

# CONCRETO

## LATINOAMÉRICA

VOLUMEN V | NÚMERO 3 | MARZO 2024

### Una cubierta de origami en el Museo de Bellas Artes de Arkansas

Una cubierta plegada de concreto unifica una extensa área del museo

Por Deborah R. Huso

---

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. Luis Alvarez Valencia  
Ing. Xiomara Sapón Roldán

### México Noreste

Dr. Jorge Maurilio Rivera Torres

### México Noroeste

Ing. Óscar Ramírez Arvizu

### México Centro y Sur

Ing. José Alfredo Rodríguez Campos

### México Sureste

Mtro. Josseph Eli Mandujano Zavala

### República Dominicana

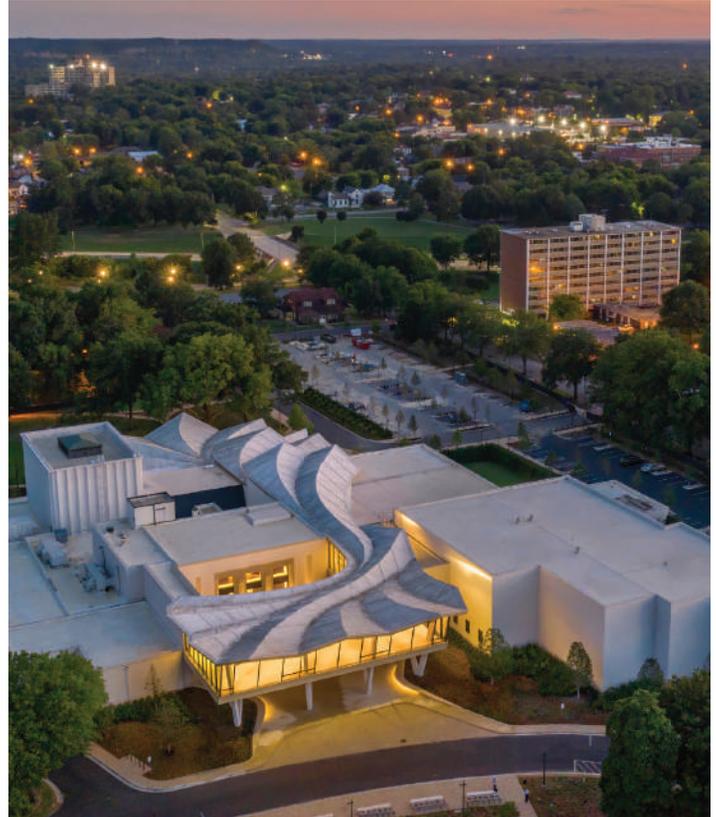
Ing. Piero Roberto Caputo Rodríguez

### Perú

Ing. Julio Antonio Higashi Luy

### Puerto Rico

Ing. Anabel N. Merejildo



Museo de las Bellas Artes de Arkansas en Little Rock, AR, EE. UU. Nueva área del Museo que ha sido cubierta con una techumbre construida con delgadas placas de concreto dispuestas en formas angulares y que se ramifican como tallos y flores que florecen sobre los Pabellones del Museo en el Parque Mac Arthur. Esta cubierta construida en el sitio, es similar a un objeto de origami que se desenvuelve sobre la superficie del Museo alcanzando un área de 8,825 m<sup>2</sup> (94,990 ft<sup>2</sup>) (Foto cortesía de Tim Hursley.) (Para mayor información ver artículo 5 de este número de la revista Concreto Latinoamerica)

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 del 2024. 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. Jorge Maurilio Rivera Torres  
Presidente de la Sección Noreste de México del ACI.(2022-2024)

## 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:

Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll  
Ing. José Lozano y Ruy Sánchez  
Lic. Ana Durán Herrera

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



# ¡Únete hoy!

Conoce tu capítulo local ACI  
300+ Capítulos profesionales y estudiantiles  
[www.concrete.org](http://www.concrete.org)



# CONTENIDO

---

## 1 | Impacto en la Industria, Parte 1

A través del Programa de Becas y Fellowship de la Fundación ACI  
*Por Veronica Nehasil, Ann M. Masek, y Chandice Moore*

## 5 | Una cubierta de origami en el Museo de Bellas Artes de Arkansas

Una cubierta plegada de concreto unifica una extensa área del museo  
*Por Deborah R. Huso*

## 2 | Celebrando una Década de Ganadores del Premio a la Excelencia en la Construcción de Concreto de ACI

De una idea de mesa redonda a un éxito internacional

## 6 | Preguntas y Respuestas. Profundidad efectiva de secciones con más de una capa de refuerzo a tracción – Respuesta a comentarios de lectores

## 3 | Intersección del Arte Comprometido Socialmente, el Concreto y la Acción Climática

*Por Adam Roberti, Xavier Cortada, y Francisco De Caso*

## 7 | ¿Quiénes somos y qué hacemos? Reconocimiento a los Capítulos Latinoamericanos del ACI

*Por Comité Editorial Concreto Latinoamérica*

## 4 | Novedades en Tecnología. Opciones para Pisos Sustentables: Pisos VCT, o Concreto Pulido y Sellado

*Por Ryan Crowe*

# 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](mailto:concretolatam@gmail.com)

Tu solicitud y artículo serán evaluados para su publicación.

## Impacto en la Industria, Parte 1

A través del Programa de Becas y Fellowship de la Fundación ACI

Por Veronica Nehasil, Ann M. Masek, y Chandice Moore

Desde su creación en 1989, la Fundación ACI se ha dedicado a forjar un futuro en el que todo el mundo posea los conocimientos necesarios para utilizar eficazmente el concreto para satisfacer las demandas de un mundo en constante evolución. Durante décadas, ACI y la Fundación ACI han proporcionado apoyo a los estudiantes que estudian en campos relacionados con el concreto, invirtiendo estratégicamente en ideas, investigación e individuos para dar forma al futuro de la industria del concreto, tal y como ejemplifica el lema “Construyendo el futuro”.

En los últimos veinte años, el Programa de Becas de la Fundación ACI ha experimentado un crecimiento continuo. A lo largo de este periodo, el programa ha proporcionado ayuda económica a más de 330 aspirantes a profesionales del sector, mediante la búsqueda y concesión de becas a estudiantes de gran potencial que siguen diversas trayectorias profesionales en Estados Unidos, Canadá, México, Oriente Medio y el Norte de África.

A principios de 2022, la Fundación inició el proceso de recopilar, reunir y ordenar los datos de las dos últimas décadas relativos a la influencia de su programa de becas. Esto abarca no sólo el impacto en el ACI, sino también en la industria del concreto en su conjunto. La atención se centra en la permanencia general de los becarios de la Fundación ACI en el sector, su continua participación con el ACI, sus contribuciones sustanciales al sector del concreto y los legados de tutoría compartidos entre los beneficiarios.

El Programa de Becas de la Fundación proporciona esencialmente ayuda económica a los estudiantes que lo merezcan para pagar la matrícula y los gastos escolares, junto con una tutoría opcional de la industria. También se invita a los finalistas y becarios a asistir a las Convenciones del ACI durante su ciclo de premios, donde reciben reconocimiento y tienen la oportunidad de establecer contactos.

Teniendo en cuenta que el programa se centra en ofrecer una experiencia integral a los estudiantes y un camino hacia el compromiso con el ACI, no es de extrañar que los datos revelen una tasa global de retención en la industria del 93% para los becarios de la Fundación ACI desde 2002.

Estos galardonados han contribuido enormemente al progreso de la industria y de ACI, trabajando en sectores como la investigación y la educación, la restauración y reparación del concreto, el diseño, la mejora de los códigos y otros documentos. Además, se han convertido en mentores de profesionales de concreto emergentes, y su trabajo, experiencia y dedicación elevan a las comunidades y hacen que el concreto sea seguro y sostenible.

La Fundación se reunió con varios galardonados anteriores para conocer sus trayectorias y escuchar su historia sobre su experiencia de recibir el premio, establecerse en sus carreras, su impacto en la industria del concreto y sus planes para el futuro. Sus historias son las siguientes

### Apoyando a los miembros jóvenes

**Anahid Behrouzi**, beneficiaria de la Beca de la Fundación ACI, ha sido honrada en dos ocasiones, recibiendo la Beca de los Presidentes y el Tributo de la Beca de los Fundadores en 2014 y 2015, respectivamente. Conoció ACI y la Fundación a través de su participación en el Capítulo Estudiantil de ACI en la Universidad de Illinois Urbana-Champaign, Urbana, IL, EE. UU., y de su asesor docente, Daniel Kuchma, profesor de ingeniería civil y medio ambiental en la Universidad de Tufts, Medford, MA, EE. UU., y miembro activo de ACI. Durante su primera Convención del Concreto de ACI, Behrouzi fue presentada a los entonces miembros del Consejo de Becas, Tyler Ley y John Schemmel, que la animaron a seguir participando en los comités de ACI.



“A partir de ahí me enganché”, dijo. “Sentí que confiaban en mí y que me animaban cuando me dedicaban su tiempo. En aquel momento, el ACI S805 [Comité de Actividades para Estudiantes y Jóvenes Profesionales] estaba dirigido por el profesorado, pero John [Schemmel] quería que pasara a estar dirigido por estudiantes, y me pidieron que fuera la secretaria. Sentí que todo el mundo me apoyaba mucho, y realmente tenía un lugar donde se podía oír mi voz”.

Behrouzi es ahora profesora asociada de ingeniería arquitectónica en la Universidad Politécnica Estatal de California, San Luis Obispo,

CA, EE. UU., donde se centra en el concreto armado y la ingeniería antisísmica. Es autora y colaboradora de más de 30 trabajos académicos y artículos de investigación sobre el comportamiento sísmico del concreto armado, la enseñanza de la ingeniería y la diversidad, la equidad y la inclusión (DEI) en el sector de la ingeniería.

Behrouzi ha participado activamente en ACI, donde ha estado trabajando para mejorar el programa de becas de la Fundación. Su objetivo es crear más oportunidades para los estudiantes y animar a la comunidad de ACI a apoyar y elegir a los jóvenes profesionales. Behrouzi también ha realizado valiosas contribuciones al Taller de Profesores de ACI y a la iniciativa Mujeres en ACI.

Behrouzi continuó explicando el impacto no sólo de recibir apoyo financiero de la Fundación ACI, sino también el apoyo profesional en forma de tutoría de la industria, que le proporcionó inspiración y orientación al embarcarse en su carrera en la industria del concreto.

“Ron Klemencic, director general de Magnusson Klemencic Associates, fue mi mentor inicial. A través de él, conocí a Anne Ellis, directora general de Ellis Global. Me considero afortunada de que líderes del sector tan ocupados dediquen tiempo a reunirse conmigo en cada convención. Cuando sientes que formas parte de una familia, naturalmente quieres corresponder a su amabilidad”.

## Permaneciendo involucrado en ACI



“Completar un doctorado es un salto que se da cuando uno no está seguro de tener éxito”, declaró **Tyler Ley**, FACI. “Sin embargo, el apoyo, la inversión y que el ACI creyó en mí fueron realmente significativos”. Mientras estudiaba en la Universidad Estatal de Oklahoma en Stillwater,

OK, EE. UU., Ley asistió a un foro dirigido por un especialista en materiales de concreto, antiguo presidente de ACI e ingeniero del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU., Bryant Mather, que dedicó su carrera y su vida a buscar la excelencia en el concreto. “Conocía el concreto, pero no lo conocía de verdad, y aquella presentación hizo que se me erizara el vello de la nuca durante dos días”, recordó Ley. Como beneficiario de la Beca para Estudiantes de la Fundación 2005-2006, Ley es ahora Profesor Titular de la Cátedra Gilbert, Cooper, W&W Steel de Ingeniería Civil y Medioambiental en la Universidad Estatal de Oklahoma. Además, Ley se enorgullece de ser el exitoso creador de un canal de YouTube centrado en el concreto, [www.youtube.com/tylerley](http://www.youtube.com/tylerley),

cuyo objetivo es educar a personas de todas las edades sobre las maravillas del concreto y la ingeniería.

A lo largo de los años, la Fundación ACI se ha convertido en un mentor esencial para una amplia gama de galardonados. Ha impartido más de 250 charlas técnicas y creado herramientas para evaluar la durabilidad del concreto y la calidad de las mezclas. Como Presidente del Subcomité 211-I del ACI sobre Evaluación de la Granulometría de los Áridos, contribuye activamente en otros nueve comités del ACI. Ley siempre ha reconocido el impacto de sus numerosos mentores a lo largo de su formación y su carrera. “Sigo volviendo a las convenciones de ACI por toda la gente increíble que asiste a las reuniones. He recibido mucha orientación y muchas oportunidades de ACI. Esta tutoría es una parte vital de ACI”, afirmó. Sólo formando parte de la comunidad de ACI se puede uno beneficiar de la tutoría informal mediante la creación de redes de contactos, el intercambio de conocimientos y las oportunidades educativas y profesionales para estudiantes y jóvenes profesionales.

## Enriqueciendo la comunidad a través del diseño

**Kyle Dunning** obtuvo la beca Baker para estudiantes en 2011 y la beca Bertold E. Weinberg en 2012. Trabaja desde hace más de una década en Walter P. Moore, en Austin (Texas, EE. UU.). A lo largo de su carrera, Dunning ha contribuido a numerosos e importantes proyectos de infraestructuras y recientemente ha asumido el cargo de director de la empresa. Reflexionando sobre su trabajo, expresó: “Lo que me resulta más gratificante es el impacto personal que puedo tener en el entorno construido que me rodea. Austin, al ser un mercado muy activo, ofrece una amplia gama de oportunidades de construcción a las que puedo contribuir. Desde áreas universitarias a estadios de fútbol, juzgados y hospitales, estos proyectos a gran escala con los que el público interactúa a diario son ideales para añadir valor a la comunidad y mejorar sus vidas. Ser capaz de innovar en el diseño estructural a la vez que se proporcionan estructuras seguras y fiables es realmente satisfactorio.”



Dunning cree que su logro profesional más significativo hasta la fecha ha sido trabajar como ingeniero estructuralista y de diseño en el Hospital Infantil de Texas en Austin, que abrió sus puertas en febrero de 2024. “Ser testigo del viaje desde la fase inicial de diseño e innovación hasta la construcción,

y ver ahora a enfermeras y médicos probando ya el espacio en preparación para su apertura, es realmente estimulante”, dijo. Dunning también es miembro de un comité interno de sostenibilidad en Walter P. Moore, que explora temas de investigación como los sistemas nuevos y futuros para el concreto, los agregados reciclados y el seguimiento general de la huella de carbono para los diseños de la empresa. “Se trata de averiguar qué es alcanzable y qué podemos poner en práctica. El sector de la construcción se siente muy cómodo con el statu quo, así que proponer un cambio en el proceso e introducir algo nuevo puede resultar aterrador. Pero también puede ser inmensamente gratificante. Uno de mis objetivos es seguir presionando a los responsables de la toma de decisiones y del financiamiento de proyectos para que prueben cosas nuevas y, con suerte, cosechen los frutos”.

## Contribuyendo a la Sostenibilidad a través de la Reparación



En 2015, **Heather Todak** obtuvo una beca de la Fundación ACI como estudiante de postgrado en la Universidad Purdue de West Lafayette, IN, EE. UU. Poco después, empezó a trabajar como asociada en Wiss, Janney, Elstner Associates, Inc. (WJE). “Mi implicación con el ACI comenzó cuando empecé mi carrera en WJE, y como joven asociada, la empresa me apoyó mucho haciéndome participar en comités técnicos desde el principio”, dijo. “Mi investigación de posgrado se centró en el uso de ensayos no destructivos (END), que es el aspecto de mi trabajo que más me apasiona. En los primeros años de mi carrera, participé en el Comité 228 del ACI, Ensayos No Destructivos del Concreto, así como en comités y subcomités técnicos relacionados. Mirando hacia atrás, creo que esta implicación ha contribuido a dar forma a toda mi carrera. Ahora, los END son una parte importante de mi práctica profesional, y colaboro activamente en varios comités y subcomités técnicos que se centran en los END y la reparación del concreto”, declaró Todak. Todak también preside el Subcomité 228-B del ACI, Inspección Visual de las Condiciones del concreto, que preparó el nuevo ACI PRC-228 a finales de 2023.

En la evaluación no destructiva, una parte importante de nuestro trabajo consiste en conocer en profundidad las condiciones internas o los defectos potenciales que no son visibles. Me he encontrado con situaciones difíciles en algunos proyectos en los que los propietarios o contratistas de los edificios

se han puesto en contacto con nosotros, y hemos identificado con éxito el alcance de un problema y aplicado una estrategia de reparación fiable. En muchos casos, la alternativa sería la demolición y la reconstrucción. Poder utilizar estas técnicas para evitar importantes residuos de concreto es una satisfacción personal”, afirmó.

Participa activamente en el Consejo de Becas de la Fundación ACI, en el Comité C691 del ACI - Certificación de Especialista en Concreto No Destructivo, y en el Comité E905-TG1 del ACI - Documento GPR, para el desarrollo de un manual de certificación de radar de penetración terrestre (GPR), entre otros. Todak también colabora con Women in ACI y es miembro del consejo y Presidenta del Comité de Premios del Concreto de la Sección Sur de California del ACI.

Involucrar a los jóvenes asociados en ACI es crucial para que adquieran conocimientos específicos, amplíen su red de contactos y mantengan nuestra comunidad global que colabora para generar información sobre el uso óptimo del concreto. “Participar en ACI te ayuda a dar a conocer tu nombre junto a algunas de las personas más influyentes y las mentes más brillantes en tu área de interés. Conectar con esa comunidad no tiene precio para una carrera de éxito y puede ayudar a orientar tu trabajo en la dirección que más te apasione”, subrayó Todak.

## Actualizando códigos para contribuir a la seguridad

**Kevin Mueller** recibió la Beca Kumar Mehta para el concreto Sostenible en 2009 y 2010. Esta ayuda económica le permitió ampliar sus estudios en la participación del ACI y formar parte del trabajo que le apasionaba, en particular la mejora de los códigos. “Empecé a asistir a las reuniones del Comité 216 [ACI-TMS], Resistencia al Fuego y Protección contra Incendios de las Estructuras, al principio de mis estudios de postgrado y continué una vez que me gradué. Ahora soy el Presidente. Mi primer trabajo fue en una empresa de diseño de protección, donde diseñaba para explosiones e impactos de vehículos y otras cargas extremas en edificios. Eso me llevó a involucrarme con la comunidad de explosiones en ACI, donde me uní al Comité 370 [ACI], Efectos de la Carga de Explosión e Impacto. Las cosas se complicaron a partir de ahí”, dijo.



Además de formar parte del Comité 133 de ACI, Reconocimiento de Catástrofes, fue invitado a contribuir al Subcomité 562-F del ACI, Incendios,

mientras revisaban el código. Mueller también forma parte del Consejo de Becas de la Fundación ACI: “Es una vía perfecta para ayudar a devolverle algo al ACI”.

“Utilizar las convenciones durante los estudios de posgrado y aprovecharlas para avanzar en mi carrera”. Mueller trabaja actualmente como asociado en Thornton Tomasetti, especializado en protección extrema y diseño de impactos en estructuras de concreto, como explosiones, impactos e incendios. Ha sido consultor en proyectos de todos los sectores, incluida una importante investigación de defensa en Pantex y la Estación Naval de Armas Aéreas de China Lake. “Todas las empresas que veo representadas [en las convenciones de ACI], para mí, son las mejores del país. Cuando no las ves representadas, te hace preguntarte por qué no participan y por qué no intentan estar a la vanguardia.

Para formar parte de esta industria, tienes que ayudar a apoyar el otro lado de la misma, que es todo el trabajo del comité técnico, las guías, las normas y los códigos”, dijo Mueller.

## Involucrando a jóvenes profesionales



### Álvaro Ruiz Emparanza,

beneficiario de la Beca del Presidente del ACI en 2019, comenzó su trayectoria educativa en España y Alemania antes de trasladarse a Estados Unidos para cursar su doctorado en la Universidad de Miami, en Coral Gables, FL.

Emparanza da crédito a sus asesores, Antonio Nanni, actual presidente de ACI, y Francisco De Caso, director del Centro de Estructuras y Materiales de la Universidad de Miami, por animarle a involucrarse en actividades más allá de su investigación. Destacaron la importancia de establecer contactos y participar en organizaciones profesionales para tener un impacto en el mundo real. Poco después de trasladarse a Florida, bajo la tutoría de Nanni y De Caso, Emparanza se convirtió en miembro estudiante del ACI y fue invitado a presentar su investigación en la Convención del Concreto del ACI en otoño de 2017. Desde entonces, nunca ha perdido la oportunidad de asistir.

Emparanza ha dedicado su temprana carrera muy involucrado con el Comité de Desarrollo de la Fundación ACI, el Comité de Actividades para Estudiantes y Jóvenes Profesionistas del ACI, y ocho comités adicionales del ACI, incluyendo ACI 440, Refuerzo con Polímeros Reforzados con Fibras. Ha trabajado extensamente con el Subcomité del Consejo de Becas de la Fundación ACI, Promoción de Premios y Participación Estudiantil, para refinar su

programa de mentores. Actualmente es Presidente del Subcomité ACI S806, Actividades para jóvenes miembros.

Como joven profesional activo, compartió lo que considera el mejor consejo para los estudiantes que quieran afianzarse en el ACI y en el sector: “Si tus asesores te dan la oportunidad de asistir a las convenciones del ACI, elige los comités que más se ajusten a tus intereses y asiste a sus reuniones; siéntate delante, interactúa con el presidente del comité y ten la disponibilidad para contribuir”.

“Al fin y al cabo, son los más jóvenes los que dirigirán el Instituto. Tienes que demostrar esa disposición a estar presente y contribuir”, aconsejó Emparanza.

## Apoyando a los estudiantes actuales

**Dana Tawil**, beneficiaria de la Beca Conmemorativa Daniel W. Falconer 2023, es estudiante de tercer año de investigación doctoral en Ingeniería Estructural en la Universidad de Ottawa, Ottawa, ON, Canadá. Su pasión es la restauración del concreto y deja que sus intereses guíen su carrera.



“No se trata sólo de diseño. No se trata sólo de ser innovador; tienes que sentir pasión por lo que haces, de lo contrario no querrás progresar ni seguir avanzando. Cuanto más apasionado seas, más significativa será tu investigación”, afirmó Tawil.

Actualmente, Tawil tiene tres supervisores para su investigación: Beatriz Martín-Pérez, de la Universidad de Ottawa, miembro del Comité 222 del ACI sobre Corrosión de Metales en el Hormigón; y Martin Noël y Leandro Sánchez, también de la Universidad de Ottawa, que han animado y apoyado su esfuerzo por solicitar una beca de la Fundación ACI.

“Cuando recibí este premio, sentí una gran responsabilidad. Siento que tengo el deber de seguir avanzando en este campo porque puedo ver cuánto esfuerzo dedica la gente a crear y apoyar estos premios”, declaró.

El premio que recibió Tawil también iba acompañado de unas prácticas en el Departamento de Ingeniería de ACI, que finalizaron en noviembre de 2023. “Mis prácticas en el ACI fueron un viaje revelador que superó mis expectativas. Viniendo de una formación muy arraigada en el diseño y la investigación del concreto, los retos que surgieron durante las prácticas fueron diversos y estimulantes. Además de contribuir al desarrollo de un software de inteligencia artificial para recuperar información de los documentos del ACI, participar en las reuniones de los comités me proporcionó un

profundo conocimiento de los procesos detallados que tienen lugar entre bastidores antes de que se publique la información. Esta exposición amplió mi perspectiva y me permitió apreciar los exhaustivos esfuerzos que se realizan para dar forma a nuestras normas y a los avances del sector. Todos los aspectos de las prácticas contribuyeron realmente a mi crecimiento profesional”, afirmó Tawil.

“Dana fue un gran activo para el Departamento de Ingeniería durante su estancia en ACI”, dijo Mike Tholen, Director General de Operaciones Técnicas de ACI.

“Una de sus tareas era evaluar un software de inteligencia artificial que pudiera ayudar a ACI escaneando documentos de ACI para responder a preguntas técnicas.

Dana compartió eficazmente su trabajo tanto con el equipo de ingeniería como con el personal informático, lo que nos permitió ofrecer valiosos comentarios al desarrollador del software para mejorar el producto. En el poco tiempo que Dana estuvo con el ACI, demostró ser un valioso activo para el equipo, y esperamos verla en futuras convenciones.

## Mejorando nuestros sistemas de infraestructura



**Robert Moser**, beneficiario de la Beca de la Fundación W.R. Grace en 2008, ha sido invitado recientemente a formar parte del Consejo de Becas. Reflexionando sobre su trayectoria, Moser se dio cuenta de que es miembro de ACI desde hace casi 20 años. La dedicación de sus profesores a ACI le inspiró a participar. También mencionó que el ACI ofrece afiliación gratuita a los estudiantes, que deberían aprovecharla para acceder a recursos y a una comunidad de apoyo que se alinea con sus intereses técnicos y profesionales.

Moser recibió una beca de la Sección de Georgia del ACI al mismo tiempo que la beca de la Fundación. Fue durante este tiempo cuando le presentaron al entonces presidente de ACI, David Darwin. Actualmente colaboran en proyectos de resiliencia de presas de concreto.

En la actualidad, Moser trabaja como Director Científico Técnico Senior en el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingenieros (ERDC), la rama de investigación y desarrollo del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos.

Estamos especializados en diversos campos, como sistemas de infraestructuras, sistemas medioambientales, energía, protección de fuerzas,

ingeniería ártica, actividades de construcción, cartografía geoespacial y tecnología de teledetección para otros departamentos federales, concretamente el Departamento de Defensa. Trabajo en el Laboratorio de Geotecnia y Estructuras, donde nos centramos principalmente en la construcción, los materiales y la ingeniería estructural. A lo largo de los años, del edificio Katharine y Bryant Mather, donde empecé, han salido figuras notables de la comunidad del concreto, incluidos antiguos dirigentes del ACI. Tenemos un gran interés en colaborar con el ACI. La mayoría de nuestras referencias proceden de ACI, y muchas de las cosas que hacemos en nuestra práctica de la construcción o desarrollamos a través de nuestros programas de I+D requieren al ACI como conducto para tener un impacto mucho más amplio”, dijo Moser.

El concreto y las infraestructuras no son sólo la carrera de Moser, sino también su pasión.

“Oyes la estadística todo el tiempo: el concreto es el segundo material más utilizado en el mundo, justo después del agua. En algún lugar del mundo hay una yarda cúbica de concreto dedicada a su existencia, desde la carretera por la que has conducido para ir al trabajo, hasta las tuberías y servicios públicos que llevan agua a tu casa para lavarte los dientes por la mañana, pasando por los puentes y estructuras de protección que están en lugares peligrosos del mundo, protegiendo la vida de nuestros soldados, y las presas hidroeléctricas que proporcionan energía limpia. El concreto está en todas partes y hace posible todo lo que hacemos. Y aunque todo el mundo tiene ideas brillantes sobre cosas que podemos hacer con otros materiales, etc., no hay nada que vaya a sustituir lo que hace el concreto. El concreto del futuro puede parecer un poco diferente, pero no hay nada que vaya a sustituir al concreto”.

Elegido por los editores por el interés de los lectores.

Título original en inglés:  
Industry Impact, Part 1

La traducción de este artículo  
correspondió al Capítulo  
de México Sureste



*Traductora:*  
**Ing. María Jesús  
Domínguez Ramos**



*Revisor Técnico:*  
**Mtro. Joseph Eli  
Mandujano Zavala**

# 02

## Celebrando una Década de Ganadores del Premio a la Excelencia en la Construcción de Concreto del ACI

De una idea de mesa redonda a un éxito internacional

En un mercado global donde las demandas económicas, ambientales y estéticas evolucionan rápidamente, los Premios ACI a la Excelencia en la Construcción de Concreto promueven el crecimiento general de la industria del concreto alentando soluciones constructivas creativas y el uso de nuevas tecnologías. La sugerencia original para que ACI organizara un programa de premios basado en proyectos surgió en febrero de 2011, durante una de las mesas redondas de los Capítulos del Instituto. El Capítulo de Washington de ACI ya había establecido los Premios a la Excelencia en la Construcción de Concreto, y Bruce Chattin, Director del Capítulo de ACI de Washington, quería proporcionar otro nivel de competencia para proyectos ingresados en programas de premios de Capítulos y Estados.

“Queríamos aumentar el número de presentaciones que estábamos recibiendo para nuestro programa local, y proporcionar el siguiente nivel de competencia nacional a través de ACI sería un buen incentivo. Dar a los participantes una manera de ‘subir de nivel’ y obtener reconocimiento nacional parecía una forma de aumentar la participación. También pensamos que habría un beneficio a nivel nacional al poder mostrar la construcción de concreto de todo el país”, dijo Chattin.

En abril del mismo año, la idea fue presentada al Comité de Actividades de los Capítulos de ACI (CAC) en su reunión durante la Convención de Concreto ACI – Primavera 2011 en Tampa, FL, EE.UU. “Establecer un programa de premios nacional parecía una buena manera de generar sinergia entre la sede de ACI y sus Capítulos”, dijo Dawn Miller, Directora Ejecutiva del Capítulo de ACI Las Vegas y del Capítulo de ACI Rocky Mountain, quien era la presidenta del CAC en ese momento. “Y era una manera de estimular el interés y elevar los esfuerzos y presentaciones locales”.

Se formó un Grupo de Trabajo de Premios de Concreto de Capítulos Nacionales para evaluar la viabilidad de un programa de premios y para

investigar y desarrollar una propuesta. El Grupo de Trabajo solicitó ideas a los miembros del CAC en el otoño de 2011, y Rita Madison, Directora Ejecutiva de la Asociación de Concreto Premezclado de Arkansas y Tesorera del Capítulo de ACI Arkansas, presentó la idea de un evento de gala formal.

“Recientemente había asistido al Campeonato de Conductores de la Asociación Nacional de Concreto Premezclado en San Diego, CA, cuando nuestro ganador local, Larry Lowe, Campeón de la Competencia de Conductores de la Asociación de Concreto Premezclado de Arkansas, fue invitado a participar a nivel nacional,” dijo Madison.

“Fue realmente un honor, ya que Lowe nunca había viajado más allá de Hot Springs, AR. ¡El evento fue espectacular! La vestimenta era de gala, y los conductores llevaban las camisetas de su empresa. Quedamos impresionados por las excelentes entrevistas en video de los ganadores, la entrada por alfombra roja y la deliciosa comida. Para rematar, Larry ganó a nivel nacional. El evento me llenó de asombro, y pensé que sería genial hacer algo similar para los premios de proyectos de ACI cuando el CAC mencionó que estaban buscando ideas. Nunca soñé que sería tan grandioso como lo es hoy. Es asombroso pensar que es internacional, y la escala de ello. Simplemente sigue mejorando cada vez más.”

El Grupo de Trabajo del Premio Nacional de Concreto de los Capítulos acordó que la presencia de un evento de gala generaría energía y emoción para el programa de premios en general, y si esto pudiera lograrse involucrando a Capítulos y socios internacionales, sería un éxito.

“Desarrollar un programa de premios nacionales fue visto como una manera de proporcionar un marco para que los Capítulos locales y los socios internacionales siguieran al crear sus propios programas”, dijo Chris Forster, anterior presidente de CAC y del Grupo de Trabajo del Premio Nacional de Concreto de los Capítulos. “El tiempo ha demostrado que este fue un enfoque exitoso. Los Capítulos de ACI y los grupos de socios internacionales han creado programas de premios, o mejorado los existentes, para complementar el evento anual de ACI. Esto incluye invitar a oradores a sus ceremonias de premiación, invertir en fotografía de calidad y más. Sus esfuerzos han sido recompensados con una mayor participación y un mayor involucramiento de los miembros.”

“Los programas de premios locales han visto un aumento en la participación desde que comenzó el programa nacional; es un gran motivador. Los miembros del equipo en proyectos ganadores están emocionados de ser representados a nivel

nacional en la gala de ACI. Algunos Capítulos incluso traen estudiantes a la gala, inspirando a la próxima generación y mostrándoles en qué podrían aspirar a involucrarse”, dijo Miller.

Mientras que el ACI ya tenía un Comité de Honores y Premios (H&A) en el momento en que se investigaba el programa nacional, el desarrollo de programas de premios basados en proyectos quedaba fuera del alcance de ese comité, cuya responsabilidad era la orientación y coordinación de varios Subcomités H&A. Sin embargo, el Comité H&A aprobó unánimemente el establecimiento de un nuevo programa de premios basado en proyectos durante su reunión de invierno de enero de 2012.

## Comité de Premios de Proyectos Internacionales

Un nuevo Grupo de Trabajo para Premios de Proyecto fue formado posteriormente, con miembros representando varios comités clave de ACI: Actividades de Capítulos, Marketing (no activo), Ejecutivo y Convención (no activo).

Durante los siguientes 2 años, el Grupo de Trabajo para Premios de Proyecto investigó el desarrollo de un programa basado en proyectos a nivel del Instituto que involucraría a los Capítulos de ACI y socios internacionales. Uno de sus objetivos iniciales era establecer la estructura y alcance del programa de premios.

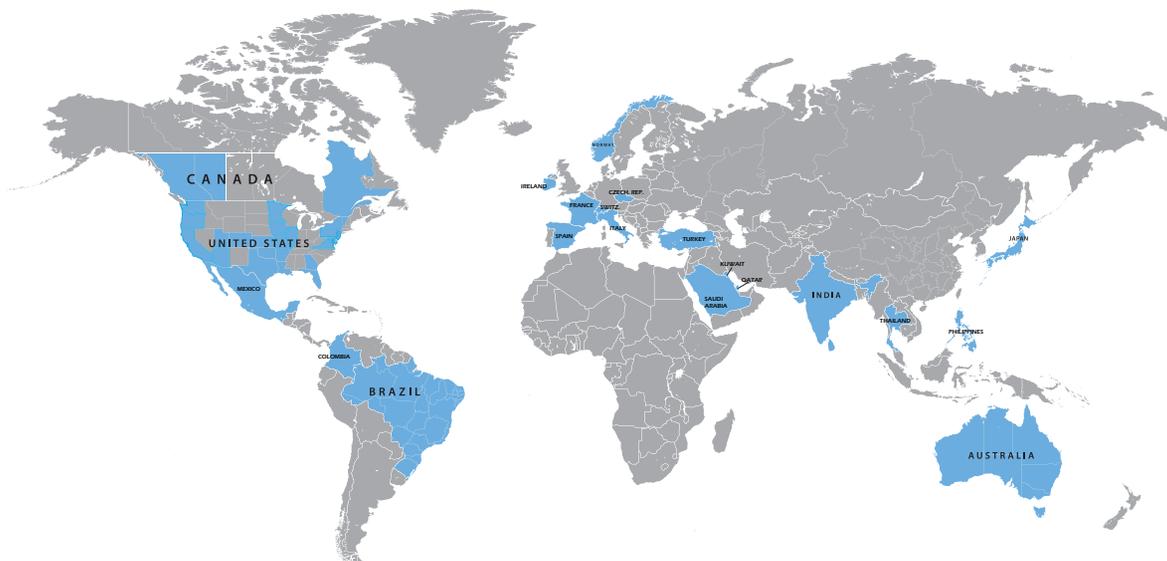
El grupo de trabajo decidió crear categorías de premios basadas en el tipo de edificio”, dijo Michael J. Paul, ex presidente del Comité de Premios de Proyectos Internacionales (IPAC). “Llegamos rápidamente a un consenso sobre esto, ya que la categorización por tipo de edificio es un enfoque

común y práctico utilizado por varios programas de premios de construcción. Los criterios de evaluación debían depender en gran medida de los valores que ACI considera importantes, como la sostenibilidad del proyecto, el impacto social y la eficiencia.”

Para el momento de la Convención de Concreto de ACI – Primavera 2013, celebrada en Minneapolis, MN, EE. UU., el grupo de trabajo estaba desarrollando la idea de una gala de premiación que se llevaría a cabo cada año en la convención de otoño de ACI. Durante los siguientes meses, se finalizaron los detalles para el programa de Premios a la Excelencia en Construcción de Concreto de ACI, y la propuesta del grupo de trabajo y la declaración de impacto financiero fueron aprobadas por la Junta de Dirección de ACI en la Convención de Concreto de ACI de otoño en Phoenix, AZ en EE. UU., el 24 de octubre de 2013.

En este punto, la propuesta fue pasada al recién creado Comité IPAC a nivel de Junta, que incluía a los presidentes de los Comités de Marketing, Actividades de Capítulos y Convenciones de ACI. IPAC celebró su primera reunión en la Convención de Concreto de ACI – Primavera 2014 en Reno, NV, EE. UU. Se lanzó el primer ciclo de premios y, el 9 de noviembre de 2015, en la Convención de Concreto de ACI de otoño en Denver, CO, EE. UU., se organizó la gala inaugural de los Premios a la Excelencia en Construcción de Concreto de ACI.

El programa de Premios a la Excelencia en la Construcción de Concreto se ha convertido en algo más grande y mejor de lo que podría haber imaginado, incluso llegando a ser internacional”, dijo Chattin. “Ha sido muy emocionante mostrar proyectos de construcción de todo el mundo. El formato que ACI ha desarrollado a lo largo de los



Hasta la fecha, proyectos de 21 países, incluyendo un total de 55 provincias y estados, han sido reconocidos por el programa de Premios a la Excelencia en la Construcción de Concreto de ACI.

años se ha convertido en un buen modelo a seguir tanto para grupos nacionales como internacionales. En Washington, hemos replicado varias de sus estrategias, desde rediseñando nuestro logotipo, alineando nuestras categorías y estilizando nuestro video similar al que se crea cada año para la gala. ACI ha hecho un trabajo excepcional”.

“Personalmente, estoy asombrado, y profundamente satisfecho, de ver en lo que se convirtieron los esfuerzos de nuestro primer grupo de trabajo. Hoy en día, el programa de premios no solo reconoce el uso excepcional del concreto en todo el mundo, sino que también empodera a ACI a nivel de Capítulos y socios internacionales”, dijo Paul.

“El programa sigue creciendo y, con el enfoque cambiando hacia la participación de toda la industria, demuestra que ACI cumple su lema ‘Siempre avanzando’”, dijo Forster.

## Donde estamos hoy

“En 2015, tuvimos 63 inscripciones”, dijo John Conn, Director de Actividades de Capítulos de ACI. “El año pasado, superamos las 100 inscripciones. Las categorías y los jueces se han aumentado para satisfacer la demanda, y la gala en sí es verdaderamente una noche extravagante que honra a equipos de proyectos de todo el mundo. Hasta la fecha, hemos premiado proyectos de concreto de 21 países y un total de 55 provincias o estados. Este año agregamos una categoría de ‘Puentes’. El proyecto simplemente sigue creciendo.”

## Como nominar un proyecto

Puede nominar su proyecto pagando una cuota de nominación no reembolsable de \$500. La cuota ayuda a cubrir los costos administrativos y permite que el programa continúe creciendo. Esta cuota se exime para proyectos nominados por un Capítulo de ACI o un socio internacional.

Se declaran ganadores de primer y segundo lugar en ocho categorías, con un proyecto seleccionado para recibir el Premio de Excelencia General. La gala de premios anual, con el anuncio de los ganadores, se llevará a cabo durante la Convención de Concreto de ACI de otoño en Filadelfia, PA, EE. UU., el 4 de noviembre de 2024.

Las inscripciones para los Premios de Excelencia ACI 2024 vencen el 29 de abril de 2024. Para nominar un proyecto, visite [www.aciexcellence.org](http://www.aciexcellence.org).

Título original en inglés:

## Celebrating a Decade of ACI Excellence in Concrete Construction Award Winners.

From a roundtable idea  
to an international success

## La traducción de este artículo correspondió al Capítulo de Ecuador Centro y Sur



Traductor:  
**Jorge Campoverde**



Revisor Técnico:  
**Ing. Santiago  
Vélez Guayasamín,  
MSc DIC**

# 03

## Intersección del Arte Comprometido Socialmente, el Concreto y la Acción Climática

Por Adam Roberti, Xavier Cortada, y Francisco De Caso



Fig. 1: Instalación de Xavier Cortada  
"Underwater Elevation Sculpture: 10"

El concreto, es inevitable, está en todos lados. Encontrado en edificios, caminos, veredas, puentes y estructuras subterráneas, es utilizado en prácticamente cada estructura imaginable. Por lo tanto, no es sorprendente que el concreto sea el material fabricado por el hombre más utilizado del planeta y que se proyecte que su uso se incremente aún más como consecuencia del desarrollo global. Por otra parte, la producción del cemento y el concreto genera el 8% del total de emisiones antropogénicas mundiales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En Estados Unidos la producción de cemento es responsable por el 1.5% de todas las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el hombre. Estas emisiones se deben especialmente al clinker, el principal material utilizado para la producción de cemento, con una generación de aproximadamente 900 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada de clinker (1800 lb por tonelada).

Aunque el concreto y el cemento siguen siendo materiales de construcción con intensidades energéticas relativamente bajas, allanar el camino hacia una industria del cemento y el concreto más sostenible es uno de los focos de la hoja de ruta de la descarbonización para el 2050. Algunos ejemplos incluyen:

- <https://gccassociation.org/concretetofuture/our-path-to-net-zero/>;
- [www.cement.org/sustainability/roadmap-to-carbon-neutrality](http://www.cement.org/sustainability/roadmap-to-carbon-neutrality);
- <https://missionpossiblepartnership.org/explorer-tools/concrete-and-cement-net-zero-explorer/>;
- <https://cembureau.eu/library/reports/2050-carbon-neutrality-roadmap/>; and
- [www.ficem.org/revista-concreto-y-cemento-2017/mobile/index.html#p=25](http://www.ficem.org/revista-concreto-y-cemento-2017/mobile/index.html#p=25).

Este camino no es nuevo. En las últimas décadas los fabricantes de cemento de EE. UU. han disminuido la energía utilizada para producir una tonelada de cemento en aproximadamente un 40%. Si bien se están llevando a cabo numerosas estrategias para

lograr la neutralidad de carbono, la implementación de aglutinantes alternativos y materiales cementantes suplementarios (SCMs) está jugando un papel clave en una reducción significativa de las emisiones. Como ejemplo de SCMs, el cemento de escoria, el metacaolín, la arcilla calcinada y la piedra caliza pueden reemplazar al clinker, reduciendo las emisiones de carbono en el concreto sin comprometer su resistencia y durabilidad<sup>1-3</sup>. En tanto se implementan estos avances hacia un concreto de bajo carbono, la pregunta que nos surge es: ¿cómo podemos comunicarnos e involucrarnos en forma efectiva con la comunidad? El sur de Florida en EE. UU., en el epicentro de los desafíos climáticos, ha proporcionado una respuesta a esta pregunta, ¿cómo un artista local en colaboración con ingenieros e investigadores en pos de la participación comunitaria, la educación ambiental y el cambio de políticas ha podido utilizar la versatilidad del concreto para demostrar el papel que desempeña esta industria con relación a los desafíos del cambio climático?

La respuesta: "The Underwater: Miami-Dade Parks", una instalación permanente de arte interactivo de esculturas en bajorrelieve de hormigón sustentable que se están desarrollando en los 287 parques del condado de Miami-Dade en Florida (Fig. 1). Esta iniciativa encabezada por Xavier Cortada, un artista residente del condado de Miami-Dade y profesor de la Universidad de Miami, es una colaboración entre la Fundación Xavier Cortada, el alcalde del Condado de Miami-Dade, el Departamento de Parques, Recreación y Espacios Abiertos del Condado de Miami-Dade, el Centro de Materiales y Estructuras de la Universidad de Miami y un conjunto de socios de la industria privada. Este artículo resalta la necesidad de enfoques innovadores para la mitigación y la adaptación al cambio climático, muestra como el concreto sostenible puede ayudar a la transición hacia la descarbonización de la industria del hormigón y el cemento, introduce la historia y

el proceso colaborativo detrás del proyecto “The Underwater: Miami-Dade Parks” y señala el poder de las asociaciones interdisciplinarias para promover soluciones efectivas hacia la resiliencia climática.

## Elevación del nivel del mar en el Sur de la Florida

Según el Informe técnico de la “National Oceanic and Atmospheric Administration” del 2022 sobre el aumento del nivel del mar, de no producirse una reducción de las emisiones globales de dióxido de carbono se produciría un aumento del nivel del mar de hasta 2 m (7 pies) para el año 2100<sup>4</sup>. Sin una rápida reducción de las emisiones, estas proyecciones podrían significar una catástrofe para los residentes del sur de Florida, una región con una elevación promedio de sólo 1,8 m (6 pies). Edificados sobre roca caliza porosa, la mayor parte de los condados de Broward, Miami-Dade y Monroe podrían quedar inundados en forma permanente. Aún antes de que se produzcan estas inundaciones generalizadas, los gobiernos locales deberán encontrar una solución a la intrusión de agua salada en el acuífero de Biscayne, la única fuente de agua potable para millones de personas en el sudeste de Florida.<sup>5</sup> Finalmente, el calentamiento de los océanos también dará origen a un aumento de la frecuencia de huracanes y tormentas fuertes, causando estragos en las comunidades costeras.

A pesar de este panorama sombrío, no existe aún una preocupación generalizada en la comunidad ni tampoco una planificación de largo plazo por parte de los funcionarios responsables. Muchas personas continúan migrando a la región, invirtiendo activamente en áreas vulnerables, impulsando a

los desarrolladores a construir en terrenos más altos, aumentando el valor de las propiedades y contribuyendo a la gentrificación climática.

## “The Underwater” (Bajo el Agua)

Con la creación de la “Underwater Homeowners Association”<sup>6</sup>, el artista Xavier Cortada buscó generar conciencia y acción en torno a los problemas generados por el aumento del nivel del mar en Miami. La “Underwater HOA” es un proyecto de arte comprometido socialmente que, utilizando datos de la elevación sobre el nivel del mar de distintos sitios y mediante la creación de letreros y pinturas artísticas en viviendas y cruces de calles, permite llamar la atención sobre la vulnerabilidad del área al aumento del nivel del mar, incentivando la participación de los vecinos en reuniones mensuales sobre el tema. En efecto, mediante una aplicación desarrollada por el Centro GIS de la “Florida International University”, los propietarios pudieron determinar la elevación de sus casas sobre el nivel del mar e instalar a partir de esa información una escultura o señal artística “Underwater” en el frente de su vivienda (Fig. 2). A su vez, estas instalaciones permitieron despertar la curiosidad de otros vecinos, amigos y familiares en relación con el número mostrado en la señal, cuyo significado resultaba desconocido para aquellos que no estuvieran familiarizados con el proyecto. A partir de esta curiosidad, los participantes del proyecto tuvieron la oportunidad de educar a otros ciudadanos sobre los impactos locales del aumento del nivel del mar y motivarlos para unir esfuerzos destinados a la protección de la comunidad.

Los carteles en los frentes y las intersecciones de calles muestran como telón de fondo dibujos con una



Fig. 2: Un cartel del “Underwater HOA” instalado en el frente de una casa en Pinecrest, FL.



Fig. 3: “Underwater HOA” de Cortada en una intersección de calles, elevación: 7

descripción artística del derretimiento de los hielos antárticos realizados por Cortada en el 2007 (Fig. 3). Estas intervenciones de arte público ayudan a crear conciencia, invitando a toda la comunidad a unirse a las reuniones y debates del “Underwater HOA” en relación con el abordaje colectivo de la amenaza del aumento del nivel del mar. Más información se encuentra disponible en [www.cortadafoundation.org/underwater/intel](http://www.cortadafoundation.org/underwater/intel).

En 2022, a medida que el proyecto amplió su público objetivo desde propietarios de viviendas a todos los residentes del condado de Miami-Dade, el “Underwater HOA” evolucionó a “The Underwater”. El equipo de la Fundación Cortada lanzó la iniciativa asistiendo a más de 80 clases en el Miami Senior High School, el alma mater de Cortada, ofreciendo presentaciones interactivas de 90 minutos sobre el cambio climático, la vulnerabilidad de Miami al aumento del nivel del mar y la forma de impulsar la acción climática en la Pequeña Habana (Figura 4). Cada uno de los más de 2000 estudiantes pudo descubrir la elevación de su casa sobre el nivel del mar y representar ese número en un letrero. Luego se les pidió a los estudiantes que llevarán el cartel y lo colocaran en el frente de su casa, en su patio delantero o ventana. También se invitó a los estudiantes a explorar “Underwater Intel”, un centro de recursos con videos, podcasts, sitios web y artículos para aprender más sobre la crisis climática en [www.cortadafoundation.org/underwater/intel/](http://www.cortadafoundation.org/underwater/intel/).

## Parques de Miami-Dade y Esculturas en Bajorrelieve de Hormigón Sostenible

A principios de 2023, mientras “The Underwater” seguía creciendo, Cortada buscó formas adicionales de llegar a los habitantes de Miami con un arte duradero y llamativo. Poco tiempo después de haber sido nombrado “artist-in-residence” del condado, propuso crear una instalación de arte interactiva permanente de esculturas en bajorrelieve basadas en datos en los 287 parques de Miami-Dade para ayudar a los residentes del condado a comprender su vulnerabilidad frente a la elevación del nivel del mar. Específicamente, su intención era influir sobre las comunidades de la parte occidental del condado que debido a estar asentadas en terrenos de similar elevación son tan vulnerables al aumento del nivel del mar como los residentes más cercanos a la costa, pero que son mucho menos conscientes del riesgo debido a su mayor distancia del océano.

Inicialmente y tal como lo había hecho en otras oportunidades con sus obras de arte al exterior, Cortada pensó en utilizar cerámica o concreto como



Fig. 4: Estudiantes del “Miami Senior High School” posando con los carteles del proyecto “The Underwater”.

material para estas esculturas permanentes en los parques. Sin embargo, después de conversaciones con Francisco De Caso, investigador principal del Departamento de Ingeniería Civil y Arquitectónica de la Universidad de Miami, el enfoque de Cortada se centró en el concreto sustentable como forma de sumar una capa conceptual adicional a la instalación. De esta manera, no sólo informaría sobre la topografía de la comunidad con su arte, sino que también usaría las instalaciones como plataforma para avanzar en la investigación y desarrollo en una industria que todavía puede reducir significativamente su participación en la generación de gases de efecto invernadero. Durante su trabajo en conjunto, Cortada se interiorizó de la importancia de la hoja de ruta hacia la descarbonización de la industria del cemento y el concreto.

Cortada quedó particularmente impresionado por las múltiples dualidades del concreto. Puede ser liso como el vidrio o áspero como el papel de lija. Fluye como un líquido y luego se endurece como una roca. Puede durar milenios o desmoronarse prematuramente debido a la corrosión interna del acero. Cortada y De Caso rápidamente se dieron cuenta de que estas dualidades podrían llevar el proyecto “The Underwater” a una fase más innovadora, al tiempo que permitía poner el foco en la descarbonización de la industria del concreto y el cemento.

El objetivo del proyecto es revelar, de manera creativa, la vulnerabilidad del condado al aumento del nivel del mar, catalizar la participación de los residentes en acciones colectivas y generar un diálogo sobre la relación entre el cambio climático y la infraestructura actual, así como el papel que desempeñan el concreto y el cemento en la ruta hacia la neutralidad de carbono del planeta. Cada una de las esculturas de hormigón sostenible representa, en forma artística y con un número tridimensional, la elevación sobre el nivel del mar de cada sitio en pies (Fig. 5).



En asociación con el personal y los estudiantes del Laboratorio de Estructuras y Materiales de la Universidad de Miami, las esculturas se fabrican a partir de una mezcla con una matriz de SCMs, con agregados reciclados y agua salada de la Bahía de Biscayne, reduciendo significativamente la huella de carbono en comparación con las mezclas de concreto habituales. Las esculturas también están reforzadas con barras de polímero reforzado con fibra (FRP) no metálicas, lo que asegura aún más la sostenibilidad y durabilidad de la escultura.

Es importante destacar que escaneando los códigos QR en las esculturas cualquier persona puede averiguar la elevación sobre el nivel del mar de su propia casa y obtener un cartel con la potencial profundidad bajo el agua para colocar en frente de su casa. De esta forma se une a la instalación artística de todo el condado y ayuda a crear conciencia de los riesgos para sus viviendas. El proyecto también alienta a los vecinos a compartir fotografías y vídeos de las esculturas en las redes sociales.

Mientras se fabricaban las esculturas, la Fundación Cortada coordinó con el “Miami-Dade County Department of Parks, Recreation, and Open Spaces” un programa educativo en torno a la instalación de cada escultura de concreto sostenible. Con chicos después de la escuela y personas mayores de un programa de “Adultos Mayores Activos”, el equipo de la Fundación Cortada introdujo a cada grupo en los peligros de la crisis climática. El equipo también entregó a los participantes carteles del proyecto para ser personalizados, así como una explicación de las ideas relacionadas con las esculturas de concreto sostenible. La experiencia finaliza con una ceremonia de entrega de cada escultura a la comunidad diseñada especialmente por el artista. En este evento de dedicación, el artista les pide a los participantes, uno por vez, que viertan agua del mar de la Bahía de Biscayne sobre la escultura mientras pronuncian un breve comentario o declaración sobre el impacto del aumento del nivel del mar en su

vecindario (Fig. 6). El objetivo de esta ceremonia es formar la conciencia colectiva sobre la necesidad de trabajar en forma conjunta para garantizar que ese evento se constituya en la primera y última vez que el agua de mar tocara la escultura.

## Solo el comienzo

La instalación de este primer grupo de esculturas de concreto sostenibles ha demostrado el poder de las asociaciones interdisciplinarias. El arte comprometido socialmente de Cortada ofrece una plataforma en la que una variedad de individuos, grupos e instituciones contribuyen a transformar nuestro mundo. Cada parte interesada aporta una perspectiva diferente, por lo que la comunidad de “The Underwater” cuenta con diversos métodos y herramientas de múltiples campos. Son estas asociaciones interdisciplinarias las que conducen a la obtención de soluciones óptimas para todos los involucrados. Sin embargo, para lograrlo se requieren cambios como se demuestra en este proyecto. Y, como decía Sócrates, “El secreto del cambio es concentrar toda tu energía no en luchar contra lo viejo, sino en construir lo nuevo”.

Este proyecto muestra cómo es posible abrir nuestras mentes y ampliar nuestros conocimientos, de modo que, como comunidad podamos tener una comprensión holística de los problemas complejos relacionados con la mitigación del cambio climático, al tiempo que resalta la forma en que un material omnipresente como el concreto puede ser parte de la solución hacia un futuro libre de carbono. Para lograrlo, no sólo debemos confiar en los avances y soluciones técnicas, sino también involucrarnos activamente con la comunidad.

## Referencias

1. Zunino, F., and Scrivener, K.L., "Lowering the Clinker Factor of Limestone Calcined Clay Cements (LC3) below 50%: a Comparison with Natural Pozzolans," Recent Advances in Concrete Technology and Sustainability Issues, SP-355, D. Coffetti, L. Coppola, and T. Holland, eds., American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2022, pp. 81-88.
2. Scrivener, K.L.; John, V.M.; and Gartner, E.M., "Eco-Efficient Cements: Potential Economically Viable Solutions for a low-CO2 Cement-Based Materials Industry," Cement and Concrete Research, V. 114, Dec. 2018, pp. 2-26.
3. Althoey, F.; Ansari, W.S.; Sufian, M.; and Deifalla, A.F., "Advancements in Low-Carbon Concrete as a Construction Material for the Sustainable Built Environment," Developments in the Built Environment, V. 16, Dec. 2023, 20 pp.
4. Sweet, W.V.; Hamlington, B.D.; Kopp, R.E.; Weaver, C.P.; Barnard, P.L.; Bekaert, D.; Brooks, W.; Craghan, M.; Dusek, G.; Frederikse, T.; Garner, G.; Genz, A.S.; Krasting, J.P.; Larour, E.; Marcy, D.; Marra, J.J.; Obeysekera, J.; Osler, M.; Pendleton, M.; Roman, D.; Schmied, L.; Veatch, W.; White, K.D.; and Zuzak, C., "Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States: Updated Mean Projections and Extreme Water Level Probabilities Along U.S. Coastlines," NOAA Technical Report NOS 01, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, Silver Spring, MD, Feb. 2022, 111 pp., <https://oceanservice.noaa.gov/hazards/sealevelrise/noaa-nostechrpt01-global-regional-SLR-scenarios-US.pdf>.
5. Miller, J.A., "Ground Water Atlas of the United States: Segment 6, Alabama, Florida, Georgia, South Carolina," Hydrologic Atlas 730-G, U.S. Geological Survey, Reston, VA, 1990, 30 pp., <https://pubs.usgs.gov/ha/730g/report.pdf>.
6. Cortada, X.; Roberti, A.; and Deering, R., "Underwater Homeowners Association: Using Socially Engaged Art to Problem-Solve in an Imperilled, Polarized and Imperfect World," Journal of Environmental Media, V. 3, No. 1, Oct. 2022, pp. 163-170.

**Adam Roberti** se desempeña como director ejecutivo de la Fundación Xavier Cortada, una organización sin fines de lucro con la misión de utilizar el arte comprometido socialmente para crear experiencias significativas que eduquen, inspiren y movilicen a las comunidades en torno a la justicia ambiental y social. En este cargo, Roberti trabaja junto con el artista residente inaugural del condado de Miami-Dade, Xavier Cortada, para implementar proyectos de arte ecológico interactivos a gran escala, como "Reclamation Project" y "The Underwater", dos iniciativas presentadas en la charla TED 2022 de Cortada. Roberti es doble alumno de la Universidad de Miami, Coral Gables, FL, EE. UU., donde actualmente forma parte de un equipo de investigación interdisciplinario especializado en migración y adaptación al cambio climático.



**Xavier Cortada** es un artista cubanoamericano radicado en Miami, FL. Fue pionero del ecoarte en el condado de Miami-Dade y fue nombrado "artist-in-residence" del condado en 2022. Durante las últimas tres décadas, Cortada ha creado más de 150 obras de arte públicas, instalaciones y murales colaborativos en seis continentes y se convirtió en el único artista que ha creado obras en los polos norte y sur del planeta. Su arte orientado a la comunidad ha catalizado más de 25 acres de restauración ecológica, ha generado proyectos participativos de ecoarte en todas las escuelas públicas y bibliotecas del condado de Miami-Dade y ha celebrado avances científicos como el descubrimiento de la partícula de Higgs en la Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN).



**Francisco De Caso**, miembro del ACI, es investigador principal de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Miami y director asociado del Centro para la Integración de Compuestos en Infraestructura (CICI), un centro de investigación cooperativo entre la industria y la universidad de la NSF. También es Gerente del Centro de Estructuras y Materiales, laboratorio de ensayos y organismo de inspección acreditado ISO 17025 e ISO 17020. Su trabajo se centra en sistemas estructurales y materiales resilientes, abarcando un amplio espectro de desafíos relacionados con el comportamiento mecánico, la durabilidad y el diseño, así como el progreso de la descarbonización para alcanzar la neutralidad de carbono en 2050.



Título original en inglés:  
**The Intersection of Socially Engaged Art, Concrete, and Climate Action**

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



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

## Opciones para Pisos Sustentables: Pisos VCT, o Concreto Pulido y Sellado

Por Ryan Crowe

Desde restaurantes de alta elegantes hasta escuelas e instalaciones deportivas, el concreto pulido se ha convertido en una alternativa popular para los pisos de losetas de composición vinílica (VCT). Ambos tienen una historia interesante.

Los pisos VCT datan de la década de 1940. A menudo, la introducción de la VCT se le adjudica a Armstrong World Industries, que contaban con un producto llamado “Loseta de Asbesto Vinílico Excelon”. En ese tiempo, la VCT contenía fibras de asbesto para darle mayor resistencia y durabilidad. Después, en la década de 1980, con las preocupaciones de salud por el uso del asbesto, esta forma de loseta se eliminó gradualmente y se desarrolló un producto nuevo.

Hoy en día la VCT es una formulación de piedra caliza natural, materiales de relleno y aglomerante termoplástico con pigmentos de color para realizar el diseño. Para fabricarlo, se funden virutas de los ingredientes y se vacían en hojas sólidas, se cortan en losetas de 12 x 12 pulgadas, (300 x 300 mm), después se envían, listas para instalarse.<sup>1</sup>

La VCT es muy popular en entornos comerciales e institucionales y se promociona como un material durable y de costo razonable.

### Mantenimiento de VCT

Después de la instalación y a pesar de aplicar la primera capa de cera para proteger el piso, los propietarios de edificios a menudo descubren que el mantenimiento de VCT es costoso. Con la abrasión de los zapatos, muebles, equipaje y otros artículos que se mueven por el piso, la cera original aplicada se desgasta cada 6 meses, por lo que se recomienda un pulido semanal o mensual en áreas de mucho tráfico. Para retirar la cera se necesitan sustancias químicas y maquinaria, lo que anula la intención original de tener una superficie sostenible. A esta práctica rutinaria se le conoce como “retirar y encerar” y existe toda una industria de sustancias

químicas y equipo que ha surgido en torno a esta necesidad.

Las compañías de recubrimientos y selladores han intentado comercializar uretanos de dos componentes e incluso algunos recubrimientos vinílicos, curados con UV aplicados en campo para recubrir pisos vinílicos, pero su costo es prohibitivo y son difíciles de instalar.

Se han desarrollado recubrimientos más recientes con nanotecnología que ya son bien conocidos y están disponibles con distribuidores de productos de limpieza y remodelación. Este tipo de recubrimiento forma una adherencia covalente con VCT, creando una nueva superficie que es dura y conserva el brillo. La loseta no permite marcas de rayones y es más fácil de limpiar con un trapeador húmedo a diferencia de retirar y encerar cada 6 a 9 meses.

Con un recubrimiento protector vinílico Coval, VCT y las losetas vinílicas de lujo (LVT) se pueden obtener buenas opciones valiosas para pisos que logran la promesa de pisos de bajo costo inicial, amigables con el ambiente, con bajo costo de mantenimiento (Fig. 1).



Fig. 1: Piso de loseta vinílica de lujo protegido con una capa de Vinil Coval.

### El Surgimiento del Concreto Pulido

El origen del concreto pulido se remonta a varios siglos atrás. Los antiguos egipcios utilizaban una mezcla de cal y piedra caliza triturada para crear superficies pulidas en sus estructuras. Los griegos y los romanos utilizaron ceniza volcánica y cal para crear pisos pulidos.<sup>2</sup> Los pisos de terrazo, estrechamente asociados con concreto pulido, se desarrollaron en Venecia, Italia, durante el siglo quinto, y esto marcó el inicio de los pisos de concreto decorativos.<sup>3</sup>

A principios del siglo veinte, los avances en la tecnología de concreto y en las técnicas de acabado del mismo, llevaron al inicio del uso de los pisos mecánicamente pulidos. En su mayoría se instalaban para aplicaciones industriales, debido a su durabilidad. La popularidad actual del concreto

pulido empezó en la década de 1990 y su mercado continuo expandiéndose, ya que pueden conseguirse los créditos fiscales ambientales y los créditos LEED. Además, los propietarios de viviendas, diseñadores y propietarios de edificios aprecian el atractivo estético y la capacidad de exponer el agregado, lo que crea una apariencia atractiva.

El concreto pulido es una elección popular en las tiendas minoristas, restaurantes, salones para eventos y casas de lujo, y marca un paso hacia el estilo industrial elegante; es durable y fácil de limpiar. El problema con el concreto pulido es que, al igual que VCT cuando no cuenta con protección, se mancha con facilidad, y la única forma de eliminar las manchas es volver a esmerilar o pulir el piso.

## El Aspecto Pulido Necesita Protección

Mucha gente asume que el concreto pulido no se manchará y se conservará sin manchas debido al diario mantenimiento mínimo que se le da. El pulido hace que el concreto sea más denso, lo que le permite repeler el agua, aceite y otros contaminantes, pero sigue siendo poroso. Con frecuencia los clientes se quejan de la aparición de manchas después de su primer evento. Debido a la naturaleza del concreto, cuando se mancha, el cambio de color es notable y no se elimina con facilidad. Desafortunadamente, las marcas de vino, café y líquidos ácidos realmente se notan. Muchas veces la única forma de eliminar esas manchas es esmerilarlas o repulir la superficie, un proceso que requiere tiempo, mano de obra y maquinaria.

El tipo más común de protección son las cubiertas o capas resistentes al agua y que aseguran incrementar la resistencia a las manchas. Si bien es cierto que la resistencia a las manchas aumenta dependiendo del tipo de líquido que se derrame en el piso, sólo se cuenta con unos minutos para limpiar el derrame antes de que la sustancia pigmentante pase a través de la cubierta o capa protectora y llegue al concreto.

La próxima vez que vaya a un supermercado con pisos de concreto pulido, obsérvelos. Hay diversos lugares con manchas por líquidos derramados, así como ataque de ácidos provocados por vinagres y otras soluciones agresivas hacia el concreto.

Los selladores o capas protectoras utilizadas en pisos pulidos son suaves como la cera que se emplea en VCT. Se rayan con mucha facilidad y en áreas de tráfico pesado requieren pulido semanal o mensual. Dependiendo del tráfico y de la frecuencia con la que se pule el piso, estos recubrimientos se desgastan por la abrasión y deben agregarse más. Entonces, a intervalos regulares es necesario retirar

todo el piso y volver a aplicar la protección. Por lo tanto, las capas o cubiertas protectoras en concreto pulido no son considerablemente mejores que la cera que se utiliza en VCT.

Afortunadamente, las soluciones de nanotecnología para VCT también funcionan en concreto pulido, proporcionando protección superior contra manchas, rayado y abrasión. El Sellador para Concreto Pulido de Coval se rocía y se trapea con microfibra para que penetre. El sellador es más transparente que otros recubrimientos y por ello tiene un mayor brillo (Fig. 2).



Fig. 2: Piso de concreto pulido con Sellador para Concreto Pulido de Coval.

## Concreto Pulido y Consideraciones para la Conservación de VCT

Tanto el VCT como el concreto pulido necesitan protección para cumplir con su promesa de durabilidad y sustentabilidad. Con un sellador de Coval Technologies, el piso resistirá rayones, manchas y raspado. Ya sea que el piso se instale en escuelas, hospitales o empresas, la protección debe ser una consideración primordial para garantizar que el piso se verá bien durante los próximos años.

-Coval Technologies, [www.covaltechnologies.com](http://www.covaltechnologies.com)

## Referencias

1. "Vinyl Composition Tile," Design Requirements Manual News, The National Institutes of Health, Bethesda, MD, V.1, No. 67, Oct. 2015, 1 pp.
2. <https://ancientengrtech.wisc.edu/roman-concrete/>, accessed Jan. 29, 2024.
3. <http://ntma.com/history-of-terrazzo/>, accessed Jan 29, 2024.

Seleccionado por los editores por interés del lector.

**Ryan Crowe** es Presidente de Coval Technologies que manufactura los selladores de adhesión covalente, de un solo componente y recubrimientos para concreto, concreto pulido, VCT y LVT, epóxico, piedra y loseta. Crowe recibió su grado de Licenciatura en finanzas por la Universidad de Canberra, Bruce Australian Capital Territory, Australia.



Título original en inglés:  
**Tech Spotlight.**  
**Sustainable Flooring Options:  
VCT Flooring or Sealed  
Polished Concrete**

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



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



*Revisora Técnica:*  
**Ing. Karla Elizabeth  
de la Fuente  
Monforte**

# 05

## Una cubierta de origami en el Museo de Bellas Artes de Arkansas

Una cubierta plegada de concreto unifica una extensa área del museo

Por Deborah R. Huso

Con una cubierta que florece como una flor en los terrenos del Parque de MacArthur, el Museo de Bellas Artes de Arkansas en Little Rock, AR, USA, tiene una nueva adición, un área compuesta por 8,825 m<sup>2</sup> (94,990 ft<sup>2</sup>) de placa plegada sobre la cubierta. Construida de placas delgadas de concreto dispuestas en formas angulares, cubre una serie de pabellones ramificándose como tallos de flores. La cubierta de concreto construida en sitio, similar a un origami, conecta los edificios del museo previamente construidos para establecer flujo y unidad entre las estructuras del museo, mientras que también baja la altura para reflejar la topografía del parque que lo rodea.

Originalmente el Museo de Bellas Artes de Arkansas se construyó en el centro de Little Rock en 1937. Entre la construcción original y el año 2000, el museo añadió siete construcciones más en varios estilos arquitectónicos, dando lugar a un paisaje de estructuras desconectadas.

Jeanne Gang, fundadora y socia del estudio arquitectónico Studio Gang, con sede en Chicago, IL, USA, ha dicho a través de los años que, el museo y sus numerosas adiciones “resultaron en un edificio aislado del parque y el vecindario. Vimos el diseño como una oportunidad para reconectar el edificio con su entorno”.

Ahora con una superficie de 12,300 m<sup>2</sup> (132,400 ft<sup>2</sup>), las 8 estructuras del Museo de Bellas Artes de Arkansas, a pesar de ser arquitectónicamente distintas, se funden en un todo unificado, mientras que la línea de la cubierta en forma de tallo con 122 m (400 ft) de longitud las conecta y también ayuda a dirigir el flujo de tráfico de visitantes. El “tallo” florece para cubrir un espacio de reunión acristalado para los visitantes en un extremo y una terraza para cenar en el otro.

La renovación del museo emplea concreto tanto para las estructuras internas como las externas. Elevándose sobre una losa sobre el terreno, fuertemente pulida con agregado expuesto, y



soportada por elegantes columnas arquitectónicas inclinadas, el nuevo techo de concreto plegado del complejo del museo se ha convertido en su elemento arquitectónico característico.

### Afrontando los retos de diseño con tecnología

El esquema del tallo y flor floreciente de la cubierta del museo, con su diseño ondulado de placas de concreto, presentó desafíos de construcción únicos, de los cuales el más grande “fue asegurarnos de que comprendiéramos completamente como se comportaría éste techo” dijo Ben Sexton, Ingeniero Senior de Proyectos de la oficina de Thornton Tomasetti en Chicago.

Para el análisis inicial de la estructura de cubierta, el equipo de ingeniería utilizó un modelo de SAP2000 basado en la geometría importada del modelo arquitectónico Rhino de Studio Gang. Los esfuerzos resultantes para cargas gravitacionales y cargas laterales fueron usados para determinar el refuerzo requerido en el concreto.

En 2019, cuando el proyecto estuvo en marcha por primera vez, Thornton Tomasetti tenía experiencia limitada con estructuras orgánicas de placas plegadas. “Así que comenzamos haciendo modelos 3-D (tridimensionales) simples para ver cómo se comportarían las placas plegadas con la acción de cargas laterales, y cómo funcionarían con el espaciado de las columnas y la inclinación del techo”, explicó Sexton. “Esto nos ayudó a solidificar un plan para reforzar la cubierta”.

“El gran desafío, hablando del refuerzo, era que no había ningún software disponible o fácil de utilizar que permitiera exportar las fuerzas o esfuerzos y luego reforzar con el diseño del software”. “Después de que se nos ocurrió un diseño en dibujos 2-D (dos dimensiones), tuvimos que traducirlo a 3-D (tres dimensiones) a través de detalles en nuestro dibujo para hacerlo construible”.



**Fig. 1: Colocación de las barras de refuerzo en la cubierta. La disposición en forma de cuadrícula de las barras fue complicada debido a las vigas curvas del techo ("Y" blanca a la izquierda), así como la altura y el ancho altamente variables de las placas plegadas (Fotografía cortesía de Polk Stanley Wilcox Arquitects).**

El equipo de ingeniería estructural utilizó el estudio CORE, una incubadora de investigación y desarrollo de Thornton Tomasetti, para orientar los ejes locales de la carcasa siguiendo la geometría de la cubierta. Normalmente, una estructura tiene una dirección "x" y una dirección "y" consistente, sin embargo, este no es el caso. Los ingenieros establecieron un diseño en forma de cuadrícula para el diseño del refuerzo de la cubierta, pero debido a las curvas y caídas del techo, ellos tuvieron que seguir la línea de la cubierta con el refuerzo (Fig. 1). "La cuadrícula se mueve a medida que avanza a lo largo de la línea de cubierta" añadió Sexton. "Siempre es perpendicular a las crestas y valles, pero el ángulo cambia".

El Grupo Pepper Construction creó un modelo 3-D TEKLA® para ayudar a evaluar la cantidad de barras de refuerzo que necesitaban fabricar, según Kristen Fuentes, directora de construcción virtual. "El modelado tridimensional nos permitió normalizar una geometría de línea recta entre los picos y valles de los dibujos de diseño 2-D para aproximarnos mucho a la superficie de diseño 3-D con marcos de 0.6 x 1.2 m (2 x 4 pies) y de 5 m (16 ft) en el centro", explicó. Pepper Construction pudo enviar a Thornton Tomasetti sus modelos completos para mostrar áreas de alta congestión.

Sexton dijo que el equipo de ingeniería comenzó con una capa consistente de refuerzo en ambas direcciones. Ellos pusieron la plataforma en SAP2000 como base para la cantidad mínima de refuerzo en una losa individual. SAP2000 marcó

áreas que tenían mayores esfuerzos, por lo que el equipo agregó más refuerzos a esos lugares.

"Lo que finalmente hicimos fue establecer la base para buscar áreas con mayores esfuerzos", explicó Sexton. "Este techo se comporta de manera muy similar a una armadura. La parte superior de la armadura es la cresta de uno de estos pliegues y actúa en compresión, y luego el valle actúa en tensión. En cada valle hay una viga para soportar cargas de alta tensión". La geometría de placa plegada permite que la cubierta de concreto se extienda longitudinalmente hasta 27 m (89 pies) entre los soportes y el voladizo hasta 7.6 m (25 pies) más allá de los soportes.

Los ingenieros agregaron refuerzo transversal en las crestas y valles para evitar que las losas se aplanen y preservar la acción de acordeón de la línea de cubierta. "Fue el proyecto de geometría más complejo en el que he trabajado", dijo Sexton, "lo que refleja el esfuerzo realizado por el equipo. Ordenamos la ubicación de nuestra propuesta antes de colocar las barras de refuerzo en el lugar". En total, Pepper Construction utilizó 175 tonnes (193 toneladas) de barras de refuerzo en las losas del techo.

## Sosteniendo la estructura de cubierta

La cubierta de origami es soportada en una variedad de formas. Las cubiertas central y norte están soportadas por columnas verticales e inclinadas, así como por muros de cortante curvos y rectos hechos de concreto. La cubierta sur está soportada por muros de cortante curvos y rectos y columnas inclinadas (Fig. 2).

El equipo utilizó concreto de 41 MPa (6000 psi) para las losas de cubierta, y una mezcla de concreto autocompactable (SCC) para las columnas. El concreto utilizado en las losas de cubierta estaba compuesto por agregado grueso de 9.5 mm (3/8 in) para mejorar la colocación en áreas de mucha congestión.



**Fig. 2: Muros de cortante rectos y curvos, vigas curvas, y columnas inclinadas soportando la cubierta sur (Fotografía cortesía de Polk Stanley Wilcox Arquitects).**

Las columnas y las vigas son de concreto aparente; por lo tanto, se utilizó una mezcla de concreto autocompactable (SCC) para minimizar el riesgo de huecos en el concreto. Mientras que las losas del techo se produjeron con cemento gris, las vigas se produjeron con cemento portland blanco. “Durante la construcción, esto requirió precauciones adicionales para garantizar que el concreto gris normal no se derramara dentro o sobre las vigas blancas expuestas”, explicó Anthony Alleman, director de proyecto de Pepper Construction.

Según Sexton, no existe un claro típico entre soportes, aunque dijo que el claro más común en la dirección transversal es de alrededor de 9 m (30 pies). En dirección longitudinal varía enormemente, siendo el más largo de unos 27 m. “Podimos lograr claros largos gracias a los pliegues y la acción de la armadura en la cubierta”, dijo Sexton. “Las losas de cubierta de concreto, de 200 mm (8 pulgadas) de espesor soportan las cargas de compresión y tensión”.

## Construyendo el techo de origami

Para preparar la construcción de la compleja cubierta, Pepper Construction generó más de 1,200 marcos de madera diferentes, todos ellos de diferente ancho y altura, para soportar la cimbra del techo. Los planos de taller y la lista de cortes se exportaron del modelo para la construcción de los marcos de madera prefabricada y 3,658 m<sup>2</sup> (39,375 pies<sup>2</sup>) de cimbra de vigas. Este modelado y planificación previos permitieron una instalación eficiente y precisa de los marcos de madera.

Según el equipo de Pepper Construction, las vigas y la losa de la cubierta se formaron a partir de cuatro “pisos temporales” de diferentes elevaciones con torres de apuntalamiento tradicionales de 12 m (40 pies) de altura y vigas H20 que sostienen madera contrachapada. “Estos pisos temporales estaban ubicados en los puntos más bajos de las vigas de concreto inclinadas”, explicó Alleman. Los lados de las vigas se construyeron a partir de los pisos temporales utilizando madera contrachapada premarcada o precortada para la parte curva de las vigas.

El equipo de construcción del encofrado colocó marcos de madera personalizados de aproximadamente 300 mm (12 pulg.) de centro (Fig. 3 y 4). Según Sexton, no hubo repeticiones en los tamaños de los marcos: todos eran únicos. El equipo colocó encofrados de paneles estándar en los marcos y luego fijó el refuerzo a los paneles.

En lugar de un único soporte en cada extremo de las armaduras, los marcos se apoyaron en toda su

longitud sobre los pisos temporales. “La geometría del marco generada en Tekla fue importada a RISA® para analizar los peores escenarios de cargas y fuerzas máximas temporales en los miembros y conexiones de 0.60 x 1.2 m (2 x 4 pies)”, explicó Alleman. Los marcos fueron diseñados para ser ensamblados planos, cargados y transportados sobre plataformas y luego montados en el lugar.



**Fig. 3:** Fotografía del avance tomada desde el piso de baile, mostrando la plataforma del techo después de que se han removido una parte de los marcos y el encofrado (Fotografía cortesía de Polk Stanley Wilcox Architects).



**Fig. 4:** Fotografía del avance tomada desde el techo de un edificio del museo existente. Para la nueva estructura de cubierta plegada se colocaron marcos de encofrado. Otras características visibles incluyen un nuevo muro y un parapeto adyacente a la estructura existente, así como una membrana de curado para las vigas curvas de la cubierta plegada (Fotografía cortesía de Polk Stanley Wilcox Architects).

Alleman agregó que se construyó una maqueta de marcos de tamaño completo localmente en el sitio para asegurarse de que el espaciamiento y la geometría del marco proporcionaban soporte y conexión adecuados para láminas de madera estándar contrachapada en varios marcos. “También nos permitió probar la accesibilidad y el montaje de los marcos antes de instalar”, dijo.

Alleman y Fuentes dijeron que uno de los mayores desafíos del proyecto era asegurarse de que la geometría del techo fuera calculada, para que las piezas realmente encajaran en campo. “Las columnas de concreto fueron coladas por un subcontratista distinto que el techo, por lo que tuvimos que asegurarnos de que las vigas se alinearan perfectamente con las columnas, que los marcos se alinearan entre las vigas, y que la barra de refuerzo encajara entre los picos y los valles”, explicó Alleman. “Con la compleja geometría variable, si un marco o barra de refuerzo se desplazaba algunas pulgadas en un sentido u otro no encajarían de un extremo a otro”.

Cada una de las losas de concreto del techo tiene un espesor uniforme de 200 mm, con pliegues que tienen una diferencia de altura de hasta 3.6 m (12 pies) entre la cresta y el valle. La cubierta consta de 1,152 m<sup>3</sup> (1500 yd<sup>3</sup>) de concreto, solo para la parte de la losa del techo. Las vigas que corren a través de las crestas incluyen otros 137 m<sup>3</sup> (180 yd<sup>3</sup>) de concreto.

## La tecnología hace lo imposible posible

Según el equipo de construcción de Pepper Construction, la construcción de techo tipo origami para el Museo de Bellas Artes de Arkansas hubiera sido prácticamente imposible sin el uso de la tecnología. Tekla proporcionó información a nivel de fabricación para el diseño de la compleja cimbra de la cubierta y su refuerzo, al tiempo que permitió el modelado 3-D crítico para la coordinación tanto con comerciantes como con instaladores.

Además de ser un elemento arquitectónico llamativo que une un conjunto de edificios previamente desconectados, la nueva cubierta del museo también proporciona mucha sombra, lo que contribuye al rendimiento energético del edificio, mientras que la línea de cubierta dirige el agua de lluvia hacia los jardines y prados adyacentes.

El complejo del museo rediseñado se inauguró en abril de 2023, con un costo total del proyecto de 155 millones de dólares. La estructura obtuvo el primer lugar en los Premios ACI a la Excelencia en Construcción de Concreto en la categoría de Edificios de Baja Altura en 2021.

**Deborah R. Huso** es Directora Creativa y Socia Fundadora de WWM, Charlottesville, VA, USA. Ella ha escrito para varias revistas comerciales y de consumo, como Precast Solutions, U.S. News & World Report, Concrete Construction, y propietaria de una empresa de construcción. Ella ha proporcionado desarrollo de sitios web y estrategias de contenido para 500 distintas compañías, incluyendo Norfolk Southern y GE.



Título original en inglés:  
An Origami Roof at the Arkansas  
Museum of Fine Arts.

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



*Traductor:*  
**Jesús Omar  
Montaña Montaña**  
*Estudiante Ing. Civil  
Universidad de Sonora*



*Revisor Técnico:*  
**Ing. Óscar  
Ramírez Arvizu**  
*Presidente IV Mesa Directiva  
ACI México Capítulo Noroeste*

## Profundidad efectiva de secciones con más de una capa de refuerzo a tracción – Respuesta a comentarios de lectores

**P.** Mientras leía el V. 45, No.12, de “Concrete International”, me encontré con la sección de Concreto, Preguntas y Respuestas relacionada con la “Profundidad efectiva de la sección con más de una capa de refuerzo a tracción”. Encontré que la respuesta a esta importante pregunta carecía de sustancia.

La respuesta afirmaba que “el refuerzo superficial no se considera en los cálculos de resistencia a cortante”. Sin embargo, no había ninguna disposición, referencia o discusión que respaldara esa afirmación. La respuesta también malinterpretó fundamentalmente las implicaciones de esa afirmación generalizada. Si bien la pregunta se formuló con relación a vigas con refuerzo de múltiples capas/superficial, la pregunta también está directamente relacionada con las columnas.

En mi opinión, se puede utilizar el refuerzo superficial para la capacidad a flexión si se empalma/ancla adecuadamente. La inclusión del refuerzo superficial en los cálculos de resistencia a la flexión requiere que se considere el refuerzo superficial al determinar la profundidad efectiva para el esfuerzo cortante. Para columnas cuadradas, el “refuerzo superficial” sería simplemente el refuerzo longitudinal en cada cara del miembro. Debido a que no todo ese refuerzo fluye, la profundidad efectiva se calcularía como la distancia desde la fibra de compresión extrema al centroide de la fuerza del refuerzo longitudinal a tracción, pero no mayor que la distancia desde la fibra de compresión extrema al centroide del refuerzo más cercano a la cara en tracción. Este método tiene en cuenta la fuerza en cada barra en lugar de asumir que todas las barras fluyen y al mismo tiempo limita la profundidad efectiva para columnas con alta demanda axial y baja demanda de flexión. Sin embargo, sería conservador suponer que el miembro estaba en flexión pura y que todo el refuerzo longitudinal en la zona a tracción fluye, porque eso daría como resultado una profundidad efectiva aún menor. El método de cortante del ACI

podría dar como resultado capacidades de cortante más bajas, al tener en cuenta el refuerzo lateral o superficial en el cálculo de la profundidad efectiva. Sin embargo, históricamente la profundidad efectiva también se ha limitado a  $0.8h$  o mayor.

El método de la teoría modificada del campo de compresión (MCFT, por sus siglas en inglés) también usaría la profundidad efectiva más pequeña, pero el MCFT tiene la ventaja de usar un coeficiente variable de esfuerzo cortante (factor beta). El refuerzo superficial aumenta el área del refuerzo longitudinal en la zona a tracción, lo que disminuye la deformación del refuerzo longitudinal para un momento dado. En consecuencia, el factor beta aumenta. El aumento del factor beta y la disminución de la profundidad efectiva pueden o no compensarse lo suficiente para dar como resultado mayores capacidades a cortante al considerar el refuerzo superficial.

La respuesta fuera mejor si también hubiese discutido los hallazgos de la investigación. Por ejemplo, los modelos ACI y MCFT no son perfectos y es posible que no capturen el efecto del refuerzo superficial. ¿La investigación respalda la afirmación de que colocar refuerzo superficial en un miembro no debería afectar negativamente la capacidad a cortante?

Finalmente, la Fig. 2 y la Tabla 1 no fueron necesarias porque los factores de reducción no contribuyen al cálculo de la profundidad efectiva.

Espero que el Comité Conjunto ACI-ASCE 445, Cortante y Torsión, pueda involucrarse para mejorar esa respuesta.

**R.** ACI 318-19(22) aborda el refuerzo superficial en la Sección 9.7.2.3, que indica que “Se permitirá incluir refuerzo superficial en los cálculos de resistencia si se realiza un análisis de compatibilidad de deformaciones”.<sup>1</sup> Por lo tanto, aunque normalmente no se considera, el refuerzo superficial puede incluirse si se desea aprovechar la capacidad a flexión adicional. El análisis de compatibilidad de deformaciones permite que todas las barras, independientemente de dónde se encuentren en la sección, se tomen en cuenta adecuadamente en el análisis a flexión. Como se señaló en las preguntas y respuestas mencionadas, estas barras no contribuyen significativamente a la capacidad a flexión debido a su tamaño típicamente pequeño, menor deformación (esfuerzo potencialmente inferior al límite elástico dependiendo de la ubicación) y brazo de palanca reducido.

La profundidad efectiva “ $d$ ” considera el refuerzo como una sola capa y se define en el ACI 318-19(22) como “la distancia desde la fibra de compresión

extrema hasta el centroide del refuerzo longitudinal a tracción”. Para flexión, “ $d$ ” está claro si hay una sola capa (o varias capas estrechamente espaciadas) de barras. Debido a que estas barras están en  $f_y$ , “ $d$ ” no es sólo el centroide del área sino también el centroide de la fuerza de tracción, que se utiliza para calcular la capacidad a momento.

Sin embargo, cuando las barras están ubicadas sobre la profundidad de la sección, el centroide del área y el centroide de la fuerza pueden ser diferentes ya que las barras más cercanas al eje neutro pueden estar sometidas a un esfuerzo inferior a  $f_y$ . Para proporcionar una fuerza de tracción resultante, “ $d$ ” debe basarse en el centroide de la fuerza. Sin embargo, la definición del Código generalmente se calcula como el centroide del refuerzo, considerando que se puede calcular directamente y es conservador. Calcular el centroide de la fuerza requiere un análisis de compatibilidad de deformaciones para determinar el esfuerzo en las distintas capas de refuerzo. La diferencia en “ $d$ ” comparando el uso de área versus fuerza será pequeña, o ninguna, dependiendo de la ubicación del refuerzo. Si se tuviera en cuenta el refuerzo superficial en el cálculo de “ $d$ ”, puede resultar un “ $d$ ” ligeramente menor en relación con una viga idéntica sin refuerzo superficial.

El refuerzo superficial se incluye en vigas grandes ( $h > 36$  pulgadas, 91.45 cm) como refuerzo adicional con el fin de controlar el agrietamiento de las caras laterales. Como se mencionó antes, este refuerzo normalmente no se considera en los cálculos de resistencia. Incluso si se considera el refuerzo superficial para la resistencia a la flexión, no es necesario considerarlo también para la resistencia a cortante. Despreciar este refuerzo al calcular la resistencia al corte ( $d$  basándose únicamente en el refuerzo longitudinal primario a tracción) también es conservador. Considere dos vigas esencialmente idénticas, una con refuerzo superficial y otra sin éste. El refuerzo adicional en la cara lateral proporciona a la viga rigidez adicional a la flexión, aumenta la profundidad del eje neutro, aumenta la trabazón de los agregados e incrementa la acción de dovela.

Por tanto, la viga con refuerzo superficial tendrá una mayor resistencia a cortante. Esto también ha sido documentado experimentalmente por Collins y Kuchma.<sup>2</sup>

Para columnas, “ $d$ ” es complicado no sólo porque el refuerzo se ubica alrededor de la cara de la sección transversal, sino también debido a la variación de la profundidad del eje neutro con la carga axial y el momento. Un estudio reciente de Sezen et al.<sup>3</sup> analiza esta complicación y evalúa el uso de las ecuaciones

de cortante del actual ACI 318-19(22).

El estudio recomienda que en lugar de calcular “ $d$ ”, se puede utilizar una expresión simplificada  $d = 0.8h$ , lo que da como resultado mejores estimaciones de la resistencia a cortante para columnas rectangulares. Esta simplificación del diseño ha sido aprobada para ser incluida en la edición 2025 de ACI 318.

## Referencias

1. ACI Committee 318, “Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary (ACI 318-19) (Reapproved 2022),” American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019, 624 pp.
2. Collins, M.P., and Kuchma, D., “How Safe Are Our Large, Lightly Reinforced Concrete Beams, Slabs and Footings?” ACI Structural Journal, V. 96, No. 4, July-Aug. 1999, pp. 482-490.
3. Sezen, H.; Alcocer, S.M.; and Moehle, J.P., “Effective Depth of Rectangular and Circular Columns for Shear Strength Calculations,” Concrete International, V. 43, No. 7, July 2021, pp. 37-41.

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

Título original en inglés:  
Concrete Q&A.  
Effective Depth of Section with  
More Than One Layer of Tension  
Reinforcement—A Response to  
Reader’s Comments

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



*Traductora:*  
**Ing. Damariel  
Cáceres**



*Revisora Técnica:*  
**Ing. Olga  
Font**

# 07 ¿Quiénes somos y qué hacemos?

## Reconocimiento a los Capítulos Latinoamericanos del ACI

Cada año, el American Concrete Institute (ACI), reconoce a sus Capítulos que lo representan en el mundo, en base a las actividades que hayan realizado para la promoción y la implementación de las actividades sustantivas que contribuyan a la misión y la visión del Instituto.

El reconocimiento se otorga en base a la puntuación que cada Capítulo obtenga en el Informe anual que debe entregarse cada 1 de febrero. Los Capítulos que obtienen **25 puntos** o más, se reconocen como **Excelente (Excellent)**; Los Capítulos que obtienen **entre 18 y 24 puntos** son reconocidos como **Sobresalientes**



### (Outstanding). Capítulos de Latinoamérica reconocidos por el ACI como Excelentes en 2023



México



Puerto Rico



### Capítulos de Latinoamérica reconocidos por el ACI como Sobresalientes en 2023



México



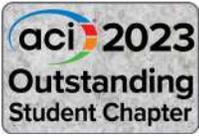
Colombia



Perú



Enhorabuena para los Capítulos Latinoamericanos distinguidos, a sus integrantes miembros activos por este logro que hoy compartimos con nuestros lectores.



Buscando motivar a los estudiantes que se involucran en los Capítulos Estudiantiles de los distintos Capítulos del ACI en todo el mundo, a partir de este año 2024 el ACI anualmente reconocerá a los **100 Capítulos Estudiantiles Sobresalientes** en el mundo.

Este reconocimiento es similar al que anualmente otorga el ACI a los Capítulos Excelentes y/o Sobresalientes.

Para lograr este reconocimiento, los Capítulos Estudiantiles deberán realizar actividades que se apeguen al objetivo estratégico del ACI con el apoyo de sus profesores mentores y los propios miembros del Capítulo.

Estas actividades ofrecen a los alumnos y profesores oportunidades de aprendizaje y crecimiento profesional y académico alineadas con la industria de la construcción de su región, además de permitir interacciones permanentes con expertos que laboran en la industria en su región. Adicionalmente se fortalecen las relaciones entre el Capítulo Estudiantil con sus Capítulos Locales y con el propio ACI internacional.

Para poder optar a este reconocimiento, los Capítulos Estudiantiles deben presentar un reporte anual en el que mencionan las actividades que desarrollan en el año, para que sean evaluados por un Comité específicamente designado para este fin por el ACI internacional.

**El reconocimiento se les otorga solamente a los 100 Capítulos Estudiantiles del mundo que hayan demostrado mediante su reporte el desempeño sobresaliente.**

**Para el año 2023 que acabamos de concluir, la lista de los Capítulos Estudiantiles de Latinoamérica reconocidos es como sigue:**



## Colombia

- Universidad del Norte



## Guatemala

- Universidad Mariano Gálvez de Guatemala, Ingeniería, Quetzaltenango



## Ecuador

- Escuela superior Politécnica del Litoral
- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
- Universidad de San Francisco de Quito



## Puerto Rico

- Universidad Politécnica de Puerto Rico



## Perú

- Pontificia Universidad Católica del Perú
- Universidad Católica de Santa María
- Universidad Continental, Sede Arequipa
- Universidad Continental, Sede Huancayo
- Universidad Nacional de Trujillo
- Universidad Nacional de Cajamarca
- Universidad Nacional de Ingeniería
- Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa
- Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
- Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
- Universidad Peruana Los Andes
- Universidad Ricardo Palma
- Universidad San Ignacio de Loyola
- Universidad Tecnológica del Perú, Sede Arequipa

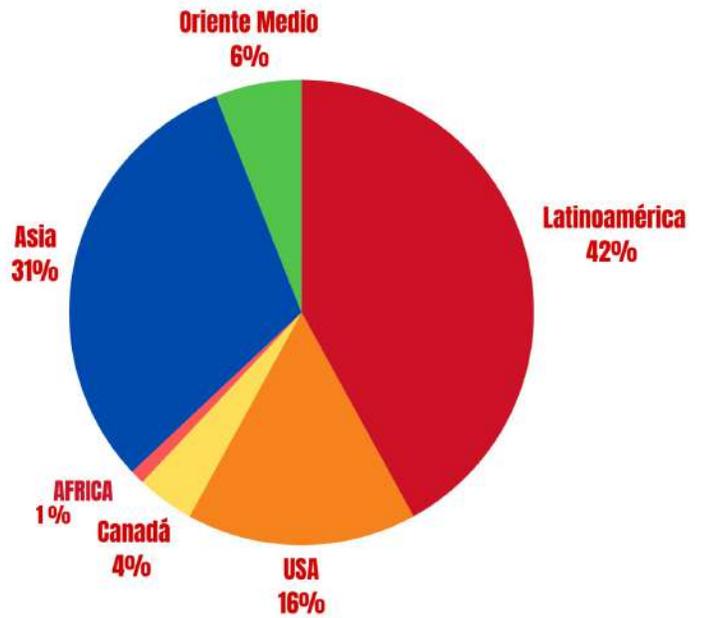


## México

- Facultad de Ingeniería UNAM FES
- Aragón UNAM Instituto
- Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey, Querétaro
- Instituto Tecnológico de Sonora
- Instituto Tecnológico Iztapalapa III
- Instituto Tecnológico Superior De Acayucan
- Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso
- Tecnológico Nacional de México Campus Cd. Victoria
- Tecnológico Nacional de México, Nuevo Laredo
- Tecnológico Nacional de México, Pachuca
- Universidad Americana del Noreste
- Universidad Autónoma de Chiapas
- Universidad Autónoma de Coahuila
- Universidad Autónoma de Nuevo León
- Universidad Autónoma de Tamaulipas
- Universidad Autónoma del Estado de México
- Universidad de Sonora
- Universidad Panamericana, Guadalajara
- Universidad Popular Autónoma Estado de Puebla
- Universidad Popular De La Chontalpa
- Universidad Veracruzana

Vale la pena mencionar que la participación de los Capítulos Estudiantiles Latinoamericanos entre los 100 Capítulos reconocidos, significa el 42% como podemos ver en la siguiente gráfica:

### GANADORES DEL RECONOCIMIENTO CAPÍTULO ESTUDIANTIL ACI SOBRESALIENTE 2023



**Enhorabuena para nuestros Capítulos Estudiantiles, sus integrantes y profesores mentores, así como quienes coordinan sus actividades por este logro que hoy compartimos con nuestros lectores.**



**CONCRETO**  
LATINOAMÉRICA