

Innovation Shared at the ACI Foundation 2024 Technology Forum, Part 2

For over 25 years, the ACI Foundation has hosted Technology Forums to support ACI's expanding focus on advancing the concrete industry. These gatherings are innovation-focused educational and networking events featuring presentations by researchers, ACI committee representatives, and developers of new technologies for design, construction, and inspection. This article is the second of a series of three that summarizes the presentations made at the 2024 Technology Forum.

Innovations that have a broad impact on the industry are often built into a panel discussion with extended time for questions and answers with attendees. At the 2024 Technology Forum, the topic of low-carbon concrete materials was presented in this manner. Five quick-fire presentations were given by technology owners on various low-carbon offerings. After extended discussion, the segment ended with a presentation outlining ACI's new low-carbon concrete code. These Forum presentations can be downloaded at <https://www.acifoundation.org/portals/12/Files/CIC/2024-Technology-Forum-Presentations.zip>.

Fortera

Presented by Craig W. Hargis, Vice President, Technical Services, Fortera

Fortera is a pioneering green cement manufacturer focused on decarbonizing cement in collaboration with cement

manufacturers. Its ReCarb® process mineralizes industrial carbon dioxide (CO₂) to produce cementitious materials with 70% less CO₂ emissions than portland cement. The technology bolts onto existing cement manufacturing plants, pulling industrial CO₂ from the flue stack of a cement kiln and capturing it without any need for compression or purification. The mineralized CO₂ can be used to produce blended cement, or it can be used as the sole binder in concrete. The process steps include calcining limestone to produce lime, dissolving the lime in a proprietary solvent, and bubbling CO₂ through the solution (Fig. 1). Reactive calcium carbonate (vaterite) is produced as a precipitate that is filtered, dried, and thermally polished before shipment for concrete production.

C-Crete Technologies

Presented by Rouzbeh Savary, President, C-Crete Technologies

C-Crete has pioneered a concrete binder that is essentially free of CO₂ emissions. Concrete produced using the C-Crete binder exceeds portland cement concrete in performance. It requires less water, is flowable, sets like conventional concrete, and reaches a strength of more than 7000 psi (48 MPa). Further, the binder meets or exceeds industry standards such as ASTM C1157/C1157M (refer to Table 1) and has cost parity with conventional cement. So far, more than 2500 tons (2270 tonnes) of C-Crete products have

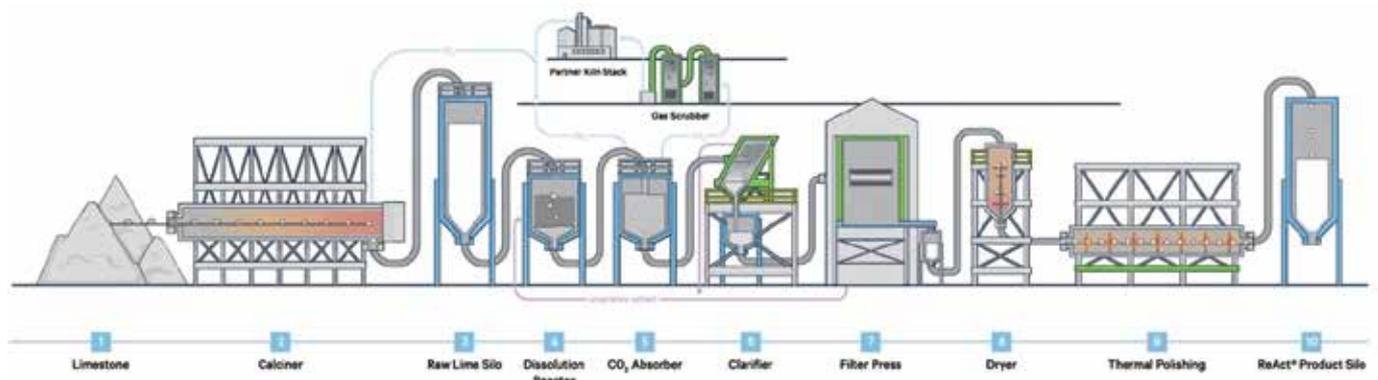


Fig. 1: Fortera's process produces reactive calcium carbonate by dissolving lime in a proprietary solvent, bubbling CO₂ through the solution, and processing the resulting precipitate

Table 1:

The C-Crete binder has been shown to comply with the requirements of ASTM C1157/C1157M, “Standard Performance Specification for Hydraulic Cement”

Property	Time	ASTM test	C-Crete results	Min. or max. per standard	Unit
Compressive strength	3 days	C109/C109M	5000	>1800	psi
	7 days		6200	>2900	psi
	28 days		8000	>4060	psi
Mortar bar expansion	14 days	C1038/C1038M	0.012	<0.02	%
Time of setting, Vicat test		C191	165	45 < Setting < 420	minutes
Air content		C185	1.7	<12	%
Autoclave length change		C151/C151M	0.21	<0.8	%
Alkali-silica reaction	14 days	C1260	0.01	0.02	%
	56 days		0.02	0.06	%

Note: 1000 psi = 6.9 MPa

already been placed in foundations, shear walls, columns, floors, slabs-on-deck, driveways, and steps of various projects; and more projects are currently underway. Binders have been produced using basalt, zeolite, granite, and slag as raw materials, and binders based on additional materials are in development.

Terra CO2

Presented by Michele Blackburn, Commercial Director, Terra CO2

Terra CO2 technology uses widely available silicate-based raw materials that are among the most abundant materials on Earth. The company’s plants are being located on or near existing aggregate mine sites, thereby minimizing transportation costs and leveraging existing infrastructure. Feedstocks include silicates such as basalt, slate, shale, and mine tailings. These materials are milled and vitrified into a glassy powder that is a supplementary cementitious material, OPUS SCM (Fig. 2), which is suitable for direct replacement of Class F fly ash in concrete. To reach scale, Terra CO2 has developed an advanced processing facility (APF) that currently produces OPUS SCM and in the future will produce a full cement replacement, OPUS ZERO™, a nonhydraulic binder. If manufactured using renewable energy, OPUS ZERO production will cause zero CO2 emissions. Terra CO2 is breaking ground on its first APF facility in early 2025. The plant will be located in the Dallas-Fort Worth, TX, USA market.

Prometheus Materials

Presented by Loren Burnett, President and CEO, Prometheus Materials

Prometheus Materials is currently producing a carbon-negative cement and concrete. This is accomplished by

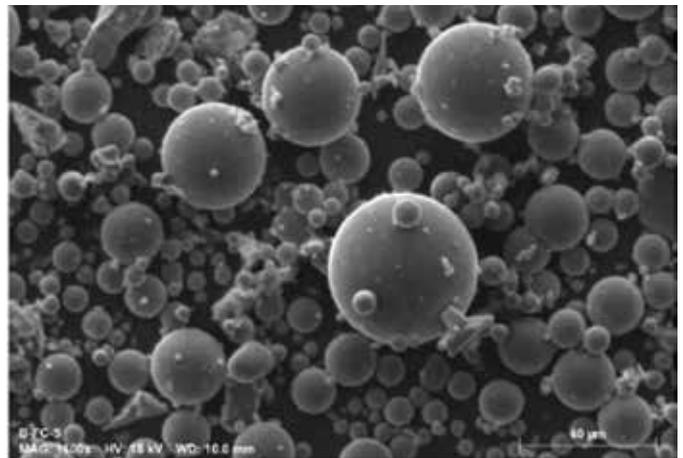


Fig. 2: The Terra CO2 process is based on vitrification of silicates. The company is currently producing a glassy, microspherical pozzolanic supplementary cementitious material and is developing a nonhydraulic binder

sequestering carbon during manufacturing and avoiding the carbon-heavy processes associated with cement production. The company’s ProZero™ supplemental blend is a 1:1 replacement of ordinary portland cement (OPC) (Fig. 3). This blend is mixed with aggregate and OPC and as a result yields up to 166% reduction in global warming potential (GWP). Microalgae are the key. The company is manufacturing its product at its pilot facility using algae growing in photobioreactors. As the company moves toward global distribution, they will work with partners to grow algae in outdoor raceway ponds. In the company’s patent-pending process, the microalgae are grown using sunlight, nutrients (nitrogen, phosphorus, and potassium), water, and CO2; and they are stimulated to produce biomineralized calcium carbonate. Water is evaporated from the calcium carbonate

and algal materials, which are then combined with proprietary binding agents. The resulting powder is shipped to producers of cement, concrete, and manufactured concrete products for production and distribution. The process can use recycled, nonpotable water; and virtually all the water used in the production process is returned to the environment.

Pathways

Presented by Dorian Krausz, Founding Carbon Lead, Pathways

Pathways' artificial intelligence (AI)-powered platform ingests and transforms unstructured data, performs ISO- and EN-compliant life-cycle assessments (LCAs), oversees independent third-party verification, and automatically publishes product-specific environmental product declarations (EPDs) without manual data collection (Fig. 4). Visibility into this real-time data layer allows manufacturers to understand the environmental impacts of their processes, identify emission hotspots, and unlock decarbonization strategies. They can therefore effectively reduce the environmental impacts of new construction and comply with demands from building owners, certification systems, and regulations governing embodied carbon.

Innovative Solutions for Adoption of Low-Carbon Concrete in Codes

Presented by Matthew P. Adams, Associate Professor, New Jersey Institute of Technology

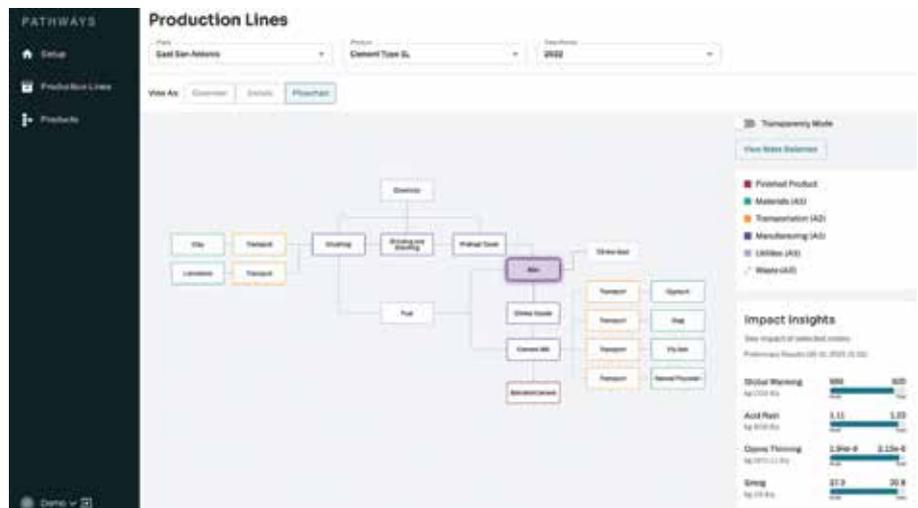
Adams discussed how governments and industry have defined low-carbon concrete, how policy affects implementation (Fig. 5), and what innovators must do to enter the market for low-carbon concrete. Experience has shown that successful policies have the following features:

- Technology agnosticism;
- Community stakeholders engagement;
- Leadership in both policy development and implementation;
- Community involvement and collaboration with contractors to transfer knowledge;
- Owner risk absorption willingness; and
- Cost offset potential.

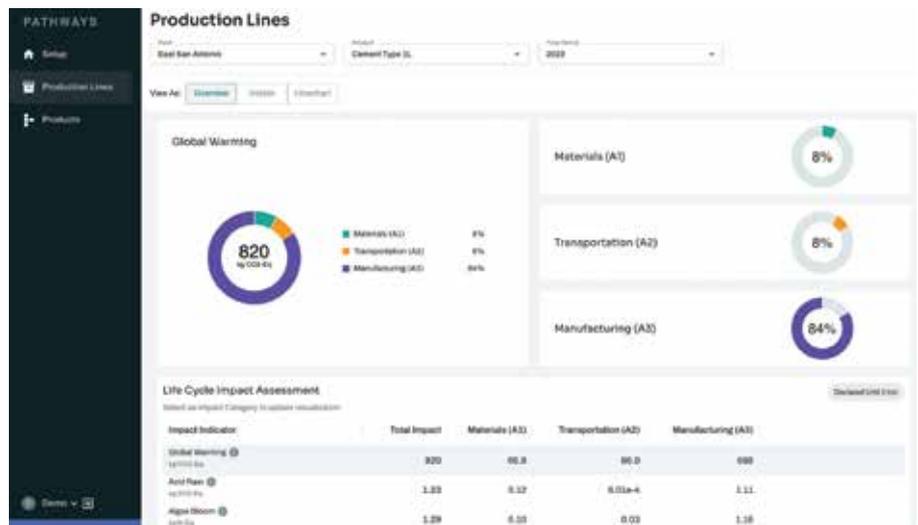
Generally, low-carbon concrete is



Fig. 3: Prometheus Materials' ProZero blend can be used in a variety of products



(a)



(b)

Fig. 4: Pathways works with manufacturers to create product LCAs and EPDs: (a) using an environmental digital twin of the production line process for a given material, the Pathways system ingests unstructured data; and (b) the system's dashboard allows the manufacturer to identify hot spots in its processes and to make side-by-side comparisons of multiple facilities within their portfolios



Total allowable GWP is based on a weighted average.
Actual GWP is also a weighted average.

Fig. 5: “Low-Carbon Concrete—Code Requirements and Commentary (ACI CODE-323-24)” defines three compliance paths based on the project size

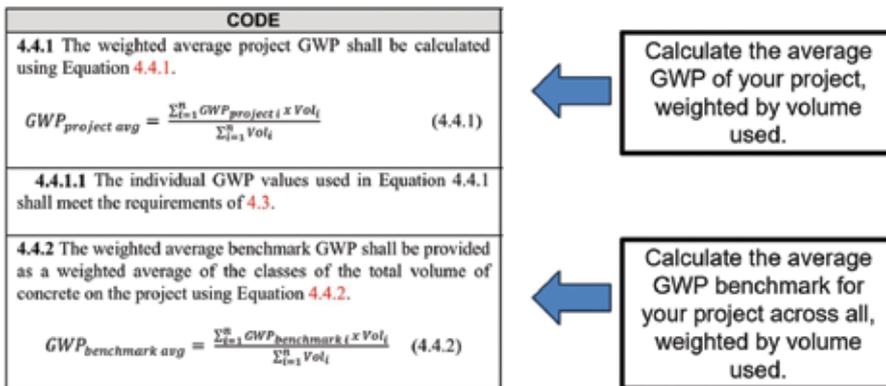


Fig. 6: The new Code specifies that project and benchmark GWP values are weighted averages

defined by its global warming potential (GWP), determined by using environmental product declarations (EPDs). Because many parameters will determine GWP for a project, successful policy must be dictated by performance standards. That is, policy should be based on finding a benchmark and defining the desired reduction relative to that benchmark. ACI Committee 323, Low-Carbon Concrete Code, recently published a new model building code to do just that. The new ACI CODE-323-24 will require designers to choose their compliance path based on the project type and size (refer to Fig. 5). While many project types are excluded from the current version of the document because of a lack of benchmark data, of the project types that are included in the code, the largest are required to attain a project GWP below a project benchmark (refer to Fig. 6). Designers of middle-sized projects are asked to document their project’s GWP. Adams concluded by advising innovators to develop guidance and specification documents to prove their technology works within the existing standards and methods.

The **2025 Concrete Innovation Forum** will provide attendees with the opportunity to connect with others in the industry and learn about current trends, emerging technologies, new products, and other innovations. The event will also provide opportunities for attendees to build strategic relationships and expand their networks. Save the date and join us this year in Denver, CO, USA, at Hotel Clio from August 12-14, 2025.

Program updates will be available on the ACI Foundation website: www.acifoundation.org.

Sign up for
Concrete
SmartBrief

The smart way to stay on top of concrete industry news.

Created by SmartBrief in partnership with ACI, Concrete SmartBrief provides a daily e-mail snapshot of the concrete industry with news from leading global sources. Summaries of what matters to you, written by expert editors, to save you time and keep you informed and prepared.

Welcome to Concrete SmartBrief; sign up at:

www.smartbrief.com/ACI

Foro De Tecnología, Parte 2: Información Compartida por la “Fundación ACI” 2024

Presentado por Craig W. Hargis, Vicepresidente,
Servicios Técnicos, Fortera

Fortera es un fabricante pionero de cemento verde enfocado en la descarbonización del cemento en colaboración con los fabricantes de cemento. Su proceso ReCarb® mineraliza el dióxido de carbono industrial (CO_2) para producir materiales cementantes con un 70% menos de emisiones de CO_2 que el cemento Portland. La tecnología se integra a las plantas de fabricación de cemento existentes, extrayendo CO_2 industrial del conducto de gases de un horno de cemento y capturándolo sin necesidad de compresión o purificación. El CO_2 mineralizado puede utilizarse para producir cemento compuesto, o puede usarse como el único aglutinante en el concreto. Los pasos del proceso incluyen calcinar caliza para producir cal, disolver la cal en un solvente de marca registrada, y bombear CO_2 a través de la solución (Fig. 1). Se produce carbonato de calcio reactivo (vaterita) como un precipitado que se filtra, seca y pule térmicamente antes del envío para la producción de concreto.

Durante más de 25 años, la Fundación ACI ha organizado Foros de Tecnología para apoyar el enfoque en expansión que tiene el ACI en cuanto al avance de la industria del concreto. Estos encuentros han sido eventos educativos y de networking enfocados en la innovación, que presentan ponencias de investigadores, representantes de los comités del ACI y desarrolladores de nuevas tecnologías para el diseño, construcción e inspección. Este artículo es el segundo de una serie de tres que resume las presentaciones realizadas en el Foro de Tecnología 2024.

Las innovaciones que tienen un gran impacto en la industria a menudo se incluyen en un panel de discusión en el que se designa tiempo suficiente para preguntas de los asistentes y respuestas de parte de los ponentes. En el Foro de Tecnología 2024, el tema correspondiente a los materiales para concreto de bajo carbono se presentó de esta manera. Se realizaron cinco presentaciones rápidas por parte de los propietarios de tecnología sobre diversas opciones de bajo carbono. Tras una discusión prolongada, el segmento concluyó con una presentación que describe el nuevo código de concreto de bajo carbono de ACI.

Estas presentaciones del Foro se pueden descargar en: <https://www.acifoundation.org/portals/12/Files/CIC/2024-Technology-Forum-Presentations.zip>.

C-Crete Technologies

Presentado por Rouzbeh Savary, Presidente,
C-Crete Technologies

C-Crete ha sido pionera en un aglutinante de concreto que está esencialmente libre de emisiones de CO_2 . El concreto producido utilizando el aglutinante C-Crete supera al concreto de cemento Portland en rendimiento. Requiere menos agua, es fluido, el fraguado es similar al del concreto convencional y alcanza una resistencia de más de 7,000 psi (48 MPa). Además, el aglutinante cumple o supera los estándares de la industria como ASTM C1157/C1157M (consulte la Tabla 1) y tiene paridad de costos con el cemento convencional. Hasta ahora, se han colocado más de 2,500 toneladas (2,270 toneladas métricas)

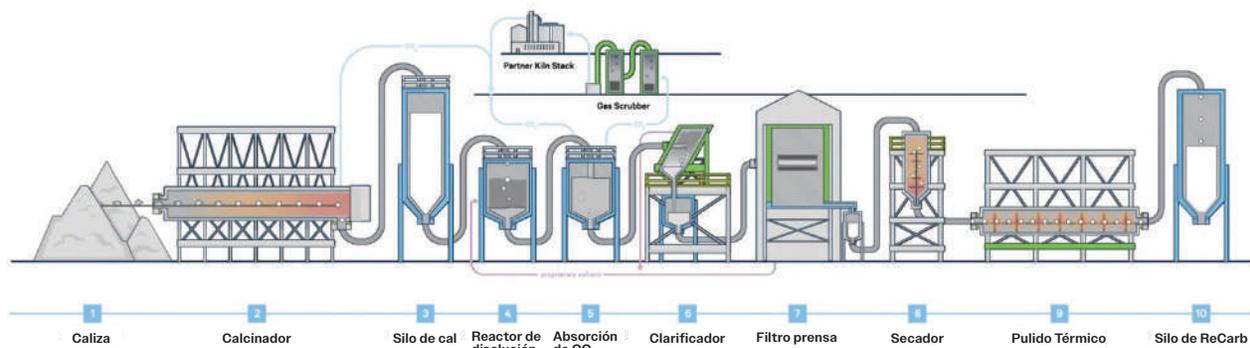


Fig. 1: El proceso de Fortera produce carbonato de calcio reactivo disolviendo cal en un solvente de marca registrada, bombeando CO_2 a través de la solución y procesando el precipitado resultante.

de productos C-Crete en cimientos, muros a cortante, columnas, pisos, losas apoyadas en placas metálicas (slab-on-deck), entradas a estacionamientos, y hoy se realizan además otro tipos de proyectos. Se han producido aglutinantes utilizando materias primas como el basalto, zeolita, granito y escoria, y se están desarrollando aglutinantes basados en materiales adicionales.

Terra CO₂

Presentado por Michele Blackburn, Directora Comercial, Terra CO₂

La tecnología de Terra CO₂ utiliza materias primas a base de silicato ampliamente disponibles, que se encuentran entre los materiales más abundantes de la Tierra. Las plantas de la compañía se están ubicando en o cerca de sitios de extracción de agregados ya existentes, minimizando así los costos de transporte y aprovechando la infraestructura.

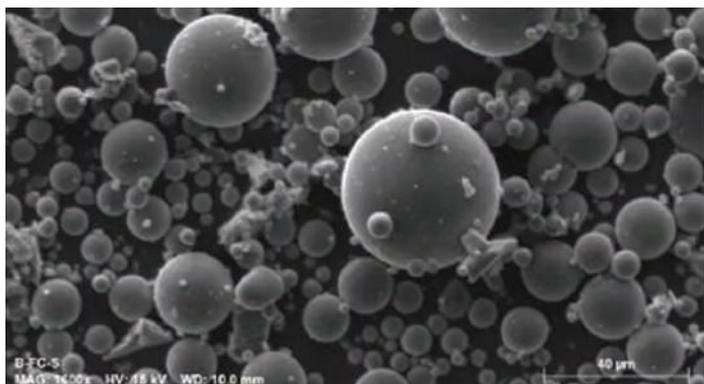


Fig. 2: El proceso de Terra CO₂ se basa en la vitrificación de silicatos. La compañía actualmente está produciendo un material cementante suplementario puzolánico vítreo y microesférico, y está desarrollando un aglutinante no hidráulico.

Las materias primas incluyen silicatos como basalto, pizarra, esquisto y residuos de minería. Estos materiales se muelen y se vitrifican en un polvo vítreo que es un material cementante suplementario, OPUS SCM (Fig. 2), el cual es adecuado para el reemplazo directo de cenizas volantes Clase F en el concreto.

Para alcanzar producción a escala industrial, Terra CO₂ ha desarrollado instalaciones de procesamiento avanzadas (APF) que actualmente producen OPUS SCM y en el futuro producirá un reemplazo completo de cemento, OPUS ZERO™, un aglutinante no hidráulico. Si se fabrica utilizando energía renovable, la producción de OPUS ZERO no liberará emisiones de CO₂. Terra CO₂ está iniciando la construcción de su primera instalación de APF a principios de 2025. La planta estará ubicada en el mercado de Dallas-Fort Worth, TX, EE. UU.

Prometheus Materials

Presentado por Loren Burnett, Presidente y CEO, Prometheus Materials

Prometheus Materials actualmente está produciendo un cemento y concreto con emisiones de carbono negativas. Esto se logra secuestrando carbono durante la fabricación y evitando los procesos con alto contenido de carbono asociados con la producción de cemento.

La mezcla suplementaria ProZero™ de la compañía es un reemplazo 1:1 del cemento Portland ordinario (OPC) (Fig. 3). Este material compuesto se mezcla con agregado y OPC y, como resultado, produce una reducción de hasta el 166 % en el potencial de calentamiento global (GWP por sus siglas en inglés).

Tabla 1:

Se ha demostrado que el aglutinante C-Crete cumple con los requisitos de ASTM C1157/C1157M, “Especificación estándar de desempeño para cemento hidráulico”.

Propiedad	Tiempo	Prueba ASTM	Resultados C-Crete	Min o máx por especificación	Unidad
Resistencia a compresión	3 días	C109/C109M	5,000	> 1,800	psi
	7 días		6,200	> 2,900	psi
	28 días		8,000	> 4,060	psi
Expansión de barras de mortero	14 días	C1038/C1038M	0.012	< 0.02	%
Tiempo de fraguado, Ensayo Vicat		C191	165	45 < Asentamiento < 420	minutos
Contenido de aire		C185	1.7	< 12	%
Cambio en longitud Autoclave		C151/C151M	0.21	< 0.8	%
Reacción Álcali - Silice	14 días	C1260	0.01	0.02	%
	56 días		0.02	0.06	%

Nota: 1000 psi = 6.9 MPa

Foro de Innovación en Concreto 2025

El Foro de Innovación en Concreto 2025 brindará a los asistentes la oportunidad de conectarse con otros profesionales de la industria y aprender sobre las tendencias actuales, las tecnologías emergentes, los nuevos productos y otras innovaciones. El evento también brindará oportunidades para que los asistentes establezcan relaciones estratégicas y amplíen sus redes de contactos.

¡Programe la fecha y únase a nosotros este año en Denver, CO, EE. UU., en el Hotel Clio del 12 al 14 de agosto de 2025!

La actualización del programa estará disponible en la página web de la Fundación ACI: www.acifoundation.org

Generalmente, el concreto bajo en carbono se define por su potencial de calentamiento global (GWP), determinado mediante el uso de declaraciones ambientales de producto (EPD). Debido a que muchos parámetros determinarán el GWP de un proyecto, las políticas exitosas deben estar dictadas por estándares de desempeño. Es decir, las políticas deben basarse en encontrar un punto de referencia y definir la reducción deseada en relación con ese punto de referencia. El Comité ACI 323, Código de Concreto Bajo en Carbono, publicó recientemente un nuevo código de construcción modelo para hacer precisamente eso. El nuevo ACI CODE-323-24 requerirá que los diseñadores elijan su ruta de cumplimiento según el tipo y tamaño del proyecto (consulte la Fig. 5). Si bien muchos tipos de proyectos están excluidos de la versión actual del documento debido a la falta de datos de referencia, de los tipos de proyectos que están incluidos en el código, se requiere que los más grandes alcancen un GWP del proyecto por debajo de un punto de referencia del proyecto (consulte la Fig. 6). Se les pide a los diseñadores de proyectos medianos que documenten el GWP de su proyecto. Adams concluyó aconsejando a los innovadores que desarrollen guías y documentos de especificación para demostrar que su tecnología funciona dentro de los estándares y métodos existentes.



Total de GWP permisible se basa en un promedio ponderado.
GWP real es también un promedio ponderado

Fig. 5: “Concreto Bajo en Carbono—Requisitos y Comentarios del Código (ACI CODE-323-24)” define tres vías de cumplimiento basadas en el tamaño del proyecto.

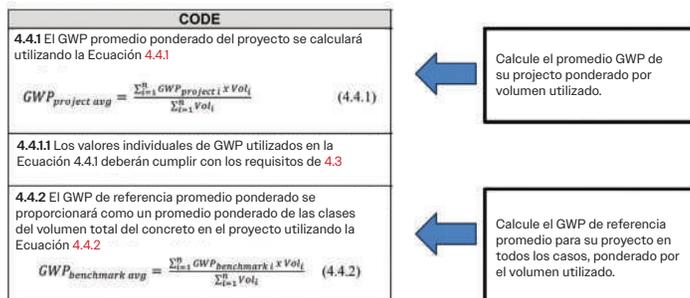


Fig. 6: El nuevo Código especifica que los valores de GWP del proyecto y de referencia son promedios ponderados.

Título original en inglés:
Innovation Shared at the
ACI Foundation 2024
Technology Forum, Part 2

**La traducción de este artículo
correspondió al Capítulo Costa Rica**



*Traductora y
Revisora Técnica:*
**Ing. Tyssen Wong
Chang**