

CONCRETO LATINOAMÉRICA

VOLUMEN VII | NÚMERO 9 | SEPTIEMBRE 2026



Concreto Latinoamérica, seis años
compartiendo el conocimiento

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

Representantes de los Capítulos ACI de Latinoamérica:

Argentina

Dr. Raúl Bertero

Colombia

Dra. Nancy Torres Castellanos
Dr. Fabián Augusto Lamus Báez

Costa Rica

Ing. Minor Murillo Chacón

Ecuador Centro y Sur

Ing. MSc. Santiago Vélez Guayasamín

Guatemala

Ing. Xiomara Sapón Roldán
Ing. Luis Álvarez Valencia

México Noreste

Dr. Alejandro Durán Herrera

México Noroeste

Ing. Raúl Alvarado Barbachano

México Centro y Sur

Mtro. Sergio Valdés Constantino

México Sureste

Mtro. Josseph Eli Mandujano Zavala

República Dominicana

Ing. Piero Roberto Caputo Rodríguez

Perú

Ing. José Luis Gonzales Quezada

Puerto Rico

Ing. Anabel N. Merejildo



La imagen que ilustra nuestra portada conmemorativa representa mucho más que seis años de existencia. El gran 6 de concreto, integrado en el paisaje de Latinoamérica, simboliza el camino recorrido y, al mismo tiempo, el futuro de nuestra industria. A su alrededor convergen puentes, edificios, infraestructura, laboratorios, tecnología, investigación y personas: ingenieros, investigadores, estudiantes y profesionales que, desde distintos lugares de Latinoamérica, comparten una misma pasión por el concreto y por la construcción de un mejor futuro, objetivo fundamental del ACI.

Las conexiones que recorren el continente representan el intercambio de conocimiento que hace posible que las ideas trasciendan fronteras. Porque el concreto no es solamente el material que da forma a nuestras ciudades; detrás de cada estructura existe conocimiento, investigación, innovación y, sobre todo, una comunidad que aprende, difunde el conocimiento y construye conjuntamente. Durante estos seis años, Concreto Latinoamérica ha buscado precisamente ser ese punto de encuentro para los Capítulos Latinoamericanos del ACI: un espacio para compartir experiencias, difundir conocimiento y acercar a nuestras comunidades los avances que están transformando la tecnología del concreto.

(Fotografía creada con inteligencia artificial)

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 Septiembre de 2026. El Instituto no se hace responsable por las declaraciones u opiniones expresadas en sus publicaciones. Las publicaciones del Instituto no pueden ni pretenden suplantar el entrenamiento técnico individual, responsabilidad o juicio del usuario o de quien provee y presenta la información. Con el propósito de difundir el conocimiento técnico del concreto, se autoriza la difusión de la presente edición a los Capítulos del ACI de habla hispana entre su membresía y grupos de interés, sin embargo, será necesaria la autorización del American Concrete Institute para reproducir total o parcialmente los contenidos de este número salvo que se hagan para uso personal o académico y sin fines comerciales. Todos los materiales originales en inglés, y contenidos en este número de Concreto Latinoamérica en español, están protegidos por las leyes de Derechos de autor y propiedad industrial, tanto nacionales como internacionales.

COMITÉ EDITORIAL

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

Presidente del Comité Editorial:

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

Editor en Jefe:

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez

Editores Asociados:

Dr. Lucio Guillermo López Yépez
Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll
Dr. Francisco René Vázquez Leal
Dr. José Manuel Gutiérrez Moreno
Dr. Francisco David Anguiano Pérez
Dr. Aldo Emelio Landa Gómez

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. Fabiola Nohemi Durán Mata

REVISORES EDITORIALES

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

Ing. José Lozano y Ruy Sánchez
Lic. Iliana M. Garza Gutiérrez
Dra. Margareth Josefina Dugarte Coll



CONTENIDO

Editorial

Seis años compartiendo conocimiento

Comité Editorial

3

Mejores Prácticas en Concreto Decorativo **Preparación de Superficie para Recubrimientos Resinosos**

1

Concreto Conductor de Corriente Eléctrica

Investigadores están estudiando el desarrollo de cemento de doble propósito que podría convertir estructuras de concreto en sistemas de almacenaje de energía

por Deborah R. Huso

4

Preguntas y Respuestas **De cascos convencionales a cascos de seguridad**

2

Código ACI-562-25: Cambios en las disposiciones de diseño de reparación

por Aaron Larosche y Paul Ziehl

5

¿Quiénes somos y qué hacemos? **El Capítulo Noreste de México del ACI llevó a cabo el evento “Concretón 5K” que celebra su tercera edición uniendo deporte, educación y comunidad**

Convocatoria

Incluye tu artículo de investigación
y caso de estudio en nuestra revista.
¡Publicar es muy fácil!



Descarga la
Guía de Publicación



Llena la
Carta de Solicitud

Una vez lista y firmada tu solicitud,
envíala por correo al **concretolatam@gmail.com**

Tu solicitud y artículo serán evaluados
para su publicación.

Seis años compartiendo conocimiento

Hace seis años iniciamos un proyecto con una convicción sencilla, pero ambiciosa: que Latinoamérica necesitaba un espacio propio, en nuestro idioma, para compartir el conocimiento, las experiencias y los avances que están transformando la tecnología del concreto. Hoy, al llegar a nuestro sexto aniversario, podemos mirar hacia atrás con satisfacción, pero sobre todo con gratitud.

Concreto Latinoamérica no se ha construido sola.

Cada número de esta revista ha sido posible gracias a la participación, entusiasmo y generosidad de muchas personas que han decidido compartir su tiempo y conocimientos con nuestra comunidad al realizar mes a mes la traducción de los artículos que originalmente publica Concrete International en inglés. De manera muy especial, gracias a los Capítulos Latinoamericanos del American Concrete Institute, que han acompañado este proyecto a lo largo de estos 6 años desde sus diferentes realidades, experiencias y perspectivas.

Cada Capítulo representa una parte de la extraordinaria diversidad de nuestra región. Países diferentes, necesidades diferentes, condiciones diferentes; pero una misma comunidad profesional y un mismo compromiso con el desarrollo y difusión de la tecnología del concreto.

A través de su trabajo y compromiso, los Capítulos participantes, han permitido que las páginas de Concreto Latinoamérica sean mucho más que una publicación: sean un punto de encuentro entre profesionales, investigadores, profesores,

Cada colaboración ha tendido un puente.

estudiantes y especialistas de toda Latinoamérica.

Un puente entre la investigación, la experiencia y la práctica. Un puente entre la universidad y la industria. Entre las nuevas generaciones y quienes han construido nuestra profesión. Entre los distintos países de toda América. Y es precisamente esa conexión y colaboración la que ha dado sentido a estos seis años.

La imagen de nuestra portada representa ese espíritu. El número 6, construido en concreto y rodeado de infraestructura, tecnología, investigación y personas, simboliza una trayectoria que no

pertenece a una sola organización ni a un solo país. Representa una obra colectiva. Porque construir y diseminar el conocimiento se parece mucho a construir una gran estructura: requiere una visión común, buenos fundamentos, colaboración y muchas manos trabajando en una misma dirección.

En estos seis años hemos visto evolucionar nuestra industria. Nuevos materiales, nuevas tecnologías, herramientas digitales, impresión 3D, inteligencia artificial, soluciones para la sostenibilidad, nuevas formas de diseñar, construir, evaluar y conservar nuestras estructuras. Pero, por encima de todos estos avances tecnológicos, existe algo que permanece: el valor de compartir lo que sabemos y el trabajo decidido de cada uno de los que han colaborado con nuestra publicación. El conocimiento que no se comparte termina limitado a quien lo posee. El conocimiento que se comparte se multiplica, encuentra nuevas aplicaciones y puede transformar una profesión entera. Ese ha sido, y seguirá siendo, el propósito de Concreto Latinoamérica.

Por ello, en este sexto aniversario queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los Capítulos Latinoamericanos del ACI, a sus dirigentes, miembros y colaboradores, por haber hecho de esta revista un proyecto verdaderamente regional. Gracias por cada artículo traducido que ya suman 397 en total. Gracias por las 24 participaciones con artículos propios. Gracias por abrir las puertas de sus Capítulos y permitirnos unir los diferentes rincones de nuestra Latinoamérica.

Y, sobre todo, gracias por entender que cuando compartimos nuestro conocimiento y nuestro esfuerzo, todos construimos algo más grande que cualquiera de nosotros por separado.

Nos esperan nuevos desafíos. La transformación de nuestra industria apenas comienza y Latinoamérica tiene mucho que aportar al mundo del concreto.

Queremos que Concreto Latinoamérica continúe siendo ese espacio donde podamos encontrarnos, conocernos, forjar amistades y aprender unos de otros para llevar nuestras experiencias más allá de nuestras fronteras por el bien de nuestros países y de nuestra industria.

Porque estos primeros seis años no representan un punto de llegada. Representan los cimientos de lo que todavía podemos construir juntos.

Concreto Conductor de Corriente Eléctrica

Investigadores están estudiando el desarrollo de cemento de doble propósito que podría convertir estructuras de concreto en sistemas de almacenamiento de energía

Por Deborah R. Huso

Un equipo de investigadores en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, MA, USA, espera que el concreto desempeñe un papel que vaya más allá del meramente estructural. Admir Masic, profesor asociado y codirector del Centro de Materiales Conductores de Electrones a base de Carbono y Cementantes (MITEC³), dijo: “Comenzamos a pensar sobre el concreto como los huesos de nuestro cuerpo. Estos [huesos] son elementos portantes, pero tienen muchas otras funciones en nuestra biología”. Esto llevó al equipo a considerar qué otras funciones puede realizar el concreto, como almacenar y conducir la energía. Masic añadió: “Esto nos abrió a visión completamente nueva sobre infraestructura”.

Dado que el concreto ya es el componente de construcción más usado en el mundo, tiene sentido que este pueda almacenar y conducir energía a las edificaciones. Por esto, el equipo del MIT investigó el desarrollo de capacitores de concreto. Al combinar cemento, agua y hollín ultrafino a escala nanométrica, se puede formar una “nanorred” conductora dentro del concreto, y este material se puede utilizar para crear electrodos. Cuando este es combinado con otros materiales adicionales, estructuras comunes como muros, aceras y puentes pueden crear capacitores con capacidad de almacenar y descargar energía eléctrica. Por lo tanto, el siempre presente concreto en ciudades podría, algún día, extenderse como un sistema gigantesco de almacenaje de energía.

Cómo Funcionan las Estructuras de Almacenamiento de Energía

La idea de estructuras de almacenamiento de energía no es nueva. De acuerdo a Yury Gogotsi, profesor de ciencia de materiales e ingeniería en la Universidad Drexel, Filadelfia, PA, EE. UU., desde hace al menos dos décadas, los investigadores han estado estudiando cómo almacenar energía eléctrica en todo tipo de elementos, desde el empaque de equipos electrónicos hasta el fuselaje de aviones. “La idea en sí misma es emocionante”, mencionó, “pero no existen productos reales”.

A pesar de considerarse a sí mismo como “un químico del cemento”, Masic siente una gran pasión por lograr que este material sea neutro en carbono. “Cuando me uní al MIT, sentí que debíamos encontrar la manera de hacer que los materiales cementantes fueran neutrales en carbono”, Masic mencionó, “pero parecía fundamentalmente imposible el encontrar una alternativa que cumpliera con los requisitos de costos”.

Esto condujo al equipo del centro MITEC³ a empezar a pensar en un concreto multifuncional que pueda evitar emisiones. El resultado fue el desarrollo del cemento de carbono conductor de electrones (EC³).

Los investigadores mezclaron cemento estándar, agregados, aditivos comunes y agua con hollín. A medida que el concreto resultante se endurece, las partículas de carbono forman una red a nanoescala que permite que fluya la electricidad, generando en esencia un electrodo de concreto. Si dos de estos electrodos son separados por un medio poroso (por ejemplo, concreto sin carbono o una manta cerámica) impregnado de electrolitos, se crea un super capacitor (un dispositivo de almacenamiento de energía similar a una batería que no implica reacciones electroquímicas) ver Fig. 1. La meta a largo plazo es almacenar energía y, rápidamente, cargar y descargar, durando decenas de miles de ciclos sin deterioro.

Masic explicó: “imagina conectar y cargar un teléfono en una columna prefabricada. La columna es un elemento de carga del edificio, pero durante el día, está recolectando energía a través de paneles solares y proveyendo energía a bajo costos: Tu columna se convirtió en una batería”.

Si bien Masic reconoció que el concepto general no es extraordinario, lograr que este funcione a escala y de manera asequible es otra cuestión. Incluso al funcionar, utilizar nano partículas de carbono que se ensamblan automáticamente creando una red nano-conectada de cableado permitiendo a la energía moverse a través de una columna es una propuesta costosa. De acuerdo con Gogotsi, experto en nanotecnología y almacenaje de energía química, “Lo que necesitamos para transformar una losa de concreto en un equipo de almacenaje de energía es capacidad eléctrica. En vez de solo utilizar componentes de concreto convencionales, se necesitará añadir mucho material conductor, en este caso, carbono. Esto genera un problema de costo y resistencia”.

Segundo, Gogotsi explicó, se necesitará electrolitos. De utilizarse electrolitos de baterías convencionales (como litio en un solvente orgánico), el cual es inflamable y no puede reemplazarse, no funcionaría en esta aplicación. Por esto, se debería utilizar un sistema en base a agua. “Pero el agua se descompone a partir de aproximadamente 1 voltio, y tendrás un super capacitor de muro de concreto con 10 veces menos energía en comparación con la mayoría de los dispositivos actuales [de almacenamiento de energía]”.

Masic reconoció este inconveniente, recalcando que un capacitor de concreto es diferente a una batería convencional, la cual tiene una gran capacidad de almacenaje de energía.

Sin embargo, Masic replicó que la energía en un EC^3 se origina de una carga electrostática por desplazamiento, por esto tiene una capacidad de resistir mucho mayor número de ciclos sin perder su desempeño como sucede con baterías convencionales. “Esto les daría a las columnas siglos de rendimiento”, Masic añadió. “Eso es fundamental porque lo que quieres es construir una casa que sea duradera y eficiente desde el punto de vista energético”.

Él concibió el uso de estos capacitores de concreto para energizar hogares. Masic dijo: “Si utilizas este concreto para construir un típico sótano, en teoría podría almacenar suficiente energía para energizar la casa completa por todo un día”. Cinco metros cúbicos de EC^3 , aproximadamente el volumen de un típico muro de sótano, puede almacenar suficiente kilowatt-hora de energía para alimentar un hogar promedio.

Los investigadores del MIT construyeron recientemente un arco pequeño compuesto por concreto EC^3 con capacidad de energizar una bombilla LED de 9 volts manteniendo su capacidad de carga. Al incrementar la carga sobre el arco, la bombilla LED respondió parpadeando, esto sugirió que el concreto EC^3 quizás sea capaz de detectar el esfuerzo y aportar información sobre si un edificio o un puente estaría sometido a mucho esfuerzo, por ejemplo, debido a altas cargas de viento o envejecimiento estructural.

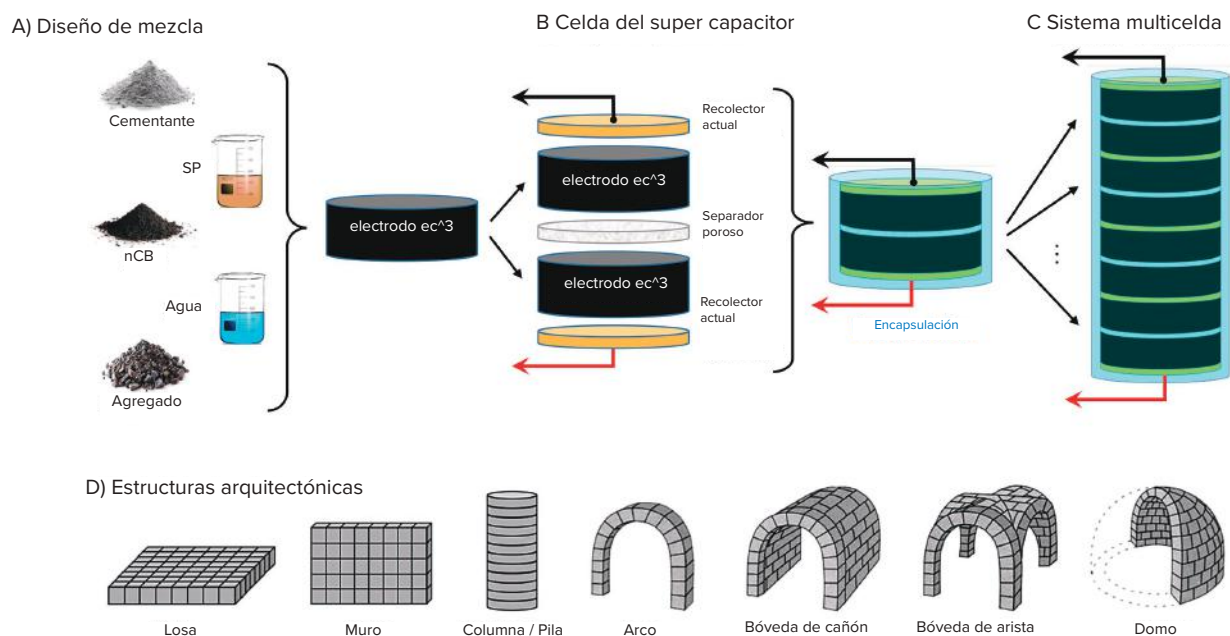


Fig. 1: Diagrama de capacitores usando electrodos de EC^3 y separadores porosos. Las unidades de capacitores encapsulados pueden ser instalados en estructuras portantes de carga y utilizados para almacenar energía generada por, por ejemplo, paneles solares (el diagrama proviene de la referencia 1).

Masic opina que existe el potencial, por ejemplo, si el EC³ es usado para la cimentación de un hogar, podría reducir la huella de carbono del cemento hasta un 35% cada año que la cimentación recolecte, almacene y conduzca energía de los paneles solares conectados. Él dijo que, “en 3 años, podrías obtener una cimentación de carbono neutral. Luego de esto, cada año que ésta sea usada, estás básicamente salvando el planeta”.

“No necesitamos minerales de tierras raras para lograrlo”, afirmó Masic. “El concreto tiene una larga vida útil, y [EC³] no requiere una reacción química para conducir la energía como lo hace una batería”.

De acuerdo con Gogotsi, existen complicaciones adicionales, “si los muros con electrolitos de la casa están húmedos de manera constante, se deberá sellar o el agua se evaporará y las sales de los electrolitos podrían exudar de los poros”. Mientras él podría aceptar la posibilidad de construir estructuras de concreto conductivas en el fondo marino, usando el agua marina como electrolitos, añadió que el refuerzo convencional podía corroerse, entonces esto requeriría el uso de costosas fibras de carbón o acero inoxidable.

Adicionalmente, Gogotsi resaltó, las baterías y super capacitores son normalmente fabricadas con capas de metal, mantos de carbono o papel usados para recolectar la corrientes y capas de electrodos que necesitan ser separados para prevenir cortos circuitos. En lugar de simplemente colocar concreto sobre las capas, se deberá ir colocando cuidadosamente capas de materiales en capas delgadas, esto genera incrementos en el costo de fabricación. Él preguntó “Considerando estos factores, ¿sería ideal usar menores cantidades de concreto de mayor resistencia, económico y duradero, usando baterías o super capacitores separados para incorporar el almacenaje de energía?”

“Hasta ahora nadie ha mostrado, de manera convincente, que el concreto es una mejor fuente de almacenaje de energía, especialmente considerando los ciclos de vida del concreto”, añadió Gogotsi. “Las estructuras del concreto son construidas para durar décadas. Se debe entender que la estructura se convertirá en una fuente menos eficiente para almacenar energía a través del tiempo”.

Pruebas en Condiciones Reales en Marcha

Masic prevee la tecnología EC³ del MIT incluyéndose en concreto prefabricado o en un elemento de cimentación. Una cimentación de 1 m (3 pies) de profundidad, por ejemplo, podría contener una cantidad de módulos capacitores de EC³ integrados en concreto convencional colocado en obra.

Sin embargo, las cimentaciones prefabricadas son menos comunes en Estados Unidos que otros lugares como Japón, donde la tecnología de los investigadores del MIT ya se está probando y aplicando en entornos reales. En Sapporo, Japón, el centro MITEC³ ha colaborado con la corporación Aizawa Concrete para construir aceras climatizadas las cuales almacenan y conducen energía térmica del sol para derretir nieve (Fig. 2). En una acera estándar, Masic comentó, se podría ahorrar 20 a 25% de emisiones de carbono en comparación con la típica tecnología, como sales, de derretimiento de nieve sin la contaminación de fuentes de agua o perjudicar vehículos e infraestructura.

Las pruebas en Sapporo mostraron que losas con EC³ pueden derretir nieve en minutos, esto sugiere que este concreto conductivo podría eventualmente reemplazar las sales descongelantes. “Para estructuras con autocalentamiento, ya alcanzamos el mercado”, Masic destacó, “ya que somos más baratos que las alternativas de autocalentamiento disponibles.”



Fig.2: Demostración de paneles de autocalentamiento EC³ en Odori Park en Sapporo, Japón. (foto cortesía de MITEC³ y Aizawa Concrete)

Seiji Nakamura miembro sénior del Instituto de Investigación Técnica de Aizawa, quien conectó con los investigadores del centro MITEC³ en 2019, dijo “el concreto conductivo parecía ser un sueño para un ingeniero del concreto.” Pero hoy en día, mencionó Nakamura “en el 2026, esto ya no es un sueño; esta solución podría salvar el mundo.”

Nakamura predice dos tipos de usos en Japón para el futuro no tan distante: calentar concreto para derretir nieve y el uso de concreto conductivo para proveer energía en hogares. “Hemos recibido múltiples solicitudes de información, sobre esta tecnología, por parte del gobierno”, dijo.

La idea principal es encontrar la manera de almacenar y diseminar energía solar cuando el sol no brilla evitando el uso de baterías, las cuales son normalmente fabricadas usando tierras raras o sustancias dañinas. Los investigadores del MIT esperan que un día el EC³ pueda sustituir las necesidades de almacenamiento de energía, lo que podría permitir, por ejemplo, la creación de espacios de estacionamiento y vías que ofrezcan recarga para vehículos eléctricos, así como viviendas que puedan funcionar totalmente fuera de la red eléctrica.

El Dilema sobre el Costo

Para funcionar, por ejemplo, como la cimentación de un hogar, el EC³ deberá ser portante de carga. “Deberás considerar el refuerzo y la resistencia a la compresión”, Masic explicó. “Naturalmente, al agregar material como el carbón, comprometerás ligeramente el desempeño mecánico debido a que reducirás la hidratación del cemento.” Pero él argumentó que al añadir 10% de carbón nos permite seguir cumpliendo con las normas de desempeño estándares para el concreto.

Ya que el EC³ es cementante, Masic discutió que, este es compatible con el cemento portland. “Por esto, no afecta de manera significativa el diseño general de una estructura.” Añadió, “yo no excluyo algunas estrategias de refuerzo inspiradas en soluciones romanas, ya que estas aún existen después de 2000 años.”

Basado en las observaciones de los investigadores de tanto el MIT y el Instituto de Investigación Técnica de Aizawa, Masic no espera que las aplicaciones prácticas del EC³ estén distantes. “Dependerá del tipo de carbono requerido,” explicó. “Algunos de estos carbonos serán costosos y esto podría ser un factor limitante.”

Sin embargo, Masic percibe las posibilidades futuras de encontrar oportunidades de abastecimiento al implementar procesos de fabricación que producen carbono como un subproducto, similar a la obtención de hidrógeno del metano.

El componente más costoso es el carbono. “Uno de los retos es el proceso de manufactura del panel de concreto,” dijo Nakamura. “Toma mucho tiempo y es difícil mezclar con el hollín. Existe una gran cantidad de desperdicio de material y es un problema que estamos tratando de resolver y desarrollar un nuevo proceso de fabricación.”

Gogotsi sigue siendo escéptico, no obstante: “Lo que debemos entender es que el concreto se produce de forma extremadamente económica en grandes cantidades. Cualquier cosa que incremente el costo para mejorarlo, como usar fibras de carbono, lo limita a aplicaciones muy especiales.”

Él dijo que, en el presente, la tecnología es excesivamente costosa, con insuficientes beneficios, ya que una batería típica almacena más energía. “Quizás en un futuro distante esta funcionará en aplicaciones como en el fondo marino donde yace una fuente constante de agua salada que actuaría como un electrolito y si el costo de las fibras de carbono se reduce con el tiempo.” Un uso potencial sería en el almacenaje de energía de parques eólicos en alta mar.

Gogotsi utilizó como punto de referencia el concreto tridimensional (3D) impreso: “esta tecnología no estaba disponible hace 10 años y quizás este podría permitirnos un futuro material en capas de almacenaje de energía. Definitivamente se están tomando los pasos a largo plazo en dirección de viabilidad.”

¿Viabilidad a Futuro?

“Lo que puedo ver ocurriendo pronto son aceras con autocalentamiento”, dijo Masic. “Estamos construyendo algunas en Sapporo de un kilómetro de longitud. Estas no requieren carbonos especiales, por esto puedo ver la tecnología avanzando rápidamente a usos reales.”

Él reconoció el reto mayor para la arquitectura de conductores de energía: “En lo que respecta al almacenaje de energía, depende del interés en independencia de la red eléctrica.” Es restrictivo para los propietarios alcanzar un costo adecuado usando EC³ para la separación de red eléctrica. Pero hay dos beneficios claves en la utilización de concreto

de almacenaje de energía que podría incrementar la asequibilidad y estabilidad, de acuerdo con Masic son: la eventual transición de fuente de energía de la red eléctrica a paneles solares sin el uso de baterías y la necesidad de almacenaje de energía de forma segura.

A pesar del escepticismo de Gogotsi, Masic respondió rápidamente creyendo que la investigación sobre concreto conductor debería continuar. Él resaltó que “existen muchos lugares con grandes cantidades de materiales de carbono, pero sin piedra caliza,” lo que podría convertir el uso de EC³ o similares tecnologías más económicos. “Probablemente existen situaciones especiales donde esta tecnología podría ser útil, como la construcción de infraestructura en lugares remotos.”

Aun así, Gogotsi reconoció que “el tener una edificación con capacidad de almacenar energía podría ser una solución perfecta, pero aún estamos lejos de alcanzar su practicidad y aplicación a gran escala.”

“Almacenaje de energía gratuito y seguro es nuestro objetivo”, explicó Masic. “Esta tecnología parece escalable sin depender de litio u otros minerales de tierras raras.” Masic también cree que los primeros en adoptar las soluciones de baja densidad energética como EC³ serán los centros de datos “que querrán tener acceso a energía que proviene del sol de forma gratuita.”

Nakamura reconoció que la producción en masa sería muy difícil en este momento, pero agregó: “Esta tecnología podría salvar a la industria del concreto y salvar al mundo, y debemos llevara cabo esta retadora labor.”

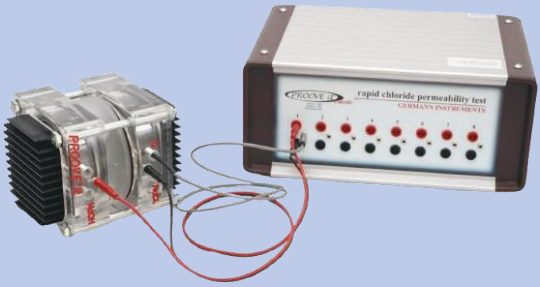
Referencias

1. Stefaniuk, D.; Weaver, J.C.; and Masic, A., “High Energy Density Carbon–Cement Supercapacitors for Architectural Energy Storage,” Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, V. 122, No. 40, Sept. 2025, Article No. e2511912122. doi: 10.1073/pnas.251191212
2. MITEC³, “Self-Heating Panels Demo in Sapporo, Japan,” MIT Electron-Conducting Carbon-Cement-Based Materials Hub, Dec. 2024, <https://eccube.mit.edu/2024/12/23/self-heating-panels-demo-in-sapporojapan/>.

**Germann Instruments**
The Pioneer of Innovative Nondestructive Test Systems for Concrete

Proove'IT

El sistema PROOVE'it es un equipo de laboratorio diseñado para evaluar la resistencia del concreto a la penetración de iones cloruro, un parámetro clave para estimar la durabilidad de estructuras reforzadas.



germann@germann.org
8845 Forestview Rd Evanston IL, 60293 USA

Normativa aplicada:

El equipo permite realizar múltiples ensayos estandarizados, incluyendo ASTM C1202 (RCPT), ASTM C1760 (conductividad eléctrica) y métodos de migración de cloruros como NT Build 492 o EN 12390-18.

El PROOVE'it cuenta con hasta ocho canales de medición simultáneos, control preciso de voltaje y software de adquisición de datos, lo que facilita el control de calidad, la optimización de mezclas y el diseño de vida útil de estructuras.



Contáctanos

Productos

Deborah R. Huso es la directora creativa y miembro fundador de WWM, Farmington, Nuevo México, Estados Unidos. Ha escrito para varias publicaciones de negocios como Ascent, U.S. News & World Report, Concrete Construction and Construction Business Owner. Ha brindado soporte en el desarrollo de páginas web y contenido para varias compañías de construcción como Cultured Stone y Trex Company Inc.



Título original en inglés:

Current-Carrying Concrete

Researchers are studying development of dual-function cement that could turn concrete structures into energy storage systems

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo República Dominicana



*Traducción y
Revisión Técnica:*
Ing. Piero Caputo

Código ACI-562-25: Cambios en las disposiciones de diseño de reparación

por Aaron Larosche y Paul Ziehl

Estructuras de Concreto Existentes—Aprendiendo lecciones y avanzando soluciones

El Comité ACI 562, Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Estructuras de Concreto, se esfuerza por promover la práctica de la ingeniería y mejorar la reparación y rehabilitación de estructuras de concreto existentes. El comité se encarga de ayudar a ingenieros, funcionarios de construcción, contratistas, propietarios, inspectores y otros actores, transmitiendo información con mayor detalle del que es posible únicamente a través de Código ACI-562. Con este fin, y con la esperanza de mejorar estos documentos, los miembros del comité están ofreciendo una serie de artículos bajo el tema principal “Estructuras de Concreto Existentes—Aprendiendo lecciones y avanzando soluciones”.

A través de esta serie, los miembros esperan explicar la justificación detrás de algunos de los cambios recientes en Código ACI-562, así como compartir problemas de ejemplo, ideas, conceptos y reflexiones discutidas en las reuniones del Comité ACI 562. También se espera que la serie aborde preguntas de los sectores de ingeniería y construcción, solicite respuestas a problemas, y revise áreas que requieran investigación y desarrollo futuro del Código.

Cada artículo abordará un tema relacionado con la evaluación, reparación o rehabilitación de estructuras de concreto existentes. Los temas se seleccionarán con la intención de aumentar la conciencia, mejorar la comprensión y ampliar las perspectivas relacionadas con este importante tema.

Los usuarios de Código ACI-562-25, “Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures—Code Requirements and Commentary”¹, ((Código de evaluación, reparación y rehabilitación de estructuras de concreto existentes; Código, requisitos y comentarios) probablemente necesitarán diseñar o especificar algún tipo de reparación o rehabilitación. Las disposiciones del Capítulo 9—Diseño de Reparaciones, tienen como propósito orientar al diseñador y establecer normas mínimas para las reparaciones. Algunas de las revisiones significativas realizadas al Capítulo 9 en la edición 2025 del Código se destacan brevemente en este artículo. Además del Capítulo 9, la finalización de los diseños de reparación y sus componentes requiere material de otros capítulos, entre ellos: Capítulo 5—Cargas, Combinaciones de Carga factorizadas y Factores de Reducción de Resistencia; Capítulo 7—Resistencia al Fuego, Evaluación y Reparación de Daños; Capítulo 8—Detalles de Refuerzo y Condición para la Evaluación Estructural y el Diseño de Reparación; Capítulo 10—Durabilidad; y Capítulo 12—Documentos de Construcción.

Definiciones revisadas

El Código define “rehabilitación” y “reparación” por separado, considerando la reparación como una subcategoría del término más amplio de rehabilitación:

- “rehabilitación: reconstrucción o modificación de una estructura existente que incluye, entre otros: reparación; refuerzo; readecuación sísmica; mejora de la durabilidad; y adiciones, alteraciones o cambio de uso.
- reparación: la reconstrucción, reemplazo o renovación de partes de concreto de una estructura existente con el propósito de su mantenimiento o para corregir daños, deterioro o construcción defectuosa”¹.

El Comentario agrega una nota respecto a esta última definición:

- “reparación: La definición está adaptada del IEBC y es específica para la reparación de estructuras de concreto existentes. Las reparaciones pueden incluir acciones para restablecer la capacidad estructural o mejorar la funcionalidad en servicio”¹.

Estas definiciones desempeñan un papel importante en el Código y en las decisiones que debe tomar el profesional de diseño con licencia (LDP, por sus siglas en inglés) al aplicarlo. En esencia, el Código asocia la reparación con el retorno de un elemento a su condición original antes de que ocurriera el daño, o con la restitución de un elemento a la intención original de diseño. Un ejemplo de reparación podría ser la preparación, colocación y curado de un nuevo material cementicio en una sección de concreto descascarado. Si el descascaramiento ocurrió como resultado de refuerzo corroído, la “reparación” también incluiría la limpieza del acero existente para eliminar los productos de corrosión y, posiblemente, el reemplazo de la sección de acero perdida. De manera similar, el reemplazo de concreto con oquedades por un nuevo material cementicio de reparación, como se muestra en la Fig. 1, también constituye una reparación según lo define el Código.

La rehabilitación implica el refuerzo o la modificación de un miembro o estructura, e incluye la incorporación de nuevos elementos estructurales, el aumento de sección de miembros existentes (Sección 9.6 del Código), o el refuerzo con refuerzo suplementario (Sección 9.8). La rehabilitación puede ser necesaria, por ejemplo, si una estructura existente no tiene capacidad suficiente para resistir las cargas existentes o las nuevas cargas aplicadas. Un ejemplo de este tipo de rehabilitación se muestra en la Fig. 2, donde una columna ha sido reforzada con un envoltorio de polímero reforzado con fibra (FRP) y se está instalando un nuevo capitel.



Fig. 1. Superficie encofrada que presenta concreto con oquedades (honeycomb) que necesita reparación: (a) antes de la reparación; y (b) después de la reparación (fotografía cortesía de Pivot Engineers, PLLC)

Disposiciones basadas en el desempeño

El Capítulo 9, al igual que otros capítulos de Código ACI-562-25, contiene principalmente disposiciones basadas en el desempeño. Por ejemplo, la Sección 9.2.2 establece:



Fig. 2. Fotografía de avance de una columna de concreto dentro de un proyecto de rehabilitación. Se ha añadido un envoltorio de FRP a la columna, y se han instalado el refuerzo y el encofrado para un capitel. La rehabilitación se completará instalando y apuntalando el encofrado inferior, seguido del bombeo de concreto a través del tubo visible en el lado cercano del encofrado (fotografía cortesía de Pivot Engineers, PLLC)

“El profesional de diseño con licencia deberá establecer los criterios de servicio aceptables para el diseño de la reparación”¹.

Por lo tanto, es responsabilidad del LDP definir los límites aceptables de los distintos estados límite de servicio del miembro—límites que de otro modo podrían estar definidos por otros documentos del Código. Esto puede incluir límites aceptables para deflexiones, ancho de fisuras o esfuerzos.

El Código reconoce las numerosas permutaciones de alternativas de reparación y la variabilidad de situaciones en las que puede requerirse una reparación. Sería una tarea monumental desarrollar requisitos prescriptivos que cubran todos los escenarios de resistencia, durabilidad y servicio, manteniendo al mismo tiempo un alto estándar de calidad de reparación. Esto difiere del caso del diseño de construcción nueva, donde los criterios de diseño prescriptivos, como los límites de deflexión por carga viva, pueden codificarse para asegurar el desempeño satisfactorio de diversos elementos.

La naturaleza basada en el desempeño de las disposiciones de Código ACI-562-25 fomenta el uso del juicio ingenieril, la creatividad, y el desarrollo y uso de nuevas ideas y técnicas de reparación. Debido a que las disposiciones del Código están en gran parte basadas en el desempeño, el Comentario asociado suele ser extenso y dirige a los usuarios hacia recursos o ayudas que asisten en el cumplimiento de las disposiciones del Código.

Una excepción a los requisitos basados en el desempeño del Capítulo 9 se encuentra en la Sección 9.3.4, que establece:

“Las reparaciones en superficies elevadas o verticales deberán encapsular el refuerzo existente o deberán reforzarse a través de la interfaz de adherencia”¹.

Esta disposición no es nueva, pero ha cambiado respecto a Código ACI-562-21² y ahora exige de manera más explícita que el refuerzo atraviese las interfaces de las reparaciones en superficies verticales y elevadas. Como se señala en el Comentario asociado, el Código exige el refuerzo por redundancia en las reparaciones que presentan el mayor riesgo de caída de escombros.

Cambios en la edición 2025

En la edición 2021, las disposiciones de diseño se encontraban en el Capítulo 7—Diseño de Reparaciones Estructurales.

Muchas de las disposiciones de la edición 2021 en la Sección 7.6—Consideraciones de diseño y detallado, han sido revisadas e incorporadas al Capítulo 9 y a otros capítulos de la edición 2025. El nuevo contenido del Capítulo 9 incluye la Sección 9.6—Reparación por aumento de sección; la Sección 9.7—Reparación de concreto presforzado; y la Sección 9.8—Reparaciones mediante el uso de refuerzo suplementario.

Esta última sección incluye subsecciones para la reparación con sistemas suplementarios de FRP, postensado suplementario con acero, y otros sistemas de refuerzo, tales como barras cercanas a la superficie (NSM, near-surface-mounted) y refuerzo de acero externo.

A diferencia de la edición 2021 y ediciones anteriores del Código, la edición 2025 no incluye una disposición que establezca que la reparación con FRP esté permitida. Tampoco incluye comentario alguno sobre el uso de FRP para reforzar miembros. En su lugar, la edición 2025 establece que el diseño del refuerzo utilizando FRP deberá realizarse de acuerdo con Código ACI-440.13-24, “Strengthening Structural Concrete with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Systems—Code Requirements and Commentary.”³ (Reforzamiento de concreto estructural con sistemas de polímeros reforzados con fibra (FRP). Requisitos del Código y Comentarios)

La necesidad de un código para el refuerzo de miembros de concreto utilizando FRP fue identificada durante el desarrollo de Código ACI-562-21. El Comité ACI 440 formó posteriormente un subcomité dedicado a abordar esta tarea. En un logro monumental, ese grupo completó Código ACI-440.13-24 aproximadamente un año antes de la publicación de Código ACI-562-25. Código

ACI-440.13 codifica la práctica de diseño y las recomendaciones presentadas en ACI PRC-440.2-23, “Design and Construction of Externally Bonded Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Systems for Strengthening Concrete Structures—Guide”⁴.

Código ACI-440.13 continuará expandiéndose e incorporando nueva información que pueda ser aplicable al diseño de reparación o rehabilitación utilizando Código ACI-562 y otros códigos ACI.

Las disposiciones para la consideración del fuego en el diseño de reparaciones, anteriormente contenidas en la Sección 7.9 de la edición 2021, han sido ampliadas, y ahora incluyen disposiciones de evaluación, presentadas en el nuevo Capítulo 7—Resistencia al Fuego, Evaluación y Reparación de Daños.

De manera similar, las disposiciones relacionadas con el diseño y detallado del refuerzo se han trasladado al Capítulo 8—Detalles de Refuerzo y Condición para la Evaluación Estructural y el Diseño de Reparación. Estas nuevas disposiciones fueron destacadas en un artículo reciente de esta serie ⁵.

Diseño de interfaces

El diseño en las interfaces entre concreto nuevo y existente ha sido un tema que el Comité ACI 562 y otros comités del ACI han intentado mejorar continuamente. Convencionalmente, el cortante ha sido la fuerza de interfaz principal considerada en ediciones anteriores de Código ACI-562. Código ACI-318-25⁶, las AASHTO LRFD Bridge Design Specifications⁷, y el PCI Design Handbook⁸ también presentan disposiciones de diseño enfocadas únicamente en las fuerzas de cortante interfacial.

Las disposiciones de Código ACI-562-25 en el Capítulo 9 reconocen que, además del cortante, las fuerzas de diseño en la interfaz pueden incluir tensión y compresión, así como una combinación de dichas fuerzas. En consecuencia, se han incluido nuevos factores de reducción de resistencia, ϕ , para las fuerzas de compresión y tensión en las interfaces, en la Tabla 5.3.2 del Capítulo 5.

Las nuevas disposiciones para el diseño en interfaces amplían el uso de ensayos específicos del proyecto para determinar la capacidad de tensión o de cortante en la interfaz. Estas disposiciones permiten al LDP establecer dichas capacidades utilizando los medios, métodos y materiales que se implementarán en las reparaciones finales.

Si el LDP opta por no utilizar ensayos específicos

del proyecto, la capacidad máxima de adherencia en la interfaz se limita a 0.33 MPa (48 psi) para tensión interfacial o a 0.41 MPa (60 psi) para cortante interfacial. Se puede obtener capacidad adicional considerando el refuerzo que atraviesa la interfaz, el cual el diseñador está autorizado a utilizar en lugar de la adherencia interfacial. Con base en la experiencia de los miembros del comité y según lo reportado en la literatura⁹, la capacidad de cortante en las interfaces puede, en ciertas circunstancias, exceder las disposiciones vigentes del Código.

Para implementar los ensayos específicos del proyecto, el LDP y el contratista deben colaborar para realizar una serie de ensayos que determinen la capacidad de tensión o de cortante en la interfaz. Idealmente, estos ensayos se realizan sobre el sustrato de concreto que se está reparando e incluyen los materiales de reparación de concreto que se pretenden colocar durante el proyecto. Los medios y métodos de preparación de superficie y colocación del concreto para los ensayos específicos del proyecto también deben ser los mismos que se prevén para las reparaciones posteriores del mismo.

Una vez que el material de reparación ha curado, se realizan ensayos para determinar la resistencia de adherencia en la interfaz. Si bien el ASTM C1583/C1583M-20¹⁰ es un método comúnmente utilizado para determinar esta resistencia, también se han utilizado con éxito otros métodos de ensayo^{11,12}.

La resistencia característica a la tensión, f_{ti} , se determina como:

$$f_{ti} = f_{test} - k_b \cdot s_b \quad (\text{ACI 562 Ec. 9.4.3.3})$$

donde f_{test} y s_b son el promedio y la desviación estándar, respectivamente, de los ensayos de resistencia de adherencia medidos; y k_b es un factor de tolerancia. Como se muestra en la Tabla 9.4.3.3 del Código, los valores de k_b varían entre 5.31 y 2.21 para datos que van de 3 a 20 ensayos de resistencia de adherencia, respectivamente. La resistencia característica se utiliza luego para el diseño de otras interfaces del proyecto. Además, la Sección 9.4.4.4 del Código permite que el valor característico de la resistencia a cortante en la interfaz, v_{ic} , se tome igual al valor de f_{ti} determinado mediante ensayos.

Disposiciones de fricción-cortante

Un cambio también realizado, corresponde a las disposiciones relativas al refuerzo que atraviesa la interfaz. Las Secciones 9.4.4.5 y 9.4.4.6 limitan la magnitud de la capacidad a tensión a la capacidad desarrollada del refuerzo de cortante dedicado que atraviesa una interfaz, tanto en el concreto previamente endurecido (material parental) como en el concreto recién colocado (material de reparación). Estas disposiciones abordan una situación que es frecuente, y que a menudo rige, en el diseño de reparaciones: el espacio insuficiente para desarrollar la resistencia de fluencia del refuerzo que atraviesa una interfaz.

Considere el caso de una viga que se aumenta en su peralte agregando 200 mm (8 pulg.), como se muestra en la Fig. 3. El aumento de sección puede depender de la fricción-cortante para transferir el cortante a través de la interfaz horizontal entre la cara inferior de la viga existente (rugosa para recibir el nuevo concreto) y la superficie superior del concreto recién colocado que conforma el aumento de sección. Como ocurre en el ejemplo mostrado, no siempre es práctico o posible desarrollar completamente el refuerzo instalado posteriormente (en este caso, vertical) que atraviesa la interfaz de reparación. Si el diseño se realiza estrictamente de acuerdo con Código ACI-318-25, el LDP enfrenta un dilema. El esfuerzo de fluencia, f_y , requerido por la ecuación de resistencia a fricción-cortante, no puede desarrollarse en el refuerzo. Sin embargo, modificar la sección para dar cabida a la longitud de desarrollo del refuerzo de cortante resulta irracional y podría someter a la estructura a cargas excesivas y/o a una geometría insatisfactoria.

Como se indica en la Sección R9.4.4.5 del Comentario, la fricción-cortante depende de una fuerza de sujeción (clamping force) que mantiene unidos los concretos parental y de reparación a ambos lados de la interfaz de cortante. La magnitud de la fuerza de sujeción es igual a la fuerza de tensión que puede desarrollarse en el refuerzo que atraviesa la interfaz. Por lo tanto, las nuevas disposiciones hacen necesario desarrollar suficiente fuerza, no la resistencia de fluencia del refuerzo de cortante, para lograr la transferencia de cortante necesaria.

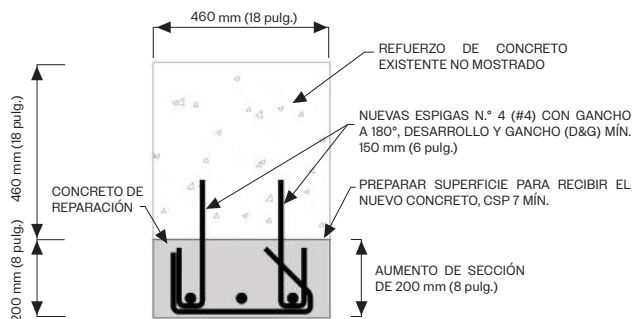


Fig. 3. Detalle de ejemplo para un aumento de sección de una viga (detalle cortesía de Pivot Engineers, PLLC)

Documentos complementarios

Al igual que Código ACI-318-25, Código ACI-562-25 es una norma que orienta a los LDP. El Código no está destinado a ser utilizado para dirigir a un contratista de reparación, y sus disposiciones no están destinadas a copiarse en los documentos del proyecto de reparación. Más bien, el LDP puede dirigir al contratista de reparación incorporando ACI SPEC-563-25¹³ como una especificación de referencia citada en las especificaciones del proyecto. Así, ACI SPEC-563 acompaña al Código ACI-562, de manera similar a como ACI 301-20¹⁴ acompaña al Código ACI-318.

Agradecimientos

En representación de todos los miembros del Comité ACI 562, ha sido un placer trabajar en el desarrollo del Código ACI-562-25. El comité trabajó incansablemente para desarrollar y mejorar la edición 2021, ampliando las disposiciones y codificando la práctica existente dentro de la comunidad de reparación.

Al igual que otros comités de códigos de ACI, el Comité ACI 562 se disuelve al concluir cada ciclo, y se forma un nuevo comité para el siguiente ciclo. Esperamos con interés ver cómo el nuevo comité continuará mejorando el Código ACI-562 y qué nuevas disposiciones se incluirán en la edición 2031.

Referencias

1. ACI Committee 562, "Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures—Code Requirements and Commentary (ACI CODE-562-25)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2025, 134 pp.
2. ACI Committee 562, "Assessment, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures—Code and Commentary (ACI CODE-562-21)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2021, 88 pp.

3. ACI Committee 440S, "Strengthening Structural Concrete with Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Systems—Code Requirements and Commentary (ACI CODE-440.13-24)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2024, 57 pp.
4. ACI Committee 440, "Design and Construction of Externally Bonded Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Systems for Strengthening Concrete Structures—Guide (ACI PRC-440.2-23)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2023, 109 pp.
5. Feldman, L.R., "Evolution of ACI CODE-562-25," Concrete International, V. 47. No. 11, Nov. 2025, pp. 48-51. doi: 10.14359/51749280
6. ACI Committee 318, "Building Code for Structural Concrete—Code Requirements and Commentary (ACI CODE-318-25)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2025, 702 pp.
7. AASHTO, "AASHTO LRFD Bridge Design Specifications," 10th edition, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, DC, 2024.
8. MNL-120-25, "PCI Design Handbook," ninth edition, Precast/Prestressed Concrete Institute, Chicago, IL, 2025.
9. Becker, M.E., "Investigation of Bond in Unreinforced Concrete Interfaces for Partial Depth Repairs and New Construction," master's thesis, Department of Civil Engineering, The University of Texas at Austin, Austin, TX, 2020.
10. ASTM C1583/C1583M-20, "Standard Test Method for Tensile Strength of Concrete Surfaces and the Bond Strength or Tensile Strength of Concrete Repair and Overlay Materials by Direct Tension (Pull-off Method)," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020, 5 pp. doi: 10.1520/C1583_C1583M-20
11. Sprinkel, M.M., "Bond Strength between Shotcrete Overlay and Reinforced Concrete Base," Concrete Repair Bulletin, V. 29, No. 1, Jan./Feb. 2016, pp. 8-13.
12. Cardillo, C. J., "Testing Shear Strength of Concrete Cylinders Using the Iosipescu Method," master's thesis, Department of Civil Engineering, University of Colorado Denver, Denver, CO, 2018.
13. ACI Committee 563, "Repair of Concrete in Buildings—Specification (ACI SPEC-563-25)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2025, 66 pp.
14. ACI Committee 301, "Specifications for Concrete Construction (ACI 301-20)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2020, 69 pp.

Seleccionado por interés para el lector, por los editores.

Aaron Larosche, FACI, es Ingeniero Estructural Consultor en Pivot Engineers, en Austin, TX, EE. UU. Su experiencia incluye la investigación de fallas estructurales, la evaluación de estructuras existentes, la reparación estructural de concreto y los ensayos no destructivos de estructuras existentes. Durante su tiempo como ingeniero consultor, Larosche ha trabajado en proyectos en todo Estados Unidos y Centroamérica, cada uno con desafíos particulares. Miembro activo y ACI Fellow, es Presidente del Comité ACI 437S, Ensayos de Carga del Código de Estructuras de Concreto, y miembro de los Comités ACI 318, Código de Construcción de Concreto Estructural, y 562, Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Estructuras de Concreto.



Paul Ziehl, FACI, es Decano Asociado de Investigación en el Molinari College of Engineering and Computing y Profesor con nombramientos conjuntos en los Departamentos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Civil y Ambiental en la Universidad de Carolina del Sur, Columbia, SC, EE. UU. Ha apoyado y supervisado a nueve investigadores posdoctorales y a más de 40 investigadores de posgrado. Su trabajo ha sido patrocinado por el Departamento de Transporte de EE. UU. (USDOT), la Administración Federal de Carreteras (FHWA), el Departamento de Defensa/Departamento de Guerra de EE. UU. (DoD/DoW), la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), y la industria del concreto. Trabaja en la evaluación autónoma de puentes y estructuras nucleares mediante sentido e interpretación de datos. Es ACI Fellow y miembro del Comité ACI 562, Evaluación, Reparación y Rehabilitación de Estructuras de Concreto.



Título original en inglés:
**ACI CODE-562-25: Changes
to Repair Design Provisions**

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



Traducción:
**Est. Efrin Luis Albuja
Roque**



Revisión Técnica:
**Ing. Karen Jhazmin
Valencia Cruz**

CONCRETO

LATINOAMÉRICA

www.acilatinoamerica.com

Encuentra en nuestro sitio web

Publicaciones pasadas

Directorio de capítulos del ACI

Noticias y eventos

Publicaciones relacionadas



Preparación de Superficie para Recubrimientos Resinosos



El perfil de la superficie de concreto (CSP por sus siglas en inglés) es una medida de la textura o rugosidad de una superficie de concreto. Los métodos de preparación de la superficie tales como lavado a chorro abrasivo y esmerilado, son decisivos para lograr el nivel de CSP necesario para garantizar una adhesión fuerte entre el concreto y los recubrimientos resinosos.

Limpieza con chorro abrasivo

El lavado a chorro abrasivo¹ es un método común para preparar superficies de concreto, especialmente para lograr un CSP que favorezca una adhesión óptima para recubrimientos epóxicos. En este método, los materiales abrasivos se proyectan con fuerza contra la superficie, utilizando aire comprimido, agua u otro medio de alta velocidad. Los materiales abrasivos comunes incluyen arena, granalla de acero, microesferas de vidrio y otros materiales a base de escoria.

Consideraciones importantes para lavado con chorro abrasivo

- **Estándar para la Preparación de Superficies:** El Instituto Internacional de Reparación de Concreto (The International Concrete Repair Institute) (ICRI por sus siglas en inglés) desarrolló una escala de perfil de superficie de concreto (CSP) que es el estándar de la industria para la rugosidad de superficies. Un CSP 1 a 2 es una superficie suave con poca o nada de textura, en tanto que CSP 9 es altamente texturizado con rugosidad significativa, ideal para recubrimientos de alto rendimiento.²

- **Niveles de CSP:** El lavado a chorro abrasivo generalmente puede producir niveles de CSP que varían desde 3 (perfil ligero) hasta 9 (perfil intenso). El nivel deseado de rugosidad de la superficie depende del tipo de recubrimiento que se aplique y de las recomendaciones del fabricante. Por ejemplo, un sistema de recubrimiento industrial de alto espesor puede requerir un CSP de 6 a 9, en tanto que un recubrimiento estilo residencial más delgado puede requerir sólo de 3 a 4.
- **Material abrasivo:** La elección del material abrasivo influye en el CSP resultante. Por ejemplo, la granalla de acero gruesa o granate puede producir una textura más intensa con un CSP de 6 a 9. Los abrasivos más suaves como la arena pueden utilizarse para producir una textura más fina.
- **Presión y distancia:** La presión de aire utilizada en lavado con chorro abrasivo afecta la intensidad del perfil de la superficie. La presión más alta crea por lo general crea un perfil más profundo. La distancia entre la boquilla y la superficie también es importante; las distancias más cortas crean perfiles más intensos, en tanto que las distancias más alejadas producen texturas más finas.

Ventajas del lavado con chorro abrasivo

- Efectivo para áreas grandes.
- Elimina contaminantes, recubrimientos antiguos y óxido.
- Proporciona un perfil rugoso y limpio indispensable para recubrimientos de alta adherencia.

Limitaciones

- Requiere equipo especializado.
- Crea polvo, de manera que es necesario contar con ventilación apropiada, equipo de protección personal (EPP) y recolección de polvo.
- Tiene el potencial de dejar un efecto rayado sobre la superficie que puede percibirse al aplicar recubrimientos transparentes o translúcidos.

Esmerilado con Diamante

El esmerilado es otro método que se utiliza habitualmente para preparar superficies de concreto para recubrimientos epóxicos. Este método implica el uso de una herramienta abrasiva giratoria (por lo general son almohadillas de esmerilado con punta diamantada u otras de uso rudo) para desbastar mecánicamente la superficie, creando así el perfil deseado³.

Tipos de equipo de esmerilado

- **Esmeriladoras de mano:** Son adecuadas para áreas pequeñas o para la preparación de bordes, pero es posible que no proporcionen la uniformidad requerida para superficies más grandes.
- **Esmeriladoras de piso:** Las esmeriladoras más grandes, de operador a pie o de operador a bordo se utilizan para la preparación de superficies más extensas. Estas máquinas están equipadas con almohadillas giratorias de diamante o de fibras metálicas que esmerilan eficientemente la superficie de concreto, retirando contaminantes y creando un perfil rugoso.

Lograr niveles específicos de CSP con el esmerilado

- **CSP de 3 a 4:** Por lo general, el esmerilado ligero es suficiente para lograr un CSP de 3 a 4, ya que la superficie se desbasta para retirar pasta y contaminantes, proporcionando así una textura leve y abriendo los poros para permitir la adhesión apropiada del recubrimiento.

- **CSP de 5 a 6:** El esmerilado moderado con una herramienta de diamante de grado medio puede lograr un CSP de 5 a 6, proporcionando un perfil más intenso. En esta etapa, se retira por completo la capa superficial del concreto, junto con cualquier otra lechada o imperfecciones de la superficie.
- **CSP de 7 a 8:** Para un perfil más alto, se requiere esmerilado más intenso, utilizando abrasivos de diamante gruesos para crear una textura más rugosa. Esto es ideal para situaciones en las que es necesario una liga intensa, tal como en aplicaciones industriales o de uso rudo.

Ventajas del Esmerilado

- Proporciona una superficie limpia, ya que elimina con eficacia la mugre, aceite y recubrimientos antiguos.
- Permite mejor control sobre la profundidad del perfil.
- Es ideal para áreas más pequeñas o más detalladas en las que el lavado con chorro podría no resultar práctico.

Limitaciones

- El esmerilado puede requerir mucho tiempo, en especial para áreas grandes.
- El esmerilado en seco generará exceso de polvo, requerirá ventilación apropiada, EPP y equipo para recolección de polvo.
- Después del esmerilado será necesario realizar una limpieza adicional de la superficie para eliminar polvo y desechos.

Consideraciones importantes para esmerilado en húmedo

- Será necesario contener, aspirar y eliminar apropiadamente la lechada; nunca tirarla al drenaje. La limpieza implica una cantidad de tiempo considerable que se agrega al proceso de preparación.
- Los puntos a favor pueden incluir una cantidad mínima de polvo, vida más prolongada de la herramienta, una superficie más fresca y un acabado más liso.

- Las dificultades pueden incluir limpieza de la lechada y visibilidad reducida durante el esmerilado.
- Después de llevar a cabo el esmerilado en húmedo también se requerirá tiempo de secado adicional, para permitir que el nivel de humedad en el sustrato disminuya por debajo del nivel que se especifica para la aplicación del recubrimiento⁴.
- La mejor práctica sería el uso de esmerilado en seco siempre que sea posible y utilizar esmerilado en húmedo únicamente para situaciones extremas.

Elegir entre Lavado con Chorro y Esmerilado

- En términos generales el lavado a chorro es más eficaz para eliminar polvo, escamas o recubrimientos. También puede ser más eficiente cuando es necesario preparar áreas de superficie grandes de manera rápida e intensa.
- El esmerilado ofrece más control sobre la profundidad del perfil y es ideal para áreas delicadas o más pequeñas que requieran preparación precisa. También funciona mejor para pisos con contaminantes ligeros o cuando se necesita una textura mínima.

Mejores Prácticas para Preparación de Superficie

- Independientemente del método que se utilice, para lograr el nivel de CSP deseado se necesita poner atención al detalle:
- **Consistencia:** Ya sea lavado con chorro o esmerilado, es de suma importancia asegurarse que el perfil de la superficie sea uniforme en toda el área. Las variaciones en la textura pueden conducir a adhesión inconsistente del recubrimiento.
- **Limpieza:** Después de la preparación de la superficie, se requiere una limpieza exhaustiva para eliminar polvo, desechos y cualquier residuo de contaminantes. Para lavado a chorro abrasivo, puede utilizar aspirado o aire a presión para limpiar la superficie, en tanto que el esmerilado puede requerir

aspirado adicional y trapeado con solvente para garantizar que la superficie quede completamente libre de desechos⁵.

- **Probar el CSP:** Para confirmar el perfil correcto de la superficie, utilice un medidor de CSP o cinta réplica. Estas herramientas les permiten a los usuarios medir la textura y garantizar que el perfil cumpla con las especificaciones requeridas.

Resumen

En resumen, tanto el lavado con chorro abrasivo como el esmerilado son métodos efectivos para lograr el nivel correcto de CSP para recubrimientos resinosos. La elección entre los dos métodos depende de las necesidades específicas del proyecto, incluyendo el tamaño del área, el tipo de sustrato y el desempeño deseado del recubrimiento. La ejecución apropiada de estas técnicas garantiza que el recubrimiento resinoso se adhiera con eficacia, proporcionando un acabado resistente y de larga duración. Algunos recubrimientos resinosos requerirán un CSP más alto que otros. Consulte siempre los lineamientos del fabricante para lograr un CSP óptimo con cada producto específico.

Tanto el lavado con chorro abrasivo como el esmerilado con diamante, son métodos de preparación mecánica eficaces para lograr el CSP requerido para recubrimientos resinosos. Al seleccionar el método de preparación, deberá tomarse en consideración el tamaño del proyecto, la condición del sustrato, los requerimientos del sistema de recubrimiento y las expectativas del desempeño.

Lograr el perfil de superficie apropiado, verificar la limpieza y apegarse a las especificaciones del fabricante son pasos primordiales para garantizar la adhesión y durabilidad de largo plazo.

Referencias

1. ASTM D4259-88 (1999), "Standard Practice for Abrading Concrete," ASTM International, West Conshohocken, PA, 1988, 2 pp. doi: 10.1520/D4259-88R99.
2. ICRI 310.2R-2013, "Selecting and Specifying Concrete Surface Preparation for Sealers, Coatings, Polymer Overlays, and Concrete Repair," International Concrete Repair Institute, St. Paul, MN, 2013.
3. ACI Committee 503, "Use of Epoxy Compounds with Concrete (ACI 503R-93) (Reapproved 2008)," American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2017, 28 pp.
4. ASTM F2170-19a, "Standard Test Method for Determining Relative Humidity in Concrete Floor Slabs Using in situ Probes," ASTM International, 2020, 7 pp. doi: 10.1520/F2170-19A
5. SSPC-SPI3-NACE No. 6-2024, "Surface Preparation of Concrete," Association of Materials Protection and Performance, 2024, 25 pp. doi: 10.5006/SSPC-SPI3-NACE_No_6-2024



10025 Office Center, Suite 120, Sappington, MO 63128
Teléfono: +1.314.962.0210; Página Web: www.ascconline.org

Esta nota de mejores prácticas de la American Society of Concrete Contractors (Sociedad Americana de Contratistas en Concreto) la presentan los editores para interés del lector. Las opiniones expresadas no necesariamente son las del Instituto Americano del Concreto (American Concrete Institute). Se invita al lector a emitir sus comentarios.



Dramix® en los Puertos Estratégicos de México

La infraestructura portuaria es vital para el comercio exterior. Cada día, miles de toneladas de carga se mueven por **Veracruz, Manzanillo, Altamira, Dos Bocas y Guaymas**, desafiando a los pavimentos industriales con condiciones extremas: humedad, salinidad, tráfico constante de grúas y contenedores, y operación 24/7.

En todos estos puertos, **Bekaert ha sido protagonista** al reforzar los pisos con fibras metálicas **Dramix® 4D 65/60 BG**. Gracias a esta tecnología, se han construido pavimentos más resistentes, duraderos y sostenibles, capaces de reducir juntas, controlar la fisuración y garantizar continuidad operativa a largo plazo.

De manera especial, te compartimos el **caso del Puerto de Guaymas, Sonora**, donde Dramix® permitió diseñar un piso continuo y confiable frente a la agresividad del entorno marino.

Dramix® está presente en todos los puertos clave de México, asegurando que la infraestructura crítica del país cuente con pisos que no pueden fallar.

Acércate con nosotros para revisar juntos tu proyecto: +52 5518499120;
alejandro.figueroa@bekaert.com



Título original en inglés:
Best Practices in decorative concrete
Surface Preparation for
Resinous Coatings

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



Traducción:
**Lic. Ana P. García
Medina**



Revisión Técnica:
**Dr. Esteban
Astudillo de la Vega**

De cascos convencionales a cascos de seguridad

Los cascos convencionales y cascos de seguridad se clasifican, respectivamente, como cascos industriales Tipo I y Tipo II según ANSI/ISEA Z89.1². Aunque ambos tipos se evalúan dejando caer un percutor hemisférico sobre la parte superior del casco desde una altura especificada, los cascos industriales Tipo II se someten adicionalmente a evaluaciones de desempeño frente a impactos excéntricos en la zona superior e impactos laterales. Estos impactos representan aquellos que pueden producirse durante una caída, por lo que los cascos Tipo II proporcionan una mayor protección frente a las TBI.

P1. *¿Cuál es la diferencia entre un casco convencional Tipo I y un casco de seguridad Tipo II?*

R1. La principal diferencia es el nivel de protección que proporciona. El casco convencional Tipo I está diseñado para proteger contra impactos en la parte superior de la cabeza, como los producidos por caída de herramientas o materiales. Un casco de seguridad Tipo II proporciona la misma protección contra impactos en la parte superior, pero además protege contra impactos laterales, frontales y posteriores, que son comunes durante resbalones, tropiezos, caídas y contacto con equipos o estructuras. Los cascos Tipo II también incluyen un barbiquejo que ayuda a mantener el casco en la cabeza durante la caída y están diseñados con un revestimiento absorbente de energía que permite disipar de mejor manera las fuerzas de impacto y de rotación. Por lo tanto, los cascos de seguridad Tipo II ofrecen un nivel de protección considerablemente mayor frente a los tipos de lesiones en la cabeza que con mayor frecuencia se relacionan con lesiones graves y muertes en la industria de la construcción.

P2. *¿Por qué cambiar de cascos convencionales a cascos de seguridad?*

R2. Un estudio publicado en 2016 reportó que las lesiones cerebrales traumáticas (TBI, por sus siglas en inglés) son responsables por el 25% de todas las muertes en la industria de la construcción¹. Además, las investigaciones determinaron que un porcentaje elevado de las TBI en esta industria se debía a caídas.

P3. *¿Los cascos de seguridad son más calientes que los cascos convencionales?*

R3. Diversos estudios^{3,4} han comparado los cascos Tipo I y Tipo II. Los resultados generalmente muestran que:

- Los cascos Tipo II utilizados en construcción pueden sentirse más calientes, particularmente porque cubren una mayor parte de la cabeza e incluyen un barbiquejo; y
- La medición del estrés térmico fisiológico por calor (temperatura corporal, frecuencia cardíaca, tasa de sudoración) suele ser muy similar entre los cascos modernos ventilados y los cascos convencionales bajo condiciones típicas de trabajo en la construcción.

La evidencia sugiere que, aunque los cascos de seguridad puedan sentirse más calientes que los cascos convencionales, por lo general no producen un estrés térmico fisiológico sustancialmente mayor, especialmente cuando se utilizan diseños modernos ventilados junto con medidas adecuadas de control del estrés térmico.

P4. *¿Qué color de casco es más conveniente en condiciones de calor?*

R4. Los cascos de colores claros, como el blanco, amarillo, o gris claro, generalmente absorben menos calor solar que los colores oscuros como negro o azul profundo. Esto puede contribuir a mantener el casco a una menor temperatura cuando se trabaja directamente bajo la luz solar.

P5. ¿Todos los cascos tipo escalador (sin visera o con visera frontal) están clasificados como cascos Tipo II conforme ANSI/ISEA?

R5. No. Muchos cascos tipo escalador fueron diseñados originalmente para actividades recreativas o para trabajos de acceso mediante cuerdas y es posible que no cumplan con los requerimientos de ANSI/ISEA Z89.1 para obras industriales.

Siempre se debe verificar que el casco:

- Esté certificado conforme a ANSI/ISEA Z89.1;
- Esté clasificado como Tipo II; y
- Sea apropiado para los requisitos específicos de la obra, incluida cualquier clasificación eléctrica requerida (Clase E, G, o C).

La marcación ANSI puede localizarse en el interior del casco y debe verificarse antes de su uso.

P6. ¿Cómo puedo distinguir en una obra un casco convencional de un casco de seguridad?

R6. Aunque ambos proporcionan protección para la cabeza, los cascos de seguridad Tipo II generalmente incluyen características adicionales diseñadas para mejorar la protección.

Los cascos de seguridad Tipo II comúnmente cuentan con:

- Un barbiquejo seguro de cuatro puntos que ayuda a mantener el casco en su lugar durante una caída o un impacto;
- Mayor protección contra impactos en la parte superior, frontal, posterior, y laterales de la cabeza;
- Un sistema integrado de suspensión o de disipación de energía; y
- Mayor compatibilidad con accesorios como protectores faciales, protección auditiva, y luces.

Los cascos convencionales generalmente no incluyen un barbiquejo, a menos que este se incorpore por separado.

P7. ¿Un casco se ajustará correctamente si tengo el cabello largo o una cola de caballo?

R7. Si. La mayoría de los cascos de seguridad modernos Tipo II están diseñados para acomodar cómodamente el cabello largo, trenzas, moños o colas de caballo.

Muchos cascos cuentan con:

- Suspensiones ajustables con mecanismo de trinquete;
- Diseños de carcasa posterior que permiten espacio para colas de caballo colocadas en una posición baja; y
- Múltiples ajustes de tamaño para un ajuste seguro y cómodo.

El cabello nunca debe interferir con el sistema de suspensión ni impedir que el casco se ajuste correctamente.

P8. ¿Cuándo debo reemplazar mi casco?

R8. Siempre siga las recomendaciones de reemplazo indicadas por el fabricante.

Reemplace el casco inmediatamente si:

- Ha recibido un impacto significativo;
- Presenta grietas, abolladuras, u otros daños visibles;
- Se ha dañado el sistema de suspensión o el barbiquejo; o
- Ha estado expuesto a químicos, calor excesivo, o degradación por radiación ultravioleta (UV) que afecte su condición.

Incluso sin un daño visible, los cascos y sistemas de suspensión deben ser reemplazados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante relativas a la inspección y vida útil.

P9. ¿Todos los cascos son ensayados por terceros?

R9. No. Los cascos de seguridad industriales de fabricantes reconocidos generalmente son ensayados por laboratorios acreditados para verificar el cumplimiento de los requisitos de desempeño establecidos en ANSI/ISEA Z89.1; sin embargo, no todos los cascos disponibles en el mercado cuentan con una certificación independiente de terceros.

Cuando seleccione un casco, verifique:

- Marcas de conformidad con ANSI/ISEA Z89.1;
- Documentación del fabricante; e
- Información de certificación o ensayo emitida por un reconocido laboratorio de ensayos independiente, cuando esté disponible.

Referencias

1. Konda, S.; Tiesman, H.M.; and Riechard, A.A., "Fatal Traumatic Brain Injuries in the Construction Industry, 2003–2010," American Journal of Industrial Medicine, V. 59, No. 3, 2016, pp. 212–220. doi: 10.1002/ajim.22557
2. ANSI/ISEA Z89.1-2014 (R2019), "Industrial Head Protection," American National Standards Institute, Washington, DC, 2014.
3. "Head Protection Temperature Study," Georgia Tech Enterprise Innovation Institute: Safety, Health and Environmental Services Group, https://oshainfo.gatech.edu/wp-content/uploads/2024/04/End-of-Year_Funds-GT_Heat-and-Hard-Hats_for-Construction_jlh_Hsw.pdf. (last accessed Aug. 3, 2026)
4. Smith, J., and Throop, W., "The Effect of Color on Temperatures Inside Hardhats," United States Forest Service, Washington, DC, Mar. 2006, 4 pp

Agradecimientos a Scott Greenhaus, Alianza para la Salud Mental en la Construcción (Construction Mental Health Alliance), por proporcionar las respuestas a estas preguntas.

Las preguntas incluidas en esta columna fueron enviadas por usuarios de documentos del ACI y han sido respondidas por el personal del ACI o por uno o más miembros de los comités técnicos del ACI. Las respuestas no representan la posición oficial de ningún comité del ACI. Los comentarios deben ser enviados a lacey.stachel@concrete.org.

Título original en inglés:

Concrete Q&A
Hard Hats to Safety Helmets

La traducción de este artículo correspondió al Capítulo Costa Rica



Traducción:

**Emmaury Méndez
Valerín**



Revisión Técnica:

**Ing. Minor Murillo
Chacón**

El Capítulo Noreste de México del ACI llevó a cabo el evento “Concretón 5K” que celebra su tercera edición uniendo deporte, educación y comunidad

El pasado domingo 16 de agosto de 2026 se llevó a cabo con gran entusiasmo la tercera edición de la carrera “Concretón 5K”, una iniciativa que reunió a 100 corredores con un objetivo que va mucho más allá de cruzar la meta: apoyar la formación y el desarrollo profesional de los estudiantes del Capítulo Estudiantil ACI ARQ UANE (Universidad Americana del Noreste), integrante del Capítulo Noreste de México del American Concrete Institute (ACI).

“Concretón 5K” nació como una carrera con causa, buscando generar recursos que permitan a los estudiantes seguir fortaleciendo su preparación académica. Los fondos recaudados en esta edición serán destinados al equipamiento y mejoras del Laboratorio de Concreto de la UANE, así como a apoyar la participación de los alumnos en futuras competencias estudiantiles del ACI, espacios en los que tienen la oportunidad de aplicar sus conocimientos, desarrollar nuevas habilidades y convivir con estudiantes de diferentes

universidades.

A lo largo de sus tres ediciones, “Concretón 5K” se ha convertido también en un espacio de encuentro entre estudiantes, docentes, profesionistas, empresas, instituciones y comunidad, demostrando que la formación universitaria puede trascender las aulas y generar experiencias que fortalezcan tanto las competencias profesionales como el sentido de pertenencia y trabajo en equipo.

La realización de esta tercera edición fue posible gracias al respaldo de la Universidad Americana del Noreste (UANE) y sus autoridades, quienes continúan impulsando iniciativas que complementan la preparación integral de sus estudiantes y promueven su participación en actividades académicas, técnicas y extracurriculares.



Calentamiento de los corredores participantes en la carrera Concretón 5K

Asimismo, se contó con el importante apoyo de Concretos Narro y del Capítulo Noreste de México del ACI (SNEM ACI), cuya colaboración reafirma la importancia de la vinculación entre universidad, asociaciones técnicas e industria para generar mayores oportunidades para las nuevas generaciones de profesionistas.

La tercera edición concluyó con una meta cumplida, pero también con el compromiso de seguir creciendo. Porque cuando universidad, industria, asociaciones, estudiantes y comunidad trabajan juntos, no solamente se construyen mejores profesionistas: se construye el futuro de nuestra industria.



Estudiantes del Capítulo Estudiantil ACI la Facultad de Arquitectura de la UANE, protagonistas de la organización de la tercera edición del evento Concretón 5K.



Colegas integrantes del Capítulo Noreste de México del ACI presentes en el Concretón 5K, fortaleciendo los lazos entre estudiantes, profesionales y representantes de la industria.

Artículo original para revista
Concreto Latinoamérica

La elaboración de este artículo correspondió al Capítulo México Noreste



Escrito por:
Ing. Elissa Narro Aguirre

EUCON WORKCONTROL FM

**RESISTENCIA Y
CONTROL
TOTAL**

**RETARDANTE DE FRAGUADO
CONTROLADO**

EUCO CHEMICAL
EUCOMEX
CONCRETO Y CEMENTO



CONCRETO
LATINOAMÉRICA