). Las solicitudes deben presentarse anualmente el 1 de junio.

## Podcast de la Grandeza de la Ingeniería

Organizado por el ACI en colaboración con la asociación Briefings, el podcast de la Grandeza de la Ingeniería reúne a pares de jóvenes profesionales en la industria del concreto que participan en conversaciones íntimas sobre la industria y el trabajo. Los oyentes podrán echar un vistazo al campo de la ingeniería civil y la gestión de la construcción y lo que se necesita para tener una carrera exitosa en la industria del concreto.

El podcast se lanzó este verano y presenta entrevistas con profesionales del concreto en la industria y la academia. Los episodios están disponibles en Spotify, Apple Podcast, Google Podcast y YouTube.



*El podcast de la grandeza de la ingeniería se lanzó durante el verano de 2022*

## El Liderazgo del capítulo local

El ACI actualmente tiene 94 capítulos locales y más de 270 capítulos de estudiantes en todo el mundo. Ha habido un aumento en el nombramiento de miembros más jóvenes para puestos de liderazgo en juntas de capítulos y como asesores de facultad a nivel universitario. Los capítulos locales en Louisiana, California, Arizona, Texas, Puerto Rico, India y México (por nombrar algunos) han hecho parte de su misión estratégica reclutar miembros jóvenes para liderar a nivel local como funcionarios y miembros de la junta. Sus esfuerzos han dado como resultado un aumento de la membresía entre los millennials, así como un alcance más efectivo a los estudiantes de las universidades locales. El departamento de actividades de capítulos del ACI da la bienvenida a los funcionarios de capítulos más jóvenes para que asistan a las mesas redondas de capítulos anuales y a los eventos de capacitación en liderazgo para mejorar sus habilidades de desarrollo profesional.

## La Membresía del Profesional Joven

Para aliviar la carga financiera que soportan muchos de los recién graduados al ingresar al mercado laboral, el ACI ofrece un 50 % de descuento en la membresía a personas menores de 28 años. El precio de la categoría de membresía del profesional joven es de \$134. Los jóvenes profesionales obtienen acceso a los

mismos beneficios y recursos que los miembros profesionales a una tarifa reducida. Si tiene preguntas sobre cualquiera de los programas y eventos relacionados con jóvenes profesionales, comuníquese con [kanette.worlds@concrete.org](mailto:kanette.worlds@concrete.org).

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Perú

*Título: La grandeza de la ingeniería:  
El avance de la industria a través del  
compromiso de los miembros jóvenes*



*Traductor:  
Ing. Paula Rojas*



*Revisor Técnico:  
Calogero Reyes D'Angelo*

# Concreto, Preguntas y Respuestas: Resultados de baja resistencia y pruebas de núcleo

*Los siguientes documentos son de libre acceso para los miembros del ACI:*

• ACI E702.3-21, "Diseño de Estructuras de Concreto: Criterios de aceptación de los resultados de resistencia a la compresión del concreto de acuerdo con ACI-318-19"

• ACI E702.8-22, "Diseño de Estructuras de Concreto: Evaluación de los resultados de ensayos de núcleos de concreto de acuerdo con ACI-318-19"

Mayor información en [www.concrete.org/store.aspx](http://www.concrete.org/store.aspx) para descargar.

## P

**La resistencia a la compresión inferior a la especificada se determinó a partir de los resultados de las pruebas de cilindros de una colocación de concreto en nuestro proyecto. ¿Cómo podemos determinar si necesitamos tomar núcleos para pruebas adicionales y, si lo hacemos, cuál es el procedimiento correcto a seguir?**

## R

De acuerdo con la Disposición 26.12.3.1(c) en ACI 318-19,<sup>1</sup> se necesita una investigación de las pruebas de resistencia si una prueba de resistencia cae por debajo de la resistencia a la compresión especificada  $f'_c$  en más de 500 psi ( $f'_c \leq 5000$  psi), o en más de que  $0,10 f'_c$  ( $f'_c > 5000$  psi). En ACI E702.3-21<sup>2</sup> se proporciona información sobre cómo evaluar los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión del concreto y cómo determinar si se requieren pruebas adicionales.

### Cuando hacer núcleos

Si los resultados de la prueba de resistencia no cumplen con los requisitos del proyecto, según ACI 318-19, Sección de comentarios R26.12.6.1, el profesional de diseño con licencia (LDP - licensed design professional) y el funcionario de construcción (BO - building official) deben aplicar el juicio de ingeniería para determinar la importancia de los resultados de baja resistencia y la posible necesidad de una

mayor investigación (es decir, pruebas en el lugar o medición de la resistencia a la compresión de los núcleos).

Tanto el LDP como el BO son responsables de la seguridad estructural del edificio, por lo que deben investigar más a fondo si existe la posibilidad de que se haya colocado concreto de baja resistencia en parte de la estructura. El LDP o el BO deben determinar si el área donde se colocó el concreto de baja resistencia sería estructuralmente adecuada con la menor resistencia del concreto informado. Si es así, entonces no es necesario extraer el núcleo. Sin embargo, si se pudiera reducir la adecuación estructural, el LDP o el BO deben determinar las ubicaciones de los núcleos.

La extracción de núcleos debe realizarse de acuerdo con la norma ASTM C42/C42M, "Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete" (consulte ACI 318-19, Disposición 26.12.6.1(b)), a menos

que sea modificado por el LDP o BO (Disposición 26.12.6.1(c)). Además, es una buena práctica que alguien con experiencia en ASTM C42/C42M sea testigo de la operación de extracción de muestras para asegurarse de que se sigan los procedimientos correctos.

## Núcleos de Prueba

Los núcleos deben almacenarse en bolsas o contenedores herméticos, transportarse al laboratorio de pruebas y probarse entre 5 días después de la última vez que se humedecieron y 7 días después de la extracción del núcleo según ASTM C42/C42M, a menos que LDP o BO aprueben lo contrario (ACI 318-19, Disposición 26.12.6.1 (d)). Cualquier modificación al procedimiento de prueba debe estar por escrito para que todos entiendan qué variación(es) estaba(n) permitida(s).

## Evaluación de Resultados

Según ACI 318-19, Disposición 26.12.6.1(e), el concreto evaluado mediante pruebas de núcleo se considera estructuralmente adecuado si:

- Una resistencia promedio de tres núcleos es igual a por lo menos el 85% de  $f'_c$ ; y
- Ninguna resistencia de un solo núcleo es inferior al 75% de  $f'_c$ .

El procedimiento para evaluar los resultados de las pruebas básicas consta de varios pasos. El proceso de evaluación de los resultados de las pruebas de núcleos de concreto se proporciona en ACI E702.8-22.<sup>3</sup>

## Comentarios finales

Cuando se necesita extraer muestras, todos los involucrados están preocupados por el resultado.

Es imperativo hacer el proceso correctamente para que el LDP y el BO tengan la información correcta para determinar si el concreto es estructuralmente adecuado o si se necesitan más investigaciones.

En la Publicación 185<sup>4</sup> de NRMCA se proporciona información adicional sobre las pruebas básicas.

## Referencias

1. Comité 318 de ACI, "Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19) and Commentary (ACI 318R-19), American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 623 págs.
2. Comité E702 de ACI, "Designing Concrete Structures: Acceptance of Concrete Compressive Strength Test Results According to ACI 318-19 (ACI E702.3-21)", American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2021, 5 págs.
3. Comité E702 de ACI, "Designing Concrete Structures: Evaluation of Concrete Cores Test Results According to ACI 318-19 (ACI E702.8-22)", American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2022, 6 págs.
4. Suprenant, B.A., "Understanding Concrete Core Testing," NRMCA Publicación 185, The National Ready Mixed Concrete Association, Alexandria, VA, 1993, 20 págs.

Nota: En [www.astm.org](http://www.astm.org) se puede encontrar información adicional sobre la norma ASTM analizada en este artículo.

Gracias al miembro honorario de ACI Luke M. Snell, consultor de concreto y profesor emérito de la Universidad del Sur de Illinois, Edwardsville, IL, EE. UU., por proporcionar la respuesta a esta pregunta.

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de México Noroeste

Título: *Concreto, Preguntas y Respuestas: Resultados de baja resistencia y pruebas de núcleo*



Traductor:  
Cristian Silva



Revisor Técnico:  
Ing. Genaro Salinas



**CONCRETO**  
LATINOAMÉRICA