



# FUTURO DEL HORMIGÓN

**Plan de trabajo hacia una industria del cemento y hormigón neutra en carbono para 2050 de la Asociación Mundial de Productores de Cemento y Hormigón.**

**DOCUMENTO DE RESUMEN DEL PLAN DE TRABAJO**

## DOCUMENTO DE RESUMEN DEL PLAN DE TRABAJO

# CONTENIDO

- 03 Nuestro futuro concreto
- 04 Nuestro compromiso y camino
- 05 Acerca de nosotros, miembros y afiliados
- 06 El cemento y el hormigón en el mundo
- 08 Sostenibilidad del hormigón
- 09 Nuestro camino hacia un hormigón neutro en carbono
- 10 Acciones para un futuro sin emisiones de carbono
- 11 1990 a 2020: avance inicial
- 13 2020 a 2030: la década para hacerlo realidad
- 16 2030 a 2050: pleno despliegue de tecnologías para lograr la neutralidad en carbono
- 18 El papel de las políticas públicas



## NUESTRO FUTURO CONCRETO

En nuestro "futuro concreto", se expone el punto de vista positivo de cómo la industria del cemento y el hormigón desempeñará un papel importante en la construcción del mundo sostenible del futuro. En los últimos cien años, el hormigón ha revolucionado el área de la construcción en todo el mundo. Es el material de construcción esencial que le ha dado forma a nuestro mundo moderno. A medida que afrontamos los importantes desafíos para las generaciones futuras, nos estamos esforzando por construir un mundo mejor, abordando la necesidad de comunidades sostenibles y de prosperidad, incluidas infraestructuras clave, hogares, agua limpia y provisión de comunidades resistentes a medida que cambia el clima, así como apoyando la transición a un hormigón con energía baja en carbono.



En Our Concrete Future (Nuestro futuro concreto), se destaca el compromiso de nuestra industria mundial esencial, donde imaginamos un mundo sin emisiones de carbono y nuestra contribución para lograrlo, así como el trabajo exhaustivo de descarbonización que ya está en marcha.

En la actualidad, nuestras empresas miembros ya están involucradas en una revolución de la economía circular, que afecta a cada parte de la vida útil de nuestro producto: la fabricación de cemento, la energía más limpia que ya estamos utilizando, así como un uso, una reutilización y un reciclaje más eficientes del hormigón.



Se puede lograr un futuro de hormigón neutro en carbono con las tecnologías conocidas, pero nos quedamos ahí, sino que nos esforzamos por innovar en todas las etapas del ciclo del hormigón. Cada empresa se está embarcando en caminos tecnológicos apasionantes, pero esperamos que el recorrido sea más ágil gracias a la fuerza de la colaboración. Estamos orgullosos de nuestros dos programas de innovación mundial de primera clase en nuestra plataforma Innovandi.

Para construir un futuro de hormigón neutro en carbono se requiere la acción colectiva de todas nuestras empresas miembros, pero no podemos lograrlo solos. También necesitamos el aporte, el apoyo y la acción de los demás. Llamamos a los legisladores, a los gobiernos, a los inversores, a los investigadores, a los innovadores, a los clientes, a los usuarios finales y a las instituciones financieras a que hagan su parte. Aquí esbozamos el esfuerzo colectivo que nos guiará hacia un futuro sin emisiones de carbono para el material de construcción esencial de la sociedad y para el mundo.



# NUESTRO COMPROMISO Y CAMINO PARA CONSTRUIR UN MUNDO SIN EMISIONES DE CARBONO

**El plan de trabajo para una industria del cemento y el hormigón neutra en carbono para 2050 de la Asociación Mundial de Productores de Cemento y Hormigón es un compromiso colectivo de las principales empresas de cemento y hormigón del mundo para contribuir plenamente a la construcción del mundo sostenible del mañana.**

**En dicho plan de trabajo, se determina un camino hacia la neutralidad en carbono para contribuir a limitar el calentamiento global a 1,5 °C.** El sector ha comprometido a producir hormigón neutro en carbono para 2050 y está comprometido a actuar ahora.

La industria ya ha tenido sus avances y ha logrado reducciones proporcionales<sup>01</sup> de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de cemento del 20 % en las últimas tres décadas. **Dicho plan de trabajo pone de manifiesto una importante aceleración de las medidas de descarbonización, y se ha logrado la misma reducción en solamente una década.** Se destaca una reducción proporcional<sup>01</sup> de las emisiones de CO<sub>2</sub> a causa del hormigón del 25 % para 2030 respecto de la situación actual (2020) como hito clave en el camino hacia la plena descarbonización a mediados de siglo. Con las acciones del plan de trabajo de ahora a 2030, se evitará que casi 5 000 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> entren a la atmósfera, comparado con si no hubiera cambios.

**Este plan de trabajo representa un momento decisivo para nuestra industria y para el mundo, ya que** demuestra que es posible y traza un camino alcanzable de cero emisiones emanadas por el material más utilizado por el ser humano. Los miembros de la GCCA prometen alcanzar los objetivos del plan de trabajo y contribuir en función de su posición en la cadena de valor del cemento y el hormigón.

**En el plan de trabajo, se trazan las aceleraciones y los hitos necesarios para lograr cero emisiones en toda la vida útil, de cuna a la cuna.** Se destacan las acciones de la industria que ya están en marcha y las que se emprenderán en los próximos meses y años, así como las importantes contribuciones de diseñadores, contratistas, promotores y clientes, y de los legisladores, en el uso del hormigón en el área de la construcción.

**Tendremos éxito si contamos con el apoyo político adecuado** para dar forma a la demanda de productos con bajas emisiones de carbono (viabilidad económica) de tal manera que se permita la transición del sector y se aprovechen al máximo las oportunidades de la (economía) circular, además de apoyar el desarrollo y la aplicación de innovaciones e infraestructuras clave.

En el plan de trabajo, se esboza este esfuerzo colectivo y nuestro "**futuro concreto**", que nos guiará hacia un futuro sin emisiones de carbono en lo referente al material de construcción fundamental para la sociedad y para el mundo.

01 / proporcional  
se refiere a  
una relación  
por unidad de  
producto



En todo el presente documento, se menciona el término "**cero emisiones**" en lo referente a la industria y sus productos, lo que se refiere a reducir a cero las emisiones de CO<sub>2</sub> en todo el ciclo de vida. Entre las medidas para reducir a cero las emisiones de carbono, se incluye capturar el carbono de nuestra industria en las plantas industriales. No se incluyen las medidas de compensación, como plantar árboles u otras soluciones basadas en la naturaleza, en los cálculos para llegar al cero emisiones. En algunos países y regiones, se considera que estas medidas de compensación contribuyen significativamente a la mitigación del clima, pero no se las acepta en la esfera mundial dentro de las definiciones de cero emisiones.

En la Declaración de Ambición Climática de la GCCA 2020, se utilizó el término "**neutralidad de carbono**", que tiene el mismo significado que el término "cero emisiones" definido anteriormente.

**Hormigón** es todos los productos a base de cemento, incluidos argamasa, enlucido, revoques a base de cemento y productos prefabricados a base de cemento, como elementos de mampostería y productos de revestimiento.

## NUESTROS MIEMBROS LLEVAN A CABO SUS ACTIVIDADES EN CASI TODOS LOS PAÍSES DEL MUNDO.

### Acerca de la Asociación Mundial de Productores de Cemento y Hormigón

La GCCA es la plataforma de confianza y autoridad y la voz del sector del cemento y el hormigón en todo el mundo. Nuestros miembros son productores de clínker de cemento portland y otros clinkers naturales utilizados en la fabricación de cemento en todo el mundo.

Los miembros de la GCCA representan el 80 % del volumen mundial de la industria cementera fuera de China, y también incluye a varios grandes fabricantes chinos.

### Nuestra visión

Nuestra visión es la de un mundo en el que el hormigón aporte a las prioridades globales de desarrollo económico, social y medioambiental sostenible, y en el que se lo valore como un material esencial para lograr un futuro sostenible para el área de la construcción.

### Nuestra misión

Nuestra misión es posicionar al hormigón para satisfacer las necesidades del mundo de un material con el que se pueda construir y apoyar comunidades crecientes, modernas, sostenibles y resistentes.

### Nuestros miembros

- Asia Cement Corporation
- Breedon Group
- Buzzi Unicem S.p.A.
- Cementir Holding S.p.A.
- Cementos Argos S.A.
- Cementos Moctezuma
- Cementos Molins S.A.
- Cementos Progreso
- Cementos Pacasmayo S.A.A
- CEMEX
- China National Building Materials
- CIMSA CIMENTO
- CRH Group Services Ltd.
- Grupo Dangote
- Dalmia Cement
- Grupo Cementos de Chihuahua S.A.B
- HeidelbergCement
- Holcim Group
- JK Cement Ltd

- JSW Cement
- Nesher Israel Cement Enterprises Ltd.
- Medcem Madencilik
- Orient Cement Ltd
- Schwenk Zement KG
- SECIL
- Shree Cement Ltd
- Siam Cement Group (SCG)
- Siam City Cement Ltd
- Taiheyo Cement
- Taiwan Cement Corporation
- Titan Cement Group
- Ultratech Cement Ltd
- Unión Andina de Cementos S.A.A (UNACEM)
- Vassiliko Cement Works Public Company Ltd
- Vicat S.A.
- Votorantim Cimentos
- West China Cement
- YTL Cement Bhd

### Nuestros afiliados

- Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM), Perú
- Associação Brasileira de Cimento Portland (ABC/ SNIP), Brasil
- Betonhuis, Países Bajos
- Federación de la Industria Europea de Prefabricados de Hormigón (BIBM)
- Cámara Nacional del Cemento (CANACEM), México
- Asociación Europea del Cemento (CEMBUREAU)
- Cemento, Hormigón y Áridos (Cemento, Hormigón y Áridos, CCA), Australia
- Asociación del Cemento de Canadá (Cement Association of Canada, CAC)
- Federación de la Industria del Cemento (Cement Industry Federation, CIF), Australia
- Asociación de Fabricantes de Cemento (Cement Manufacturers Association, CMA), India
- Cement Manufacturers Ireland (CMI/IBEC)
- Concrete NZ, Nueva Zelanda
- Asociación Europea de Hormigón Preparado (European Ready Mixed Concrete Association, ERMCO)
- Federación Europea de Aditivos del Hormigón (EFCA)
- Federación Interamericana del Cemento (FICEM) – Colombia
- Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado (FIHP) – Colombia
- Asociación Japonesa del Cemento (JCA)
- Asociación de Cemento de Corea (KCA)
- Asociación de Productos Minerales (MPA) – Reino Unido
- Asociación Nacional de Hormigón Preparado (NRMCA) – Estados Unidos
- Asociación de Cemento Portland (PCA) – EEUU
- La Asociación Española del Cemento (Oficemen) – España
- Asociación de Fabricantes Alemanes de Cemento (VDZ) – Alemania

## EL CEMENTO Y EL HORMIGÓN EN EL MUNDO

En los últimos cien años, el hormigón ha revolucionado el área de la construcción en todo el mundo. En todo el mundo, las estructuras de hormigón son fundamentales para proporcionar viviendas a una población cada vez más numerosa, permitir el transporte por tierra, mar y aire, apoyar la generación de energía así como la industria y proporcionar protección.

En 2020

**14.0 mil millones de m<sup>3</sup>**

2020 volumen de hormigón a nivel mundial

**40%**

El porcentaje de la producción total de hormigón para el mercado residencial

**4.2000 millones de toneladas**

2020 producción de cemento a nivel mundial

**\$440 mil millones**

El valor del mercado mundial de cemento y productos de hormigón en 2020

Para 2050

**9.8000 millones**

Estimación de la población mundial para 2050

**68%**

Porcentaje de población que vive en ciudades



## Canal de Panamá

Al acortar las rutas marítimas, el canal ha evitado la increíble cifra de 650 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>.<sup>01</sup>



## La energía eólica marina en Europa

La energía eólica marina desempeñará un papel fundamental en el nuevo mix energético de Europa. Los cimientos de hormigón ayudan a anclar al lecho marino unos aerogeneradores cada vez más grandes.



## Viviendas en ciudades en expansión

Cada año, China inicia la construcción de unos 15 millones de viviendas nuevas, más de cinco veces la cantidad de América y Europa juntas.<sup>02</sup>



## Hormigón duradero

La presa Hoover, construida en 1935, sigue protegiendo a las comunidades aguas abajo, produce energía verde y proporciona almacenamiento de agua y riego.



## Formalización de la vivienda en Sudáfrica

Las iniciativas ayudan a los residentes de los asentamientos informales de toda Sudáfrica proporcionándoles viviendas duraderas, seguras y de bajo coste.<sup>03</sup>



## Defensas marítimas de Kuwait

Las estructuras de hormigón protegen las costas contra la fuerza erosiva y el poder de las olas.



## Ópera de Sídney

La emblemática Ópera de Sidney es un excelente ejemplo de lo que se puede conseguir con el hormigón en términos de diseño e ingeniería.



1 <https://oceanconference.un.org/commitments/?id=16622>

2 <https://www.economist.com/finance-and-economics/2021/01/25/can-chinas-long-property-boom-hold>

3 <https://www.dezeen.com/2017/12/28/empower-shack-urban-think-tank-low-cost-housing-khayelitsha-south-africa/>

## SOSTENIBILIDAD DEL HORMIGÓN

Son sólo algunas de las increíbles ventajas de rendimiento del hormigón (puede encontrar más información [aquí](#)).

### Disponibilidad

La disponibilidad del hormigón como material de construcción abundante, local y rentable significa que la sostenibilidad del hormigón – su durabilidad, flexibilidad, resistencia, etc. – puede disfrutarse tanto en las economías desarrolladas como en las emergentes.



### Diseño para el desmontaje

Algunos edificios de hormigón pueden diseñarse y construirse para que sean fáciles de desmontar y permitir la reutilización de sus componentes en otros proyectos de construcción, reduciendo el uso de materias primas y disminuyendo los residuos.



### Resistencia al fuego

La resistencia del hormigón al fuego mejora la seguridad de los ocupantes, de los bomberos y de los vecinos en caso de incendio, y minimiza los daños, por lo que los edificios pueden volver a utilizarse rápidamente, aumentando la capacidad de recuperación de la comunidad.



### Captación de carbono

El hormigón reabsorbe una cantidad significativa de CO<sub>2</sub> a lo largo de su vida en un proceso conocido como absorción de carbono o recarbonatación.



### Resistencia a las catástrofes

El hormigón se mantiene en pie más a menudo que los materiales de construcción alternativos ante una catástrofe, lo que reduce la necesidad de reconstrucción y permite a las comunidades recuperarse más rápidamente.



### Refrigeración pasiva mediante masa térmica

Gracias a su capacidad para absorber y almacenar calor, el hormigón puede utilizarse para calentar o enfriar pasivamente los edificios, reduciendo la energía consumida por la calefacción o el aire acondicionado, así como el riesgo de sobrecalentamiento.



### Economía circular

La industria utiliza áridos reciclados/secundarios y subproductos industriales cementantes en el hormigón y combustibles alternativos/materias primas en los hornos de cemento. Los edificios de hormigón son duraderos y pueden reutilizarse o adaptarse y reutilizarse.



### Durabilidad

Los edificios de hormigón duran más y requieren menos mantenimiento. Sobreviven mejor a las catástrofes y pueden reutilizarse muchas veces a lo largo de su vida, lo que significa menos demoliciones y reconstrucciones.



### Fuerza

La sociedad espera que el área de la construcción –edificios, puentes y otras infraestructuras– sea duradero y seguro: la seguridad es la primera prioridad. El hormigón es conocido por sus atributos de fuerza, durabilidad, resistencia y seguridad: el hormigón, por ejemplo, no se quema



### La estructura como acabado

El hormigón como superficie acabada (por ejemplo, techo, pared o suelo) reduce el uso de materiales en la construcción y las futuras necesidades de mantenimiento. Y no tiene por qué ser aburrido: el hormigón puede tener una gran variedad de colores y texturas



### Versatilidad

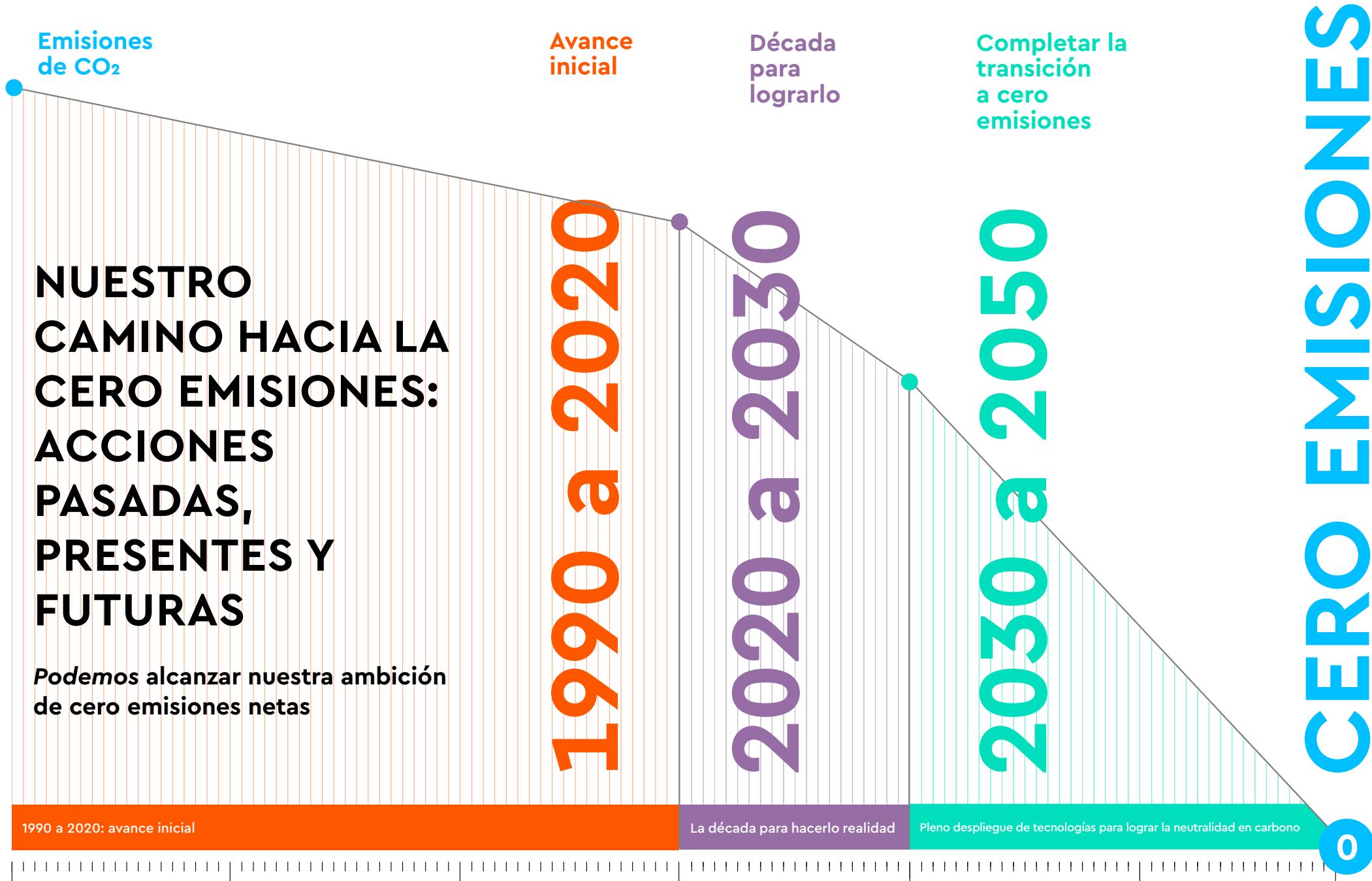
El hormigón es un material enormemente versátil, que permite a los diseñadores estructurales un enorme margen para satisfacer y optimizar los requisitos de aplicación con hormigón de la manera más sostenible.



### Amplia gama de colocaciones

La enorme variedad de técnicas de colocación del hormigón permite su uso en una amplia gama de aplicaciones, lo que permite a los diseñadores y contratistas elegir la técnica óptima para realizar proyectos eficientes.





## ACCIONES PARA UN FUTURO SIN EMISIONES DE CABONO

### Ahorro en la producción de clinker

- eficiencia térmica
- ahorro de combustibles residuales ("combustibles alternativos")
- uso de materias primas descarbonatadas
- uso de hidrógeno como combustible

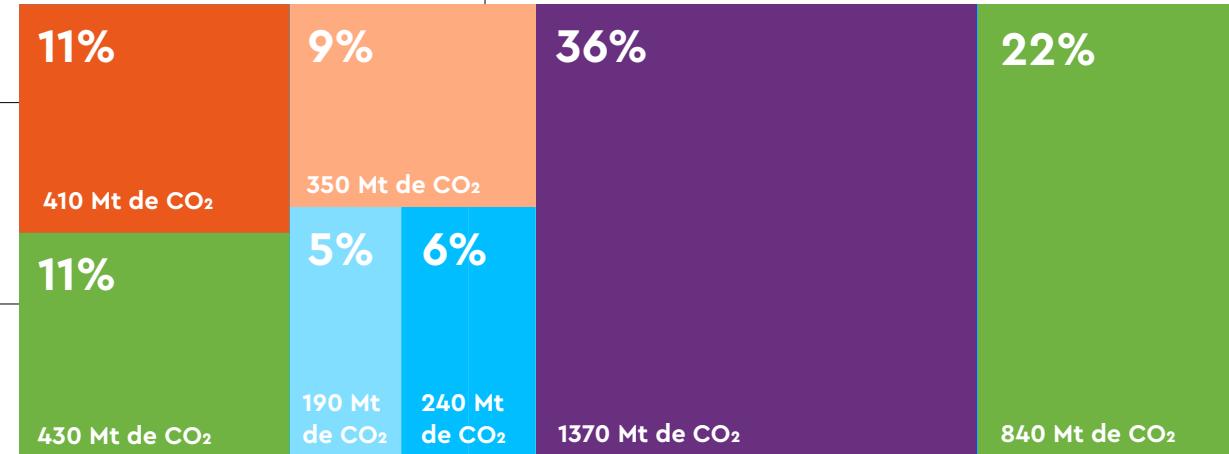
### Ahorro en cemento y aglutinantes

- Sustitución del cemento de clinker portland. También se expresa a través de la proporción de aglutinante de clinker
- alternativas a los cementos de clinker Portland

### Captura y utilización/almacenamiento de carbono

- captura de carbono en las fábricas de cemento

PORCENTAJE DE CONTRIBUCIÓN AL CERO EMISIONES Y AL CO<sub>2</sub> EN 2050



### Eficiencia en la producción de hormigón

- diseño optimizado de las mezclas
- optimización de los componentes
- seguir industrializando la fabricación
- control de calidad

### Descarbonización de la electricidad

- descarbonización de la electricidad utilizada tanto en las plantas de cemento como en la producción de hormigón

### Sumidero deCO<sub>2</sub> : la recarga de carbono

- absorción natural deCO<sub>2</sub> en el hormigón – un sumidero de carbono

### Eficiencia en el diseño y la construcción

- el informe del cliente a los diseñadores para permitir la optimización
- optimización del diseño
- eficiencia de la obra
- reutilización y ampliación de la vida útil

# 1920-2020

AVANCE  
INICIAL



## 1990 A 2020 AVANCE INICIAL

**La industria del cemento fue el primer sector en controlar e informar públicamente de sus emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial. Lo hemos hecho durante los últimos 20 años y seguimos haciéndolo de forma transparente en la actualidad. A lo largo de las tres últimas décadas, nuestra industria ha reducido sus emisiones proporcionalmente en alrededor de una quinta parte, sobre todo gracias a la sustitución del clinker y a las medidas relacionadas con el combustible. Las reducciones representan los esfuerzos de los productores de todo el mundo.**

La producción de hormigón también ha avanzado en las últimas tres décadas. La inversión en equipos de mezclado, sistemas de control y calidad y nuevos aditivos son algunos de los avances que han permitido a los fabricantes de hormigón producirlo con mayor eficacia. En algunas economías emergentes también se ha producido un cambio constante, pasando de la producción de hormigón en pequeñas obras con cemento en sacos a la producción en fábrica de hormigón premezclado o prefabricado. En las economías desarrolladas se está introduciendo la digitalización. Entre los beneficios de todos estos avances se encuentra la reducción de la huella de CO<sub>2</sub> para hormigones de rendimiento equivalente.



# 20~~20~~-20~~30~~30

LA DÉCADA  
PARA HACERLO  
REALIDAD



Proyecto piloto LEILAC (Low Emissions Intensity Lime And Cement, cal y cemento de baja intensidad de emisiones).

## DE 2020 A 2030: LA DÉCADA PARA HACERLO REALIDAD

En esta década clave, aceleraremos nuestras reducciones de CO<sub>2</sub> mediante las siguientes acciones e iniciativas:

- aumento de la sustitución de clinker – incluyendo cenizas volantes, arcillas calcinadas, escoria granulada de alto horno (ggbs) y piedra caliza molida.
- reducción de los combustibles fósiles y aumento del uso de combustibles alternativos
- mejora de la eficiencia en la producción de hormigón
- mejorar la eficiencia en el diseño de proyectos de hormigón y el uso del hormigón durante la construcción, incluido el reciclaje
- inversión en tecnología e innovación
- Desarrollo de la tecnología y la infraestructura del CCUS

Además, nos esforzaremos y colaboraremos en el establecimiento de un marco político para lograr el hormigón neutro en carbono.

### HITOS DE REDUCCIÓN DE CO<sub>2</sub> EN 2030:

(Comparado con la línea de base de 2020)

Hormigón

**25%**

Reducción de CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> de hormigón para 2030

Cemento

**20%**

Reducción de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento para 2030

## DE 2020 A 2030: LA DÉCADA PARA HACERLO REALIDAD



En esta importante década habrá que desarrollar un marco político global para alcanzar el objetivo común del hormigón neutro en carbono.

**Aceleraremos las reducciones a lo largo de esta década crítica. En lo que respecta a la sustitución del clinker, el aumento del uso de cenizas volantes y escoria granulada de alto horno (ggbfs) seguirá desempeñando un papel importante en esta década; la piedra caliza molida, los finos de hormigón reciclados y la introducción de arcillas calcinadas y otros nuevos materiales prometedores también desempeñarán un papel creciente.**

Otras reducciones significarán limitar el uso de combustibles fósiles en cada punto de las cadenas de suministro y producción, así como reutilizar los residuos de la sociedad como una alternativa inteligente y más ecológica. Estamos avanzando en esta importante transición energética que, a la escala del sector, es sustancial.

Además, es fundamental que en esta década avancemos en las tecnologías de vanguardia necesarias para que estén listas para su despliegue a escala comercial al final de la misma. Invertir ahora en tecnologías e innovaciones que llegarán en años posteriores.

Nuestros miembros están invirtiendo e investigando en alternativas a los cementos de clinker Portland. Aunque pueden contribuir a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, es probable que tengan un papel limitado debido a la falta de materia prima a la escala necesaria.

La Captura, Utilización y Almacenamiento de Carbono (CCUS) es un componente esencial de nuestro plan de trabajo. Los proyectos piloto de CCUS ya tienen un gran impulso, con proyectos vivos y anuncios que se están acelerando en Norteamérica, China, India y Europa. Esta tecnología funciona, por lo que tenemos que trabajar con las partes interesadas, como los legisladores y la comunidad inversora, para ayudar a desarrollar, reducir el riesgo y desplegar la tecnología y la infraestructura durante este tiempo para ayudar a transformar la industria en todo el mundo.

Aunque no es en absoluto sencillo, también hay victorias relativamente fáciles en las fases de producción de hormigón y de diseño y construcción del mismo. De hecho, no todos los cambios requieren una inversión, y algunos pueden incluso reducir los costes: reducir las cantidades de materias primas mediante la mejora de los procesos de diseño, el uso de material reprocesado y reciclado, mediante la reutilización de elementos, y la ampliación de la vida útil de proyectos completos. La eficiencia del diseño y el aprovechamiento de las ventajas y la versatilidad del hormigón pueden hacer que se utilice menos material. Esto significa considerar el hormigón y el cemento no sólo como productos que hay que producir, sino como componentes cruciales en una economía circular.

En esta importante década habrá que desarrollar un marco político global para alcanzar el objetivo común del hormigón neutro en carbono. Esto deberá ser un esfuerzo conjunto de la industria, los legisladores y los gobiernos.

### HITO 2030: AVANCES EN LA CAPTURA DE CARBONO

**La tecnología de captura de carbono se aplica a escala industrial en**

# **10 plantas**

para contribuir a la obtención de hormigón neutro en carbono

# 20<sup>30</sup>-20<sup>50</sup>



PLENO DESPLIEGUE DE  
TECNOLOGÍAS PARA  
LOGRAR LA NEUTRALIDAD  
EN CARBONO

## 2030 A 2050: PLENO DESPLIEGUE DE TECNOLOGÍAS PARA LLEGAR A CERO



El despliegue de la tecnología de captura de carbono a gran escala durante la fabricación de cemento podría eliminar por completo las emisiones de su proceso y dar lugar potencialmente a la entrega futura de un hormigón de carbono negativo para nuestro mundo.

**En este periodo, seguiremos aprovechando los avances de la década anterior.**

La sustitución del clinker continuará. Si bien se reconoce que el suministro de cenizas volantes y ggbs probablemente disminuirá, la disponibilidad de caliza molida y arcilla calcinada aumentará y se utilizará como herramienta clave.

Incluso en la década de 2030 habrá margen para seguir utilizando combustibles alternativos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Las alternativas a los cementos de clinker Portland también pueden desempeñar un papel en la descarbonización, aunque limitado, quizás en torno a un 5% del mercado.

En última instancia, las emisiones de nuestros procesos significan que, aunque haremos todo lo posible por reducirlas, habrá que capturar el CO<sub>2</sub>, reutilizarlo si es posible o almacenarlo. Una vez establecida la capacidad y el argumento comercial para 2030, y con el desarrollo de la infraestructura en marcha, estaremos en el inicio del despliegue del CCUS a escala para garantizar que podamos lograr el cero emisiones para 2050.

El despliegue de la tecnología de captura de carbono a gran escala durante la fabricación de cemento podría eliminar por completo sus emisiones de proceso. Esto, junto con la biomasa y la recarbonatación, podría dar lugar a la entrega futura de hormigón con carbono negativo para nuestro mundo.

Además, la inversión, la colaboración y el trabajo centrado en la innovación de nuestros miembros a través de nuestros programas Innovandi también podrían desencadenar nuevas tecnologías en nuestra misión de descarbonización. Por ejemplo, se prevé que el hidrógeno verde/límpio y la electrificación de los hornos desempeñen un papel a partir de 2040.



## ABRIR LAS PUERTAS A UN FUTURO SIN EMISIONES DE CABONO: EL PAPEL DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Las políticas públicas desempeñarán un papel fundamental en la capacidad de la industria y de la cadena de valor en general de descarbonizar el cemento y el hormigón a lo largo de su vida útil. Será necesario desarrollar un marco político global. Será un esfuerzo conjunto de la industria, los legisladores y los gobiernos, para:

- hacer que la fabricación de cemento con bajas emisiones de carbono sea invertible
- Estimular la demanda de productos de hormigón con bajas emisiones de carbono
- crear la infraestructura necesaria para un entorno de fabricación circular y de cero emisiones.

A continuación se enumeran algunas políticas específicas para lograr los resultados mencionados y apoyar la transición hacia el hormigón neutro en carbono.

- Utilizar mecanismos apropiados de fijación de precios del carbono para crear unas condiciones equitativas en los costes del carbono y evitar la fuga de carbono mediante mecanismos adecuados de fijación de precios del carbono.
- Desbloquear todo el potencial de la economía circular de la cadena de valor del cemento y el hormigón priorizando el uso y mejorando el acceso a los residuos y subproductos como combustibles y materiales alternativos; la prohibición de los vertederos, promoviendo la recogida, la clasificación, el pretratamiento, la recuperación, el reciclaje y el coprocesamiento de los residuos.
- A través de cambios en las normas y en la política de contratación pública, acelerar la adopción de cementos y productos de hormigón con bajas emisiones de carbono, que utilicen cementos con nuevas químicas y composiciones.

- Apoyar la I+D y la innovación a través de la financiación pública y los mecanismos de inversión de riesgo compartido. Incentivar la creación de centros de innovación climática que fomenten la participación de todos los grupos de interés relevantes.
- Apoyar la utilización y el almacenamiento de la captura de carbono, proporcionando un reconocimiento justo de todas las tecnologías de captura de carbono con una contabilidad de carbono adaptada y apoyando la provisión y el acceso a la infraestructura de transporte y almacenamiento.
- Impulsar el suministro, la distribución, la disponibilidad y la asequibilidad de las energías renovables.
- Reconocer en la contabilidad nacional de gases de efecto invernadero y en el análisis del ciclo de vida la captación natural deCO<sub>2</sub> en el hormigón durante su vida útil y al final de la misma (recarbonatación) como un sumidero permanente de CO<sub>2</sub> y facilitar el acceso a los residuos de demolición del hormigón para que la industria pueda maximizar la captación deCO<sub>2</sub> (recarbonatación).
- Establecer normas ambiciosas para el rendimiento energético de los edificios que sean lo suficientemente exigentes y sofisticadas como para tener en cuenta las ventajas de propiedades como la masa térmica.
- Adoptar la neutralidad de los materiales/tecnología y el rendimiento del ciclo de vida del CO<sub>2</sub> en los reglamentos y normas de construcción, así como en la contratación pública, para optimizar los resultados sostenibles.
- Abordar las barreras sistémicas (no reglamentarias) para permitir la optimización del diseño y la construcción del hormigón y la priorización del rendimiento del CO<sub>2</sub> junto con otros objetivos en las fases de adquisición, diseño y construcción.

## 1990 A 2020 AVANCE INICIAL

**La industria del cemento fue el primer sector en controlar e informar públicamente de sus emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel mundial. Lo hemos hecho durante los últimos 20 años y seguimos haciéndolo de forma transparente en la actualidad. A lo largo de las tres últimas décadas, nuestra industria ha reducido sus emisiones proporcionalmente en alrededor de una quinta parte, sobre todo gracias a la sustitución del clinker y a las medidas relacionadas con el combustible. Las reducciones representan los esfuerzos de los productores de todo el mundo.**

La producción de hormigón también ha avanzado en las últimas tres décadas. La inversión en equipos de mezclado, sistemas de control y calidad y nuevos aditivos son algunos de los avances que han permitido a los fabricantes de hormigón producirlo con mayor eficacia. En algunas economías emergentes también se ha producido un cambio constante, pasando de la producción de hormigón en pequeñas obras con cemento en sacos a la producción en fábrica de hormigón premezclado o prefabricado. En las economías desarrolladas se está introduciendo la digitalización. Entre los beneficios de todos estos avances se encuentra la reducción de la huella de CO<sub>2</sub> para hormigones de rendimiento equivalente.

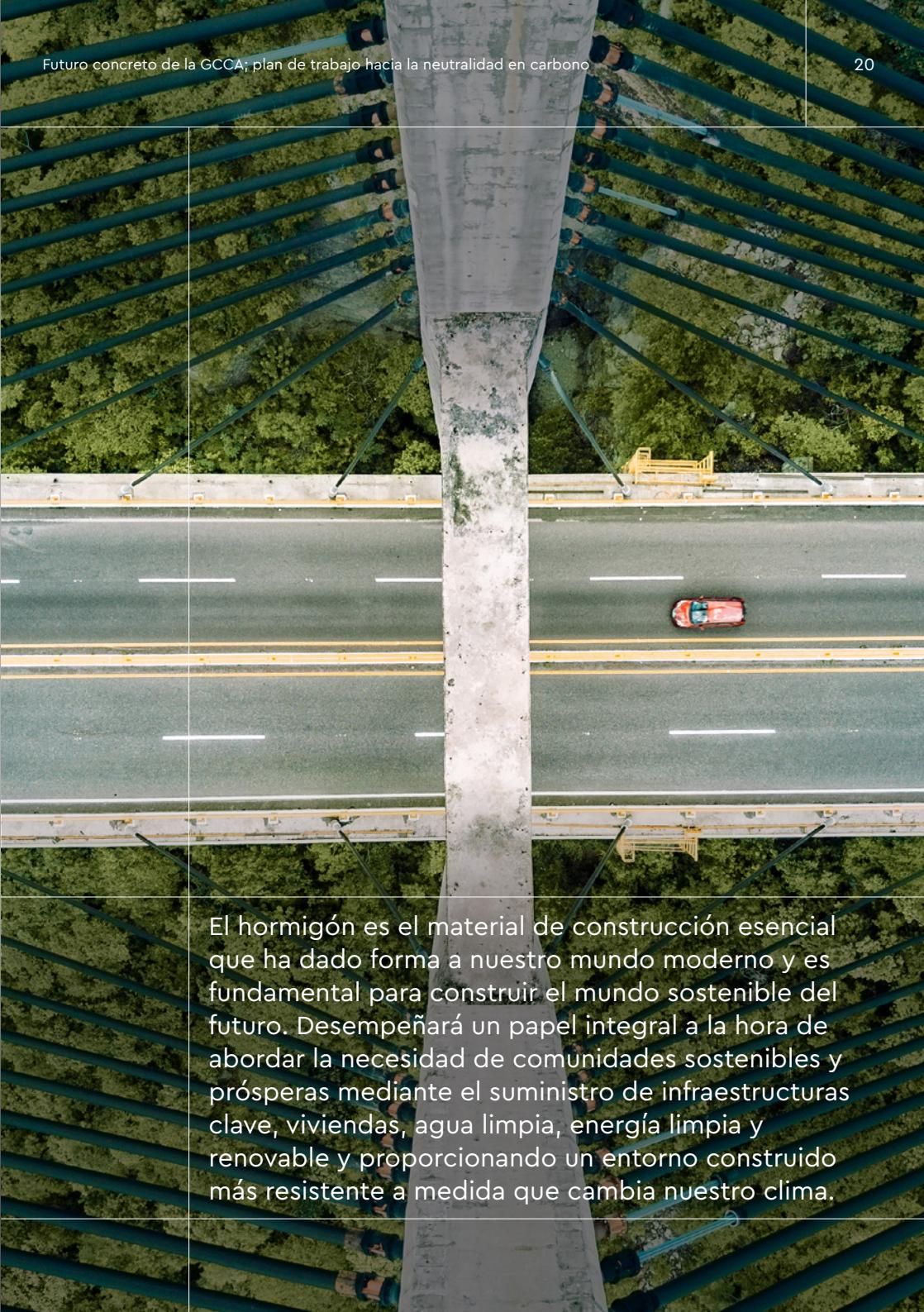


## POR QUÉ ES IMPORTANTE NUESTRA HOJA DE RUTA

Creemos que la publicación de la hoja de ruta de la GCCA 2050 hacia el hormigón cero neto es un momento crucial para nuestra industria, el entorno construido y el mundo. Establece una vía neta cero para ayudar a limitar el calentamiento global a 1,5 °C.

A través de la hoja de ruta, el hormigón y nuestra industria cuentan con una vía global que demuestra cómo puede descarbonizarse por completo y contribuir plenamente a un mundo cero emisiones.

Este viaje es complejo y supondrá un reto, pero estamos plenamente comprometidos. Trabajaremos juntos dentro de nuestro sector, y con otros, para hacer realidad este objetivo y liberar el increíble potencial del hormigón cero neto para nuestro mundo.



El hormigón es el material de construcción esencial que ha dado forma a nuestro mundo moderno y es fundamental para construir el mundo sostenible del futuro. Desempeñará un papel integral a la hora de abordar la necesidad de comunidades sostenibles y prósperas mediante el suministro de infraestructuras clave, viviendas, agua limpia, energía limpia y renovable y proporcionando un entorno construido más resistente a medida que cambia nuestro clima.



## QUÉ SIGNIFICA LA HOJA DE RUTA PARA LOS MIEMBROS DE GCCA

La GCCA y sus empresas miembros se comprometen a poner en práctica la hoja de ruta del cemento y el hormigón para alcanzar las cero emisiones netas en 2050.

### Los puntos clave son:

- la hoja de ruta no puede lograrse sin las políticas adecuadas y el apoyo de las partes interesadas del entorno construido y del gobierno
- el camino real para las empresas, regiones y países varía
- los miembros contribuirán de acuerdo con su posición en la cadena de valor.

### Las empresas miembros se comprometen a:

- abogar por las políticas identificadas en la hoja de ruta como necesarias para lograr el hormigón cero neto
- contribuir al hormigón cero neto de acuerdo con su posición en la cadena de valor del cemento y el hormigón
- contribuir a una serie de hitos y objetivos para 2030 en línea con su posición en la cadena de valor del cemento y el hormigón, así como su progreso de descarbonización hasta la fecha
- informan de los progresos realizados.

## SEGUIMIENTO DE NUESTROS PROGRESOS

La GCCA reconoce la necesidad de supervisar los progresos y comunicar claramente los resultados a todas las partes interesadas.

Nuestras Directrices de sostenibilidad proporcionan a la industria y a los grupos de interés un medio para documentar y, por tanto, mejorar el rendimiento de la sostenibilidad del sector mundial del cemento y el hormigón con respecto a la Carta de sostenibilidad de la GCCA.

Las siete directrices incluyen indicadores clave de rendimiento sencillos, fiables y representativos con los que las empresas miembros de pleno derecho deben supervisar e informar sobre su rendimiento en materia de sostenibilidad en todas las actividades clave (los miembros asociados son empresas que comparten la misión de la GCCA pero no cumplen los requisitos para ser miembros de pleno derecho)

Las actuales directrices de la GCCA sobre CO<sub>2</sub> todavía no abarcan CO<sub>2</sub> en el hormigón, pero esto está en desarrollo. Además, la GCCA tiene la intención de poner en marcha mecanismos para supervisar los avances en todas las medidas e hitos de la hoja de ruta.



## TRABAJAR EN COLABORACIÓN



Para cumplir con nuestra ambición, debemos asociarnos con las partes interesadas para que apoyen nuestro pensamiento, nos desafíen y establezcan una hoja de ruta ambiciosa pero alcanzable para la industria, que cumpla con las expectativas globales y que impulse la respuesta adecuada en la adopción de medidas climáticas.

La industria del cemento y el hormigón lleva mucho tiempo comprometida con la mejora de su huella medioambiental. La GCCA proporciona una plataforma para acelerar la alineación y la acción para que la industria cumpla con la oportunidad de lograr el hormigón cero neto. Nuestra tarea fundamental es abordar los retos que se interponen en el camino.

Debido a la importancia fundamental del hormigón para el mundo en el que vivimos hoy, y al papel crítico que desempeñará en la construcción del mundo sostenible del mañana, la GCCA y sus empresas miembros son conscientes de la responsabilidad de seguir mejorando y acelerando los progresos que hemos realizado.

Sin embargo, aunque tenemos la visión y la aspiración de ofrecer a la sociedad un hormigón cero neto para 2050, reconocemos que no tenemos todas las respuestas ni podemos alcanzar nuestro objetivo por nosotros mismos. Es una empresa importante. La configuración de la política y las medidas deben ser correctas. Se requiere un trabajo y una inversión significativos en toda la cadena de valor de la construcción para promover la innovación en nuevos productos, procesos y tecnologías.

Para cumplir con nuestra ambición, debemos asociarnos con las partes interesadas para que apoyen nuestro pensamiento, nos desafíen y establezcan una hoja de ruta ambiciosa pero alcanzable para la industria, que cumpla con las expectativas globales y que impulse la respuesta adecuada en la adopción de medidas climáticas.

Hacemos un llamamiento a los responsables políticos, los gobiernos, los inversores, los investigadores, los innovadores, los clientes, los usuarios finales y las instituciones financieras para que se unan a nosotros en este viaje crítico y nos ayuden a garantizar los recursos, las herramientas y las políticas adecuadas para conseguir un hormigón cero neto para el mundo.





## OBJETIVO Y ALCANCE DE LA HOJA DE RUTA

01 / Las emisiones del sector del cemento y el hormigón son principalmente de alcance 1 y 2. Las previsiones de la hoja de ruta no incluyen las emisiones de alcance 3.

Las principales emisiones de CO<sub>2</sub> del ámbito 3 están relacionadas con el transporte y se ha calculado que suponen entre el 15 y el 20 % de las emisiones totales asociadas a un hormigón típico. Se está trabajando para comprender mejor estos aspectos. Nuestro sector tiene un papel en la adquisición de transporte con bajas emisiones de carbono y con cero emisiones de carbono, y apoyará la descarbonización total del sector del transporte para 2050, con el fin de que las emisiones del transporte de nuestro sector se ajusten a nuestro compromiso de cero emisiones netas.

La hoja de ruta de la GCCA 2050 hacia el hormigón neto se basa en la innovadora ambición climática de la GCCA y se alinea con los objetivos climáticos globales de limitar el calentamiento global a un escenario de 1,5 °C. Describe cómo la industria, con el apoyo de otros, puede completar la transición que ya está en marcha, y lograr plenamente un hormigón con cero emisiones de carbono para 2050.<sup>01</sup>

La hoja de ruta describe la amplia gama de requisitos interconectados necesarios para alcanzar este destino crítico, incluyendo: los compromisos y las obligaciones de la propia industria; la aportación de las partes interesadas del entorno construido en general, incluidos los arquitectos, los ingenieros y toda la cadena de valor; el marco político necesario que los gobiernos tendrán que promulgar para apoyar la transición; así como las medidas tecnológicas de apoyo, los avances y la inversión de acompañamiento.

La hoja de ruta hacia el hormigón cero neto es un plan de acción exhaustivo para el compromiso cero neto que debe alcanzarse a mediados de siglo, en el que se destacan los importantes avances logrados hasta la fecha, el abanico de acciones de descarbonización que está llevando a cabo el sector en la actualidad y el plan de aplicación para los próximos años hacia el hormigón cero neto. La hoja de ruta incluye hitos clave para 2030.

Se trata de una hoja de ruta global que nuestras empresas miembros y sus directores generales se comprometen a cumplir, trabajando juntos y con la participación de las partes interesadas de toda la sociedad. En su desarrollo se han realizado aportaciones detalladas de todas las regiones del mundo por parte de los miembros de la GCCA que operan en casi todos los países del mundo y de otros actores del sector.

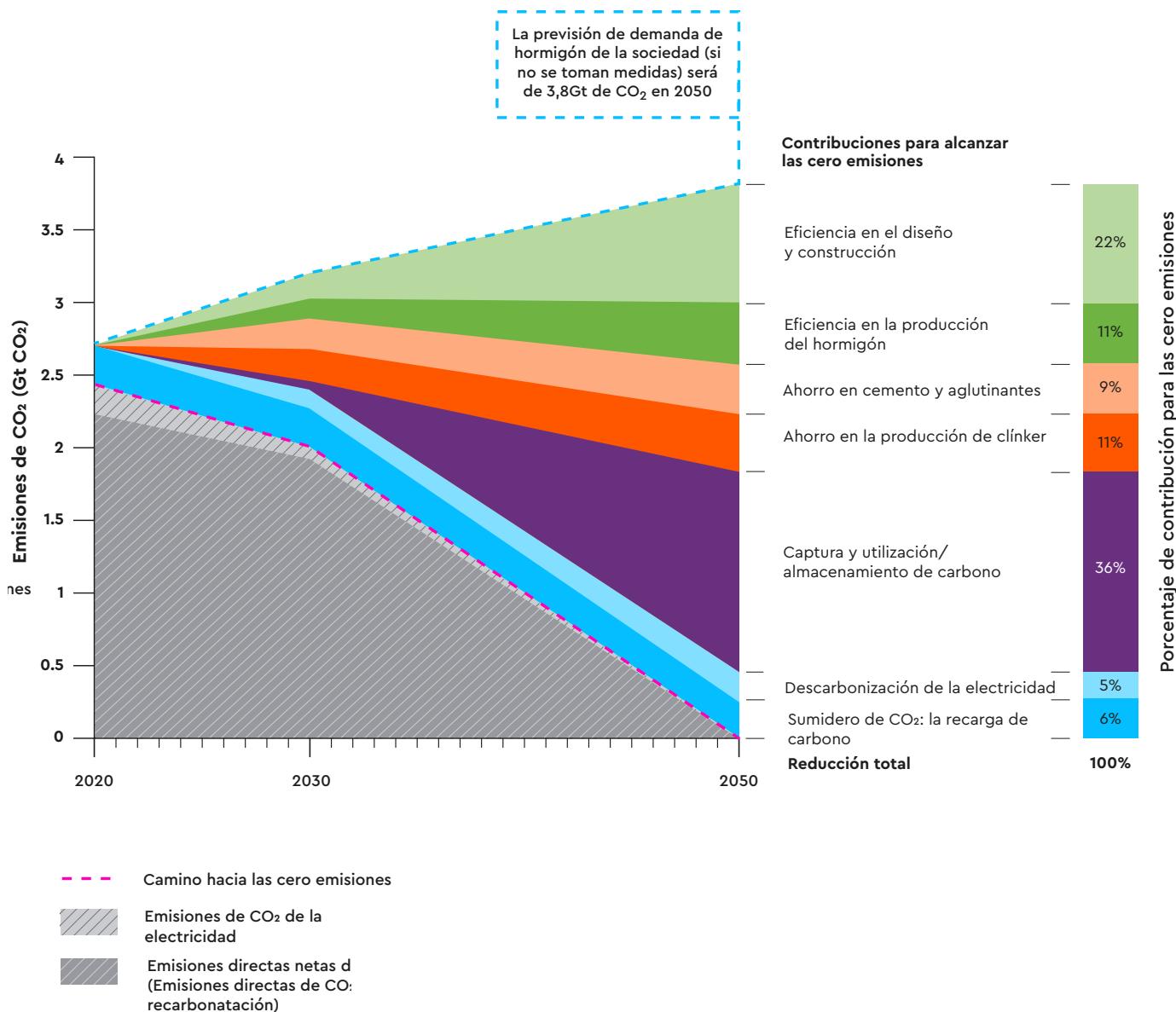
Nuestra hoja de ruta es una referencia mundial. Todos los miembros de la GCCA se han comprometido a cumplir la hoja de ruta global hacia el hormigón cero neto, pero puede que tengan que seguir caminos diferentes para conseguirlo. Cada empresa, región y país tiene oportunidades y retos específicos, lo que significa que su hoja de ruta específica hacia el hormigón cero neto puede variar, ya que las medidas tecnológicas se aplican de forma diferente según las condiciones locales y regionales.

## LLEGAR A LAS CERO EMISIONES

El total de las emisiones de emisiones directas CO<sub>2</sub> del sector superan actualmente las 2,5 Gt. Se trata sobre todo de emisiones directas de CO<sub>2</sub> que, a su vez, proceden principalmente de la propia piedra caliza calentada (aprox. 60 %) y de la combustión de los combustibles utilizados en el horno de cemento y otros procesos de la planta (aprox. 40 %). La electricidad utilizada por el sector contribuye a otras emisiones de CO<sub>2</sub>, como se indica.

Hay múltiples medidas que se aplicarán para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en las diferentes fases de la vida útil del cemento y el hormigón. Nuestro proceso de hoja de ruta ha evaluado el papel que desempeñará cada una de estas medidas para alcanzar las cero emisiones. La media global se presenta en el gráfico adjunto. En todo el mundo, cada medida se aplicará de acuerdo con los factores locales.

## El camino hacia el cero neto



## LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> Y LAS MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES

**Los medios para lograr las cero emisiones se presentaron en la página 24 «Llegar a las cero emisiones». En esta sección se detallan cada una de estas agrupaciones.**

### Ahorro en la producción de clínker

Esto incluye la reducción de CO<sub>2</sub> mediante el uso de materias primas descarbonatadas, medidas de eficiencia energética, uso de materiales de desecho sostenibles («combustibles alternativos») para sustituir a los combustibles fósiles e innovaciones como el uso de hidrógeno y la electrificación de los hornos.

El uso de materias primas descarbonatadas para sustituir parte de la piedra caliza en el horno reduce las emisiones totales de la descarbonatación de la piedra caliza. Por definición, los materiales descarbonatados, como el material fino del hormigón reciclado, no emiten CO<sub>2</sub> cuando se calientan porque ya se les ha eliminado el CO<sub>2</sub>. Se prevé que, a nivel mundial, esto suponga una reducción del 2 % de las emisiones totales del sector.

Las medidas de eficiencia energética térmica ya se aplican de forma generalizada en todo el mundo mediante el despliegue de las tecnologías más avanzadas existentes en las nuevas plantas de cemento y la readaptación de las instalaciones existentes. Se introducirán nuevas mejoras. Con muchas plantas de cemento nuevas y eficientes energéticamente en las economías emergentes, se trata de un área en la que estas regiones ya han hecho buenos progresos.

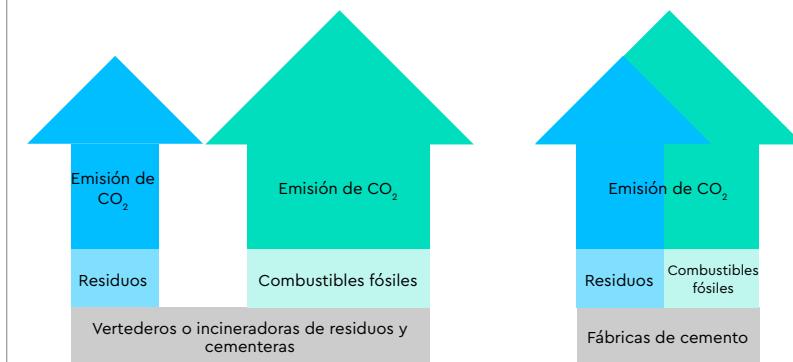
Hay que tener en cuenta que con el aumento del uso de combustibles alternativos, puede haber una ligera disminución de la eficiencia energética térmica. Las mayores tasas de sustitución de combustibles alternativos en combinación con diferentes parámetros, por ejemplo, la capacidad de combustión, el mayor contenido de humedad, el diseño y el tamaño de la planta, pueden dar lugar normalmente a un ligero aumento de la demanda de energía térmica. Este efecto se ha tenido en cuenta en las previsiones.

01 / Las emisiones procedentes de la biomasa residual pura y del contenido de carbono biogénico de los combustibles mixtos se consideran neutras desde el punto de vista climático de acuerdo con el Protocolo sobre los gases de efecto invernadero (GHG, por sus siglas en inglés)

Los combustibles alternativos se derivan de materiales no primarios, es decir, residuos o subproductos, y pueden ser combustibles alternativos de biomasa, fósiles o mixtos (fósiles y biomasa).<sup>01</sup> Existen ejemplos actuales de hornos de cemento que funcionan con un 100 % de combustibles alternativos, lo que demuestra el potencial de esta medida.

La industria es una consumidora consolidada de combustibles alternativos derivados de residuos no reciclables procedentes de diversas fuentes, por ejemplo, de la producción municipal, agrícola, química y alimentaria. Las altísimas temperaturas y los tiempos de permanencia que se alcanzan en los hornos de cemento garantizan una gestión segura y respetuosa con el medio ambiente. La logística y la infraestructura de la cadena de suministro, la concesión de permisos y la política de residuos para reducir/eliminar los residuos que van a parar a los vertederos son necesarios para apoyar a la industria en el aumento de su uso de combustibles alternativos.

Por término medio, se prevé que el uso de combustibles alternativos aumente del 6% actual al 22 % y al 43 % en 2030 y 2050, respectivamente. Se prevé que innovaciones como el uso de hidrógeno y la electrificación de los hornos desempeñen un pequeño papel a partir de 2040.



La utilización de combustibles de desecho en las fábricas de cemento da lugar -según el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero- a una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> e incluso de GHG en los vertederos y las plantas de incineración.



**01 / Aglomerante** significa todo el material del hormigón, como el cemento, las cenizas volantes, los ggbs, los finos de piedra caliza, etc., que está permitido como material de cementación en la jurisdicción local

**02 / Clínker** se produce en un horno de cemento y se muela para fabricar cemento Portland ordinario. El clínker se puede moler con otros materiales para producir cementos con menos emisiones de CO<sub>2</sub>

## Ahorro de cemento y aglutinantes<sup>01</sup>

En la planta de cemento o en la de hormigón, se pueden añadir cenizas volantes, ggbs, piedra caliza molida y otros materiales para obtener hormigones con menos emisiones de CO<sub>2</sub> pero con el rendimiento requerido. En algunas aplicaciones se mejora el rendimiento del hormigón. Esta medida también se denomina sustitución de clínker<sup>02</sup>. En esta hoja de ruta se describe por la proporción de aglutinante de clínker.

La disponibilidad de materiales adecuados en todo el mundo varía ahora, y lo hará en el futuro, porque, por ejemplo, las cenizas volantes proceden de las centrales eléctricas de carbón y los ggbs de los altos hornos de la industria siderúrgica, y estas industrias también están en transición.

En las próximas décadas se incrementará el uso de piedra caliza molida y la introducción de arcillas calcinadas, tanto para compensar la reducción del suministro de cenizas volantes y ggbs, como para reducir aún más la proporción de aglutinante del clínker. Las arcillas calcinadas se basan en depósitos de arcilla geográficamente dispersos y suficientemente abundantes para satisfacer la demanda prevista.

Mientras que la disponibilidad de materiales puede ser una limitación en la proporción de aglutinante de clínker, la aceptación del cliente es una barrera actual para explotar plenamente esta medida en algunas economías desarrolladas y emergentes.

Por término medio, el factor de aglutinación del clínker es actualmente de 0,63. Se prevé que se reduzca a 0,58 y 0,52 en 2030 y 2050 respectivamente. Las variaciones regionales e incluso nacionales son inevitables debido a la diferente disponibilidad de materiales y a las necesidades del mercado.

Las alternativas a los cementos de clínker Portland han sido objeto de muchas investigaciones, pero no se prevé que su impacto sea significativo, principalmente por la falta fundamental de disponibilidad de materias primas a la escala necesaria. Además, también tienen emisiones de CO<sub>2</sub> (aproximadamente la mitad de los cementos comunes).



Por término medio, se prevé que las alternativas a los cementos de clínker Portland representen el 1 % y el 5 % del cemento en 2030 y 2050, respectivamente, y que en 2050 contribuyan a reducir en un 0,5 % las emisiones globales de CO<sub>2</sub>.

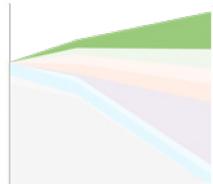
## Eficiencia en la producción de hormigón

En cuanto a la producción de hormigón, la industrialización es la medida específica clave. El paso de la dosificación de hormigón en pequeñas obras con cemento en sacos a los procesos industrializados ofrece un importante ahorro de emisiones de CO<sub>2</sub>, debido al cumplimiento de las especificaciones de la mezcla y el control de calidad. En algunas economías emergentes, como la India, la gran mayoría de la producción de hormigón se realiza actualmente en las obras. La transición a la producción industrializada se ha visto en otros países.

En general, la utilización de aditivos y la mejora del procesamiento de los áridos son buenas oportunidades para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de hormigón. Estos ahorros ya han sido aplicados por algunas partes de la industria, pero una aplicación más amplia y profunda proporcionará más ahorros.

Por término medio, a nivel mundial, la optimización de la producción de hormigón en términos de utilización de aglutinantes puede conducir a una reducción de la demanda de aglutinantes del 5 % y el 14 % en 2030 y 2050, respectivamente.

	<p><b>La captura y utilización/almacenamiento de carbono</b> es una nueva medida, y se prevé que su contribución solo será significativa después de 2030, cuando se haya establecido la viabilidad comercial y la infraestructura necesaria. Una vez capturado, el CO<sub>2</sub> se utilizará en la industria del cemento y el hormigón, en otras industrias o se almacenará.</p> <p>La utilización del CO<sub>2</sub> capturado en la industria del cemento y el hormigón incluye la inyección en el hormigón húmedo, el curado del hormigón endurecido y la fabricación de áridos a partir de productos residuales. El desarrollo y la expansión de estos tres usos del CO<sub>2</sub> capturado están en marcha.</p> <p>En la página 33 se habla de la captura y utilización/almacenamiento del carbono</p> <p>Se prevé que en 2050 se capturarán y usarán/almacenarán 1370 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.</p>		<p><b>Recarbonatación</b> es un proceso natural de absorción de CO<sub>2</sub> por parte del hormigón. Los ingenieros lo entienden bien y se ha incorporado a las normas de ingeniería durante décadas. Solo recientemente se ha tenido en cuenta en la contabilidad del carbono, la más reciente el 6º Informe de Evaluación del IPCC publicado en agosto de 2021.</p> <p>En esta hoja de ruta se ha utilizado el nivel 1 de la metodología IVL01. Esto permite adoptar un valor del 20 % para la recarbonatación, que se aplica a la carbonatación máxima teórica posible para una tonelada de clínker (525kg CO<sub>2</sub>/tonelada), es decir, 105 kg CO<sub>2</sub>/tonelada de clínker. Se trata de un valor conservador de límite inferior dentro de la metodología del IVL.</p> <p>De 2020 a 2050, la proporción de aglutinante de clínker disminuye (véase el ahorro en cemento y aglutinantes). El clínker reducido por m<sup>3</sup> de hormigón, y el volumen total de clínker a nivel global da como resultado una ligera disminución de la recarga en las próximas décadas.</p> <p>Esta previsión es intencionadamente conservadora porque es la primera hoja de ruta global que incluye la recarbonatación y todavía se está trabajando en una evaluación más detallada de la recarbonatación y en los esfuerzos para mejorar la recarbonatación mediante la exposición activa del hormigón triturado al CO<sub>2</sub> al final de su vida útil.</p> <p>Se prevé que la recarga mundial sea de 319, 318 y 242 Mt de CO<sub>2</sub> en 2020, 2030 y 2050 respectivamente.</p>
	<p><b>La descarbonización de la electricidad</b> en todo el mundo en las próximas décadas hará que las emisiones procedentes de la generación de electricidad utilizada en la producción de cemento y hormigón se reduzcan a cero.</p> <p>La demanda de electricidad del sector aumentará hasta 2030, en consonancia con el aumento de la producción total, y hasta 2050, principalmente debido a la demanda de electricidad de la captura de carbono. Este aumento de la demanda se contrarresta con la descarbonización de la electricidad. Se han utilizado datos globales de la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés) para 2020 y 2030 para prever el impacto de la descarbonización de la red en los próximos 10 años.</p> <p>La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta 2030 es del 54 % respecto a 2020, y del 100 % hasta 2050.</p>		



**La eficiencia en el diseño y la construcción** puede lograrse aplicando muchas medidas específicas. Estas medidas pueden aplicarse con las normas y reglamentos actuales.

El principal medio para desbloquear las medidas de diseño es garantizar que la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> se convierta en un parámetro de diseño, además de los actuales parámetros de calidad, coste, velocidad y requisitos específicos del cliente del proyecto.

Los diseñadores de edificios, con el apoyo de los clientes, pueden lograr reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante la elección de la geometría y el sistema de losas de hormigón, la elección de la separación de los pilares de hormigón y la optimización de la resistencia del hormigón, el tamaño de los elementos y el porcentaje de refuerzo. Esto puede lograrse sin dejar de obtener todas las ventajas de rendimiento de la construcción de hormigón. Los proyectos de infraestructuras ofrecen oportunidades análogas.

**En todos los proyectos a nivel mundial, se prevé que la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> que se puede conseguir mediante las medidas de diseño y construcción sea del 7 % y del 22 % en 2030 y 2050, respectivamente.**

## LA DEMANDA SOCIAL DE CEMENTO Y HORMIGÓN

El hormigón se utiliza ampliamente en volúmenes importantes por su versatilidad y sus múltiples ventajas de rendimiento: por ejemplo, es abundante, fuerte, robusto, duradero, resistente al fuego y al agua. Por estas razones ha sido y seguirá siendo la base de la sociedad.

Se espera que el crecimiento de la necesidad social de hormigón se deba a:

- megatendencias de crecimiento demográfico y urbanización
- la necesidad del hormigón para conseguir un desarrollo sostenible
- contribución a la resiliencia y la adaptación al clima.

Se ha hecho una previsión de las posibles necesidades totales de hormigón hasta 2050, asumiendo la práctica actual.

Esto prevé un aumento de los 14 000 millones de m<sup>3</sup> de hormigón actuales a casi 20 000 millones de m<sup>3</sup> en 2050. Las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a este volumen de hormigón también se han calculado, asumiendo la práctica actual, y ascienden a 3,8 Gt de emisiones de CO<sub>2</sub>.

La demanda prevista hasta 2050 varía considerablemente de una región a otra. Tras las últimas décadas de importantes inversiones en infraestructuras en China, donde se consume la mayor parte del hormigón mundial, se prevé una reducción de la demanda. En el resto del mundo, en particular en África, India y América Latina, se prevé un aumento de la demanda, debido al crecimiento de la población, la urbanización y la necesidad de infraestructuras, incluso después de tener en cuenta el ahorro de eficiencia en el diseño y la construcción que se indica en esta hoja de ruta.

## ACCIÓN DE LOS MIEMBROS DE LA GCCA HOY

Nuestros miembros están comprometidos con la acción climática hoy para impulsar la sostenibilidad en nuestro sector. He aquí algunos ejemplos de todo el mundo.



### CEMEX

Utilización de la tecnología del hidrógeno como parte de la mezcla de combustibles de sus plantas de cemento para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>

[Ver estudio de caso >](#)



### CEMENTIR HOLDING

FUTURECEMT™ que permite reducir hasta un 30 % la huella de carbono

[Ver estudio de caso >](#)



### CNBM

Descarbonizar las plantas de cemento mediante la recuperación del calor residual

[Ver estudio de caso >](#)



### CEMENTOS ARGOS

Cemento verde para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía

[Ver estudio de caso >](#)



### CEMENTOS MOLINS

Sustitución de energía y materiales

[Ver estudio de caso >](#)



### CEMENTO HEIDELBERG

CCUS a escala industrial

[Ver estudio de caso >](#)



### HOLCIM

Cemento ecológico ECOPact, que ofrece un 30 % menos de huella de carbono con un rendimiento igual o superior

[Ver estudio de caso >](#)



### JK CEMENT

Reducción del calor durante la fabricación de clíker para reducir el CO<sub>2</sub>

[Ver estudio de caso >](#)



### JSW CEMENT

Coproducción con biomasa, industria y residuos plásticos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>

[Ver estudio de caso >](#)



### SCHWENK ZEMENT

Celitement™: desarrollo de un aglutinante alternativo que permite ahorrar CO<sub>2</sub>

[Ver estudio de caso >](#)



### SHREE CEMENT

Producción propia de yeso sintético

[Ver estudio de caso >](#)



### TAIHEIYO CEMENT

Desarrollo de la tecnología de circulación de carbono para separar el CO<sub>2</sub> de los gases de escape del horno en la planta de cemento, y utilización del CO<sub>2</sub> capturado a lo largo de la cadena de valor del cemento

[Ver estudio de caso >](#)



### TITAN

Reciclar las cenizas volantes de los vertederos para reducir la huella de carbono del cemento y el hormigón

[Ver estudio de caso >](#)



### ULTRATECH

Defender la acción climática con un enfoque holístico, que incluya las energías renovables, el AFR y la fijación de precios internos del carbono

[Ver estudio de caso >](#)



### VOTORANTIM CIMENTOS

Utilización de la biomasa del Açaí como fuente de energía

[Ver estudio de caso >](#)

## CEMENTO Y HORMIGÓN: POTENCIANDO LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Esta hoja de ruta se alineó con el compromiso de la industria con la sostenibilidad guiada por los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU.



Como industria, el cemento y el hormigón afectan a muchos ámbitos del desarrollo sostenible. Las notables propiedades del hormigón lo convierten en un elemento vital tanto para limitar el alcance como para combatir los efectos del cambio climático, permitiendo el desarrollo de edificios y comunidades sostenibles y resistentes en todo el mundo.

La disponibilidad generalizada y de bajo coste del hormigón, así como su durabilidad y resistencia, será un recurso fundamental para alcanzar muchos ODS. Esto es especialmente cierto en el caso de los objetivos relacionados con la urbanización, y cuando se necesitan mejoras a gran escala en infraestructuras vitales o en viviendas dignas y asequibles.

El papel de la industria, y los beneficios del material, desempeñan un papel en la consecución de casi todos los Objetivos de Desarrollo Sostenible:

- edificios e infraestructuras duraderas y rentables son fundamentales para la transformación de las comunidades para salir de la pobreza, proporcionar educación a todos los niveles y combatir el desperdicio de alimentos.
- infraestructura de transporte hecha con hormigón proporciona acceso al mercado para los productores locales de alimentos, promueve el acceso a la educación y crea oportunidades económicas y bienestar.
- como industria global, la fabricación de cemento y hormigón impulsa el crecimiento económico y proporciona empleo directo e indirecto; y, como industria, estamos comprometidos a proporcionar condiciones de trabajo justas y seguras.
- en todo el mundo, el hormigón es el material elegido para transportar agua, proporcionar agua potable y un saneamiento eficaz.
- el hormigón es parte integrante de la generación y el transporte de energía limpia, ya sea mediante la construcción de presas hidroeléctricas, la cimentación de turbinas eólicas o líneas eléctricas, o la infraestructura para la energía mareomotriz o geotérmica.
- las propiedades reflectantes únicas y la masa térmica del hormigón contribuyen a la eficiencia energética de nuestro entorno construido.
- como demuestra este documento, la industria del cemento y el hormigón está comprometida con el hormigón cero neto para 2050, eliminando su impacto climático.
- la fuerza y la resistencia única del hormigón tanto al agua como al fuego protege a las comunidades de todo el mundo de los desastres naturales y de los efectos del cambio climático.
- el hormigón es fundamental para proporcionar viviendas asequibles y resistentes a las comunidades urbanas vulnerables.
- la industria del cemento y el hormigón está en el centro de la economía circular, utilizando subproductos de otras industrias como materia prima o combustible, y proporcionando un producto que puede ser reutilizado o reciclado.

## ACCIÓN DE BIODIVERSIDAD PARA EL IMPACTO POSITIVO NETO



Cada vez se reconoce más que el cambio climático y el impacto de la sociedad en el mundo natural están tan entrelazados que resolver uno sin abordar el otro sería casi imposible. La biodiversidad en el mundo natural es fundamental para la salud de nuestro planeta. Garantizar una relación positiva con la naturaleza es la base de las actividades de las empresas miembros de la GCCA en todo el mundo.

Nuestros miembros operan en casi todos los países del mundo y son custodios de la tierra en la que operan. Para ello, hemos incorporado las buenas prácticas sobre la custodia de la tierra y la biodiversidad en nuestro documento clave, «la Carta de Sostenibilidad de la GCCA», así como los principios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU en nuestras acciones.

### Producción

Las empresas miembros de la GCCA tienen como objetivo lograr un impacto positivo neto en sus operaciones de cemento, hormigón y áridos a través de 4 acciones específicas:

- formular y ejecutar Planes de Rehabilitación de Canteras (QRP, por sus siglas en inglés) y Planes de Gestión de la Biodiversidad eficaces y progresivos ver Directrices de Sostenibilidad de la GCCA para la Rehabilitación de Canteras y la Gestión de la Biodiversidad
- realiza el seguimiento, la supervisión, la elaboración de informes y el establecimiento de la garantía de la información a través de indicadores clave de rendimiento que proporcionan información valiosa, fiable, fácil de entender y verificable. Esto permite comparar y medir los avances<sup>01</sup>
- destaca las fuertes características de sostenibilidad del hormigón
- trabajar en asociación para ampliar los esfuerzos.

01 / Véanse las directrices de sostenibilidad de la GCCA para la rehabilitación de canteras y la gestión de la biodiversidad <https://gccaassociation.org/sustainability-innovation/sustainability-charter-and-guidelines/>



### Uso del hormigón

El hormigón tiene un importante papel que desempeñar, ya que muchas partes de la infraestructura verde requerirán también un elemento de infraestructura dura. Por ello, la industria del hormigón se ha comprometido a desarrollar productos sostenibles que permitan y contribuyan a las soluciones basadas en la naturaleza para mitigar la pérdida de biodiversidad causada por el entorno construido. Las propiedades inherentes del hormigón hacen que no libere sustancias tóxicas al medio ambiente, ni requiera tratamientos y revestimientos que liberen sustancias. Esto hace que se pueda integrar directamente en los espacios verdes, como parques, zonas de juego y jardines, con un impacto limitado en la biodiversidad.

Los diseñadores pueden mitigar el impacto del desarrollo urbano utilizando las propiedades del hormigón. Por ejemplo, la pavimentación porosa evita la escorrentía superficial, y el hormigón duradero permite las estructuras de transporte subterráneo y el desarrollo de alta densidad, lo que limita el impacto global del desarrollo.

### ¿Cómo se puede conseguir un impacto positivo neto?

La rehabilitación de las canteras, de forma progresiva durante la extracción y al finalizar las operaciones, ofrece importantes oportunidades para la mejora de la biodiversidad mediante la creación de hábitats más mejorados, prósperos y conectados que los que había antes del inicio de las operaciones. Esto puede tener, y de hecho tiene, un impacto positivo neto en la biodiversidad, así como en otros componentes del capital natural (por ejemplo, el almacenamiento de agua y la mejora del paisaje), y la industria tiene un largo historial de resultados en este sentido. El resultado positivo neto puede conseguirse y medirse asegurando que el valor de la biodiversidad de un lugar se evalúa antes de proceder a su desarrollo, calculando las pérdidas relativas (por la eliminación del suelo y la extracción de minerales) y las ganancias (por la gestión dentro o fuera del lugar, y la rehabilitación progresiva y final) y tomando medidas para garantizar un resultado positivo neto.



## RESILIENCIA

**La resiliencia frente a los peligros es importante porque, a nivel individual, garantiza la satisfacción de nuestras necesidades básicas -seguridad, vivienda, alimentos, agua potable y saneamiento- y el apoyo al empleo y los medios de subsistencia. A nivel comunitario y nacional, la resiliencia apoya la permanencia de la seguridad, la justicia, los servicios de salud pública, las comunicaciones, la movilidad y otros servicios críticos, y fomenta la prosperidad económica. Y a nivel global, la resiliencia puede ser incluso importante para nuestra propia supervivencia.**

Nuestro entorno construido -viviendas, edificios e infraestructuras- está expuesto a una amplia gama de peligros naturales y de origen humano, y muchos de estos peligros se ven exacerbados por el cambio climático. Un entorno construido resistente es también un componente vital para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.

El hormigón es el más duradero de los principales materiales estructurales y ofrece una resistencia inherente contra muchos peligros. Puede resistir el fuego, el viento y el agua. No se pudre, ni se deforma, ni se come.

El hormigón también ofrece resistencia a la sociedad al ayudarla a recuperarse de una catástrofe. En un mundo en el que las catástrofes naturales son cada vez más frecuentes, la construcción de estructuras resistentes a las inundaciones y a los vientos fuertes es un componente clave de la sostenibilidad económica, social y medioambiental. A menudo, estos edificios se construyen con hormigón, ya que su durabilidad los hace más capaces de sobrevivir a las catástrofes, reduciendo la necesidad (y, por tanto, afectando favorablemente al coste y a la rapidez) de la reconstrucción tras la catástrofe.

La industria del diseño y la construcción en general, y la del hormigón en particular, cuenta con las competencias y los productos necesarios para crear un entorno construido más resistente que ayude a la sociedad a resistir, absorber y adaptarse a los numerosos peligros a los que estará sometida.



## INNOVACIÓN

La innovación continua ha sido el motor de las reducciones de CO<sub>2</sub> que la industria ha logrado en las últimas décadas. Las innovaciones han permitido aumentar la eficiencia de los hornos y la energía, la sustitución del clínker, la eficiencia en la producción y el uso de la producción de hormigón y, más recientemente, las tecnologías de captura de carbono. Una mayor innovación, especialmente en el campo del CCUS y de las nuevas químicas del cemento, contribuirá a alcanzar los objetivos señalados en esta hoja de ruta. La industria mundial del cemento y el hormigón tiene en marcha dos iniciativas de innovación de primer orden en el marco de la actividad Innovandi de la GCCA.

### Red mundial de investigación sobre el cemento y el hormigón Innovandi

Lanzada en 2020, la Red Global de Investigación del Cemento y el Hormigón Innovandi es un consorcio que reúne de forma crítica al mundo académico (40 instituciones líderes a nivel mundial) y a la industria (34 fabricantes de cemento y hormigón, empresas de aditivos, proveedores de equipos y tecnología) para colaborar en la investigación precompetitiva esencial, en áreas como:

- eficiencia energética
- eficiencia de la producción de clínker, incluidas las tecnologías alternativas de calcinación
- permitir la aplicación de CCUS/tecnologías
- comprender el impacto de los nuevos materiales
- tecnología del hormigón con bajas emisiones de carbono
- reciclaje del hormigón.

### Innovandi Open Challenge

El Open Challenge, lanzado en 2021, es un programa global para reunir a las start-ups con los miembros de la GCCA para acelerar el desarrollo de tecnologías que ayuden al sector del cemento y el hormigón a descarbonizarse. El ámbito de aplicación incluye:

- tecnologías de captura de carbono
- tecnologías de calcinación
- para el calentamiento de materiales durante el proceso de fabricación del hormigón
- uso del carbono en la cadena de suministro de la construcción
- mejora del reciclaje del hormigón.



## CAPTURA, UTILIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

También se muestran proyectos de todo el mundo, con la participación de los miembros de la GCCA y la tecnología avanzada.



## CAPTURA, UTILIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

El CCUS es una piedra angular de la hoja de ruta de carbono cero neto para el cemento y el hormigón. Se ha demostrado que la tecnología funciona y está cerca de la madurez, pero el despliegue del CCUS en toda la industria requerirá una estrecha cooperación entre el sector, los responsables políticos y la comunidad inversora.

Aunque la tecnología avanza, la economía sigue siendo un reto. Por lo tanto, el desarrollo de una «economía del carbono» es un paso esencial para pasar de una serie de proyectos piloto exitosos en todo el mundo a una implantación generalizada y a escala comercial. Una parte esencial de este viaje será la revaluación del CO<sub>2</sub> como un producto básico utilizable en lugar de un producto de desecho.

### Captura de carbono

La captura de CO<sub>2</sub> sigue siendo cara hoy en día, pero la tecnología está mejorando y el importante número de instalaciones de demostración, que se están desplegando actualmente en la producción de cemento, demuestra el potencial de reducción significativa de costes en los próximos años.

Actualmente se están probando diversas tecnologías de captura en proyectos piloto en todo el mundo. Entre ellas se encuentran la poscombustión (por ejemplo, la absorción química por aminas), la separación directa, el oxicorte y el bucle de calcio. Normalmente, estas tecnologías necesitan energía adicional para hacer funcionar los procesos de separación y manipulación del CO<sub>2</sub>.



**El objetivo para 2030 es que el CCUS esté plenamente operativo en 10 fábricas de cemento de todo el mundo**

### Utilización (o valorización)

El CO<sub>2</sub> capturado puede utilizarse en la producción de e-combustibles y como materia prima para la industria química. Los usos más específicos son para promover el crecimiento de los cultivos en invernaderos y en las industrias de alimentos y bebidas

El sector de la construcción también puede desempeñar su papel en el desarrollo de una economía para el CO<sub>2</sub>, y hay indicios de que esto está ocurriendo. El proceso de carbonatación es conocido desde hace mucho tiempo por los ingenieros en lo que respecta al hormigón armado y se limita, con razón, en aras de la durabilidad. El desarrollo reciente se ha centrado en acelerar la reacción en varias aplicaciones como método de secuestro de CO<sub>2</sub>. Las aplicaciones potenciales incluyen:

- la fabricación de agregados artificiales
- curado del hormigón
- carbonatación del hormigón reciclado.

### Secuestro

El CO<sub>2</sub> puede ser secuestrado en formaciones geológicas que evitarían su liberación a la atmósfera.

### Infraestructura

Ambas soluciones, utilización o secuestro, requieren el desarrollo de infraestructuras entre la fuente y el punto de uso o almacenamiento.

## HACIA EL CEMENTO CERO NETO - COLABORACIÓN PARA UN MARCO POLÍTICO PROPICIO

### El papel esencial del hormigón en el mundo moderno

El cemento y el hormigón sientan, literal y metafóricamente, las bases para que las sociedades modernas crezcan y prosperen. Fabricado con materiales y subproductos locales, el cemento es el componente esencial del hormigón que mantiene unidas las casas y las infraestructuras, formando la columna vertebral de las economías y sociedades de todo el mundo.

La naturaleza del hormigón como material de construcción preferido radica en su disponibilidad, asequibilidad, fiabilidad, versatilidad y sencillez de uso, además de la durabilidad y resistencia que confiere a las estructuras construidas con él. Tiene cualidades de seguridad inherentes que lo hacen resistente al fuego, a la intemperie y a las inundaciones. Proporciona masa térmica en los edificios y rigidez en la construcción de carreteras, lo que reduce la demanda de energía. Además, el hormigón utilizado en nuestras ciudades e infraestructuras absorbe el CO<sub>2</sub> durante su vida útil, lo que convierte nuestro entorno construido en un eficaz y permanente sumidero de carbono. El hormigón también respalda la transición a la energía limpia, permitiéndonos construir fuentes de energía renovables, y permite la transición hacia un entorno construido cero neto.

### Compromiso con el hormigón cero neto

El cemento, cuya materia prima principal es la piedra caliza extraída que se calienta a altas temperaturas en hornos, es el material que une todos los ingredientes del hormigón. Es bien sabido que la fabricación de cemento es un proceso intensivo en CO<sub>2</sub>.

Mejorar la huella de carbono de la fabricación de cemento implica mitigar el CO<sub>2</sub> que se emite directamente cuando la piedra caliza se calienta y se descompone (lo que se conoce como emisiones del proceso). Esto representa el 60 % de las emisiones. El 40 % restante que hay que mitigar procede de las emisiones energéticas directas e indirectas, es decir, de la combustión de los combustibles necesarios para generar el calor necesario

para el proceso (emisiones directas) y de las posibles emisiones derivadas de la generación de electricidad utilizada (emisiones indirectas).

La fabricación de cemento se está descarbonizando rápidamente mediante la eliminación progresiva de las emisiones relacionadas con el combustible, el uso de materias primas innovadoras, la integración de la circularidad en todas sus operaciones y el desarrollo de tecnologías de proceso avanzadas, como la captura, el uso y el almacenamiento de carbono (CCUS). En las últimas tres décadas, la industria ha reducido sus emisiones proporcionalmente en casi una quinta parte.

La GCCA y sus empresas miembros, que representan el 80 % del volumen mundial de la industria del cemento fuera de China, y que incluyen también a varios grandes fabricantes chinos, se han comprometido a seguir reduciendo la huella de CO<sub>2</sub> de las operaciones y los productos. En 2020, anunciamos nuestra ambición climática: proporcionar a la sociedad un hormigón neutro en carbono para 2050. Era la primera vez que la industria se reunía a nivel mundial para anunciar un compromiso de esta envergadura, basándose en las décadas de reducción de emisiones que la industria ya había logrado. Dado que el hormigón es un componente esencial del mundo sostenible del futuro, es una parte crucial de la respuesta mundial a la emergencia climática.

El sector ya está trabajando para conseguirlo y reconoce la necesidad de acelerar sus acciones hoy mismo. También reconoce que la industria debe desempeñar un papel activo en el fomento y la ingeniería de productos y procesos con menos emisiones de carbono y en la garantía de que nuestros productos solo se utilizan cuando son necesarios.

Pero la industria no podrá llegar a ello por sí sola. El éxito duradero depende de un conjunto de acciones políticas específicas a nivel local, nacional e internacional, que ayudan a:

- **hacer que la fabricación de cemento con bajas emisiones de carbono sea invertible**
- **estimular la demanda de productos de hormigón con bajas emisiones de carbono, y**
- **crear la infraestructura necesaria para un entorno de fabricación circular y de cero neto.**

## 1

# HACER QUE LA FABRICACIÓN DE CEMENTO CON BAJAS EMISIONES DE CARBONO SEA INVERTIBLE

Los productores de cemento se han comprometido a acelerar la eliminación de las emisiones de los combustibles y los procesos, a ampliar las tecnologías avanzadas de baja emisión de carbono y a integrar la circularidad en todas nuestras operaciones. Pero el sector no puede conseguirlo por sí solo. Necesita un apoyo político a medida y una financiación pública específica para reducir los riesgos financieros asociados al uso de tecnologías de baja emisión de carbono y difundirlas más ampliamente. Junto con las políticas descritas en las siguientes secciones, esto hará que la fabricación de cemento con bajas emisiones de carbono sea invertible.

### Emisiones de combustible

En cuanto a las emisiones de combustibles, el sector no deja de avanzar en dos frentes: la mejora de la eficiencia energética térmica y el uso de combustibles alternativos.

### Eficiencia térmica

En general, el consumo de energía térmica para la producción de clinker ha mejorado enormemente en las últimas décadas<sup>0102</sup> gracias a la continua modernización de los hornos, así como a la aplicación de las tecnologías más avanzadas en las nuevas instalaciones. Además, el sector es pionero en nuevas formas de impulsar la eficiencia energética, basadas en conceptos novedosos, como el hidrógeno.

En esta dirección -aunque no es viable para todos los hornos- se puede avanzar mediante la integración de instalaciones de recuperación de calor residual (WHR, por sus siglas en inglés) en las plantas de cemento. Estos pueden mejorar la eficiencia energética general, al tiempo que ayudan a aliviar las emisiones originadas por el consumo de energía eléctrica. Es importante que estas iniciativas se faciliten con el apoyo de los gobiernos locales, lo que permite una autorización rápida y eficiente, y se incentiven con políticas fiscales adecuadas.

01 / [www.gccassociation.org/gnr/](http://www.gccassociation.org/gnr/)

02 / [lowcarboneconomy.cembureau.eu/5-parallel-routes/energy-efficiency/thermal-energy-efficiency/](http://lowcarboneconomy.cembureau.eu/5-parallel-routes/energy-efficiency/thermal-energy-efficiency/)

### Combustibles alternativos

La industria del cemento ofrece uno de los mejores ejemplos de sectores industriales que pueden contribuir de forma realista a la economía circular. Al utilizar los residuos para recuperar energía y reciclar materiales al mismo tiempo -un método conocido como coprocesamiento- los productores pueden sustituir los combustibles fósiles por residuos industriales o residenciales. Las emisiones de CO<sub>2</sub> se reducen significativamente, al minimizar el vertido y la incineración y reducir la necesidad de extraer combustibles fósiles vírgenes. El coprocesamiento ofrece algo más que la recuperación de energía: los componentes minerales del combustible derivado de los residuos también se utilizan de forma beneficiosa.

En instalaciones modernas con flujos adecuados disponibles, el 100 % de los combustibles fósiles pueden ser sustituidos por material de desecho para su coprocesamiento. Liberar el potencial para mitigar la mayor parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los combustibles con las tecnologías de coprocesamiento disponibles depende principalmente de la disponibilidad de flujos de residuos, que a su vez están relacionados con las políticas que regulan la gestión y distribución de los mismos, tanto a nivel local como internacional. Siempre que la normativa permita un mayor uso de los residuos para su coprocesamiento, los miembros de la GCCA apoyan rápidamente el uso de fuentes de combustible alternativas y proceden a realizar las inversiones oportunas.

### Emisiones de proceso

Las emisiones de proceso son las que proceden directamente de la materia prima: la descomposición de la piedra caliza en la producción de clíker.

### Materias primas alternativas

La sustitución de los minerales naturales utilizados para la fabricación de clíker por fuentes alternativas que contengan menos o nada de carbono, como los residuos procesados de la construcción y la demolición, las cenizas industriales y los subproductos, puede dar lugar a una reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, así como a la necesidad de explotar las canteras.

Estas iniciativas refuerzan aún más el carácter circular de la fabricación de cemento. Sin embargo, los problemas prácticos y técnicos suelen limitar el uso de materias primas alternativas.

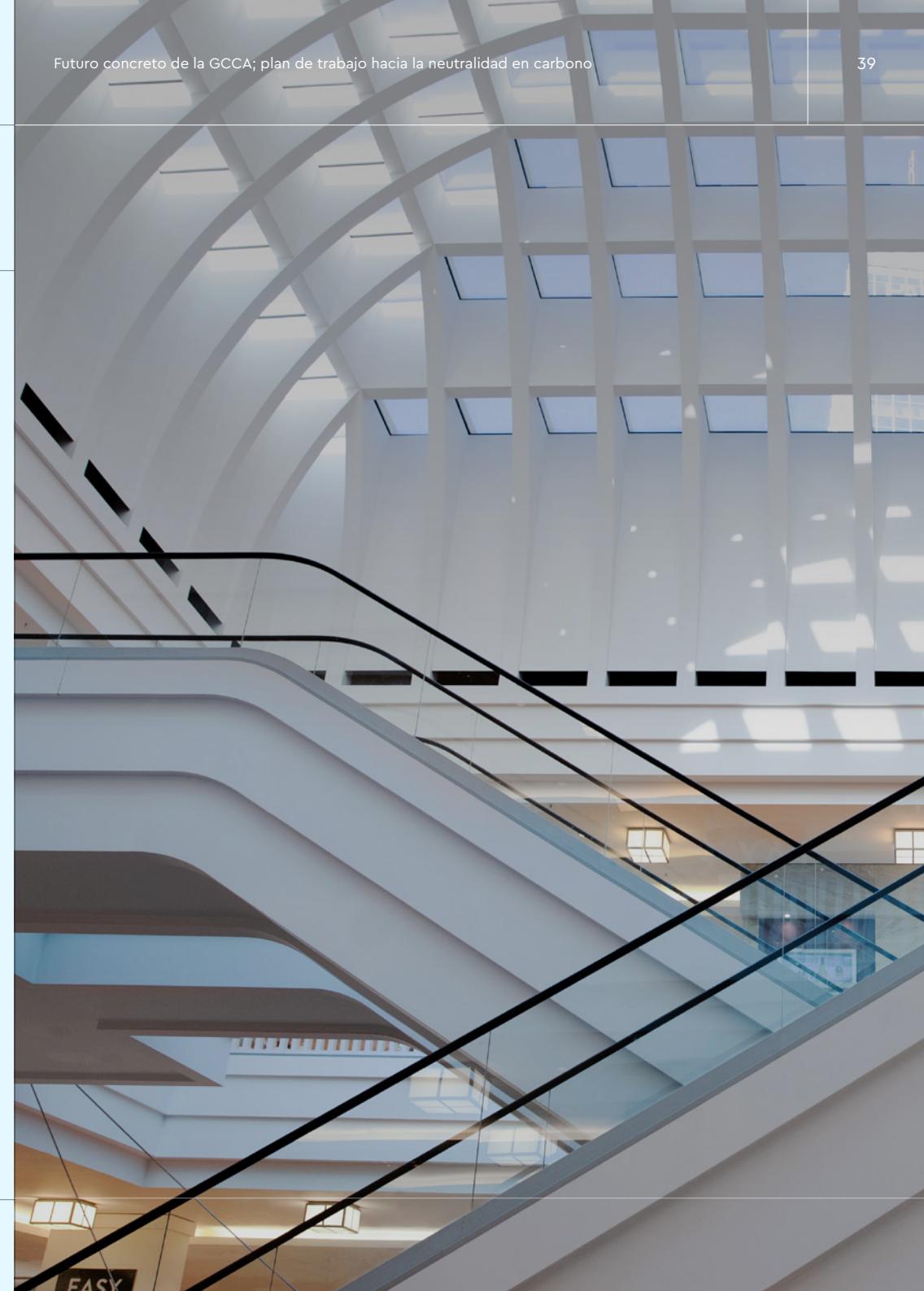
La disponibilidad y la proximidad de estos flujos a las fábricas de cemento, la insuficiente capacidad de almacenamiento, las altas concentraciones de elementos incompatibles con el proceso (por ejemplo, azufre, magnesio u otros), además de la presencia de compuestos orgánicos volátiles, son algunas de las principales razones por las que las materias primas alternativas solo pueden sustituir actualmente una parte relativamente pequeña de los recursos naturales para la fabricación de clíker.<sup>01</sup> Al igual que en el caso de los combustibles alternativos, los cambios políticos pueden aportar los avances tecnológicos necesarios y orientar las prácticas de gestión de residuos hacia la economía circular.

#### **Reducir el contenido de clíker**

El clíker es el componente esencial, y al mismo tiempo el más intensivo en carbono, del cemento. La «relación clíker-cemento» describe la cantidad de clíker frente a otros ingredientes del cemento, y define las propiedades de los productos a base de cemento, es decir, el hormigón y los morteros. La cantidad de clíker, así como el tipo de materiales que pueden utilizarse para la producción de cemento, están regulados por normas internacionales y locales en todo el mundo, lo que hace del cemento un producto altamente estandarizado que cumple con exigentes especificaciones para garantizar una construcción duradera con una vida útil muy larga.

La sustitución del clíker por componentes menos intensivos en carbono requiere que dichos materiales presenten propiedades similares o complementarias al clíker, en términos de rendimiento mecánico y durabilidad, al tiempo que se adhieren a estrictas características de calidad para su uso en el cemento y el hormigón. Comúnmente denominados materiales cementantes, incluyen la piedra caliza molida, las puzolanas naturales y calcinadas, así como subproductos industriales como las cenizas volantes y los ggbs.

El sector del cemento utiliza en gran medida estos materiales, como



01 / [www.gccassociation.org/gnr/](http://www.gccassociation.org/gnr/)

demuestra la reducción de la relación entre el clínker y el cemento en las últimas décadas.<sup>01</sup>

De cara al futuro, la utilización de volúmenes adicionales de materiales cementicios está sujeta a la disponibilidad, las normas y los reglamentos locales, además de la aceptación del mercado, entre otros factores. A medida que los sectores industriales se descarbonizan cada vez más, es probable que ciertos subproductos, como las cenizas volantes y los gbbs, estén menos disponibles para su uso en la construcción. Los nuevos enfoques sobre la reutilización de residuos industriales no aprovechados anteriormente, como las cenizas volantes depositadas en vertederos, pueden ampliar la disponibilidad de ciertos materiales cementantes, proporcionando tiempo adicional para desechar otros métodos de reducción de carbono. En el mismo contexto, la activación de minerales de baja calidad y residuos de canteras para producir arcillas calcinadas, puede proporcionar una nueva corriente sostenible de materiales cementantes con potencial global.

#### **¿Qué necesitamos?**

El despliegue de tecnologías avanzadas requiere una regulación de toda la economía para evitar las fugas de carbono y garantizar la competitividad permanente del sector mientras despliega estas innovaciones y tecnologías. El sector necesita:

- políticas para evitar la competencia desleal del cemento importado o del clínker producido mediante procesos más intensivos en carbono
- será necesaria una financiación pública estratégica para la innovación y el despliegue de tecnologías avanzadas con bajas emisiones de carbono, dirigida tanto a la I+D como al CAPEX/OPEX (desarrollo, despliegue industrial y funcionamiento, incluido el transporte).

Es necesaria una colaboración sin precedentes entre los gobiernos y la industria para desarrollar la necesaria seguridad normativa a largo plazo que permita al sector alcanzar su potencial de reducción de emisiones de

carbono y garantizar la disponibilidad continuada de cemento (y, por tanto, de hormigón) que son esenciales para el desarrollo económico y social.

La eliminación de las emisiones relacionadas con el uso de combustibles es una prioridad para el sector del cemento y el hormigón. Para garantizar que se adoptan las medidas adecuadas, es necesaria una política para:

- priorizar el coprocesamiento en las políticas de jerarquía de tratamiento de residuos para promover los beneficios de la doble recuperación de energía y el reciclaje de minerales, también como medio para una simbiosis industrial [y social] eficiente y ambientalmente benigna
- garantizar que la legislación sobre residuos evite el vertido de residuos con potencial para sustituir los combustibles fósiles, y/o los recursos naturales
- asignar un código R-15 específico «coprocesamiento» en el Convenio de Basilea, para lograr el reconocimiento internacional de la función circular, social y climática del coprocesamiento
- garantizar la igualdad de condiciones para el uso de los residuos de biomasa mediante la eliminación de las subvenciones que favorecen a determinadas industrias, al tiempo que se garantiza que la contabilidad del carbono de los materiales de desecho no difiere entre los sectores
- poner en marcha y apoyar iniciativas de innovación e I+D (incluidas las plataformas Innovandi del GCCA) para promover una mayor recuperación de materiales con potencial calorífico y/o contenido mineral de los residuos, para su coprocesamiento.

## PRECIOS DEL CARBONO

### Antecedentes

La tarificación del carbono es un enfoque para reducir las emisiones de carbono que utiliza mecanismos de mercado para trasladar el coste medioambiental de las emisiones a los productores y consumidores. Poner un precio al carbono puede crear un incentivo financiero para reducir las emisiones y fomentar un comportamiento más bajo en cuanto a las emisiones de carbono, y también puede recaudar dinero que puede utilizarse para financiar inversiones bajas en carbono y la adaptación al clima.

En muchas regiones del mundo existen sistemas de tarificación del carbono, y varios de ellos abarcan la industria del cemento.

La mayoría de estos sistemas establecidos siguen el modelo conocido como «tope y comercio»: las emisiones globales están limitadas por un «tope» decreciente, y los créditos que dan derecho a emitir se reparten o comercializan dentro del sistema, pero su número está limitado por el tope. Esto garantiza que las emisiones totales se reduzcan con el tiempo. Como alternativa, algunas regiones recurren a los impuestos sobre el carbono, que hoy se aplican sobre todo a los combustibles fósiles.

- En Europa, el Régimen Comunitario de Comercio de Derechos de Emisión (RCCDE) existe desde 2005 y ha permitido reducir más del 35 % de las emisiones en los sectores cubiertos desde entonces. El Reino Unido y Suiza también cuentan con sistemas, el suizo vinculado al RCCDE, lo que significa que los créditos pueden intercambiarse entre ambos, creando un mercado más amplio.
- En América del Norte, existen planes de comercio de emisiones en algunos estados de EE.UU., aunque solo el plan de California utiliza actualmente el sistema de tope y comercio y cubre el cemento. Otros estados están considerando incluir el cemento en sus planes. En Canadá, los regímenes provinciales, así como el régimen federal de reserva, cubren el cemento. Los regímenes de Quebec y California están vinculados.

- En China, el gobierno ha anunciado su intención de incluir el cemento en el ETS nacional a partir de 2022. Los regímenes regionales ya cubren el cemento.
- En otras partes del mundo existen sistemas de fijación de precios del carbono, pero se aplican sobre todo al sector energético, por lo que aún no incluyen el cemento. Por ejemplo, el V20, un grupo de 20 países en desarrollo vulnerables al cambio climático, ha anunciado su intención de adoptar la tarificación del carbono para 2025.

### Posición de la AMCC

A

**La AMCC apoya el uso de los precios del carbono basados en el mercado para incentivar la descarbonización al menor coste**

Un precio del carbono adecuado, así como la previsibilidad a largo plazo, permite a las empresas realizar las inversiones necesarias para reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> en consonancia con la ambición de la GCCA de llegar a cero en 2050.

La ventaja de los instrumentos basados en el mercado, como los regímenes de límites máximos y comercio, es que dirigen los recursos financieros hacia donde sea más económico reducir las emisiones, lo que reduce la carga financiera de la sociedad.

B

**El uso de la tarificación del carbono no debe provocar distorsiones de la competencia entre los productores nacionales y los importadores**

Si la tarificación del carbono se aplica en una región en la que otras regiones no tienen una tarificación del carbono similar, existe el riesgo de que las inversiones se desplacen a aquellas regiones en las que la tarificación del carbono es menor, lo que provocaría un aumento global de las emisiones de CO<sub>2</sub> (si la producción en esas regiones es más intensiva en CO<sub>2</sub>, o las emisiones del transporte para importar desde esas regiones).

Este concepto se conoce como fuga de carbono. Todos los sistemas de fijación de precios del carbono necesitan mecanismos para evitar el riesgo de fuga de carbono, como la concesión de un cierto número de créditos de CO<sub>2</sub> de forma gratuita a los mejores resultados en los sectores más expuestos a las fugas.

Dado que en los últimos años se ha visto que estas medidas pueden ser insuficientes para evitar la fuga de carbono cuando la disparidad de precios del carbono es muy grande (como entre la UE y otros países), también se están considerando los «mecanismos fronterizos» que aplican un coste del carbono a los importadores como forma de igualar las condiciones y garantizar que las emisiones mundiales sigan disminuyendo. En el caso de América del Norte, esto también se aplicaría a los diferentes costes del carbono entre estados o provincias. Estos mecanismos deben desarrollarse con cuidado para garantizar que benefician al clima y aplican de forma justa costes de carbono similares a los importadores y a los productores locales. Una vez que más regiones del mundo apliquen la tarificación del carbono, estos mecanismos serán menos necesarios.

El artículo 6 del Acuerdo de París establece el potencial del comercio de créditos de reducción de emisiones a través de las fronteras, entre naciones o jurisdicciones. En este contexto, el GCCA cree que es crucial avanzar en los debates sobre los mecanismos de cooperación en la próxima COP.

**C** **Para que la tarificación del carbono impulse una reducción significativa de las emisiones, es esencial la integridad medioambiental. Esto significa que se necesitan normas claras de control, información y contabilidad. La tarificación del carbono también debería impulsar la innovación.**

La tarificación del carbono debería fomentar tanto las tecnologías convencionales como las de vanguardia para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Las normas de contabilidad deben estar diseñadas para recompensar la inversión en tecnología de captura de carbono, tanto cuando el CO<sub>2</sub> se almacena finalmente como cuando se utiliza en los productos. El protocolo y las directrices de la GCCA sobre el CO<sub>2</sub><sup>01</sup> proporcionan estas normas claras de seguimiento, información y contabilidad.

**D**

**La transición hacia economías neutras en carbono depende de la aceptación de las limitaciones y los costes del carbono por parte de todos los agentes de las cadenas de valor económico: debe prevalecer la igualdad de condiciones en cuanto al coste del carbono.**

Aunque los regímenes de límites máximos y comercio de derechos de emisión son un poderoso medio para aplicar la tarificación del carbono, suelen aplicarse en la fuente de las emisiones, por ejemplo, en la central eléctrica, la cementera o la siderúrgica. Esto dificulta su aplicación a fuentes de emisión dispersas, como la silvicultura.

Una tasa por consumo de carbono, que cubra todas las emisiones incorporadas en los productos, así como el carbono absorbido a lo largo de la vida del activo utilizando un enfoque de ciclo de vida, podría ser una forma justa de aplicar la tarificación del carbono a diversos productos y garantizar la igualdad de condiciones para los productos de la competencia.

Se trata de una solución a medio plazo, para dar tiempo a que se adopten los métodos y datos de la contabilidad del ciclo de vida.

## 2

### CREAR UNA DEMANDA DE MERCADO PARA LA CONSTRUCCIÓN NEUTRA EN CARBONO Y LAS CADENAS DE VALOR DESCARBONIZADAS

Se necesitan medidas políticas para reducir tanto las emisiones incorporadas como las operativas de los edificios y estructuras. El hormigón es un elemento clave de esta transición neta cero, tanto por su propia descarbonización como por la reducción de emisiones en el entorno construido y en la sociedad (desde los edificios hasta las infraestructuras sostenibles).

La política debe incentivar la innovación, conducir a una mayor demanda de soluciones con bajas emisiones de carbono y facilitar la introducción de productos con bajas emisiones de carbono en el mercado, manteniendo al mismo tiempo los criterios tradicionales esenciales (por ejemplo, rendimiento técnico, resistencia, durabilidad, seguridad). Su disponibilidad local y su versatilidad significan que, si las señales políticas son correctas, las posibilidades del hormigón como facilitador de las cero emisiones son prácticamente ilimitadas.

Los miembros de la GCCA son conscientes de la necesidad de que las señales del lado de la demanda sean correctas para impulsar la adquisición de estructuras y productos con bajas emisiones de carbono, al tiempo que reconocen la posible complejidad, las compensaciones y los riesgos. La GCCA ya ofrece una herramienta armonizada de evaluación del ciclo de vida del hormigón y se compromete a seguir trabajando en enfoques prácticos para definir cómo debe ser la contratación con bajas emisiones de carbono.

#### ¿Qué necesitamos?

El sector se ha comprometido a acelerar la introducción de productos de cero neto en los mercados mundiales y seguirá impulsando la innovación de nuevos productos. El éxito a largo plazo de nuestra innovación depende en gran medida de los marcos normativos y de estandarización que conduzcan a una transformación del mercado y establezcan la demanda de productos con bajas emisiones de carbono.

Necesitamos marcos políticos que:

- permiten integrar el rendimiento del CO<sub>2</sub> en la contratación pública, las normas de construcción y los códigos de construcción junto con los criterios tradicionales (por ejemplo, el rendimiento técnico)
- proporcionar herramientas armonizadas para evaluar el rendimiento en materia de CO<sub>2</sub> de los edificios y las infraestructuras, basándose en el rendimiento a lo largo de toda su vida útil, de forma neutral en cuanto a la tecnología y los materiales, para garantizar los mejores resultados para el clima y la sociedad
- proporcionan normas de rendimiento energético de los edificios lo suficientemente exigentes y sofisticadas como para tener en cuenta las ventajas de propiedades como la masa térmica
- abordar las barreras sistémicas para la selección de los materiales más eficaces desde el punto de vista de las emisiones.

#### Más detalles sobre el rendimiento durante toda la vida útil

La integración del rendimiento del CO<sub>2</sub> en los edificios y la construcción -junto con las prioridades tradicionales como el coste, el rendimiento y la seguridad- es una necesidad, y debe basarse en el rendimiento de todo el ciclo de vida y en el principio de neutralidad de los materiales. Las evaluaciones del ciclo de vida permiten incluir los beneficios de la circularidad -como la reutilización de elementos de hormigón- y los fenómenos que ocurren más allá de la puerta de la fábrica -como la recarbonatación natural del hormigón-. Los enfoques prescriptivos, en los que se especifican ciertos materiales por sus supuestas ventajas climáticas, corren el riesgo de conducir a peores resultados generales para el clima si no se realiza una evaluación de toda la vida.

El hormigón ofrece la posibilidad de ahorrar emisiones en las estructuras en las que se utiliza. Por ejemplo, su masa térmica reduce la demanda energética de los edificios; otro ejemplo es la infraestructura de energía renovable construida con hormigón que ofrece un enorme ahorro de emisiones. Esto demuestra la necesidad de una visión de todo el sistema a la hora de evaluar la contribución

de una visión de todo el sistema a la hora de evaluar la contribución climática de cualquier material. Y las normas de rendimiento energético de los edificios deben ser lo suficientemente sofisticadas como para tener en cuenta efectos dinámicos como la masa térmica.

#### **Más detalles sobre la eliminación de barreras sistémicas**

El diseño y la construcción del hormigón pueden optimizarse para reducir el impacto del CO<sub>2</sub>, pero a menudo existen barreras sistémicas y limitaciones prácticas que impiden aprovechar este potencial. Por ejemplo:

- exigencias en cuanto a la rapidez de la construcción, lo que significa que las mezclas bajas en carbono son menos económicas
- cadenas de valor fragmentadas, lo que significa que la posibilidad y la responsabilidad de reducir el CO<sub>2</sub> están repartidas entre diferentes actores con incentivos divergentes
- el ritmo de cambio en la revisión de las normas y los códigos de construcción que (justificadamente) dan prioridad a evitar el riesgo.

Es necesario comprender y reconocer estos obstáculos para empezar a eliminarlos. Dar prioridad al rendimiento en materia de CO<sub>2</sub> junto con otras limitaciones en las fases de contratación, diseño y construcción ayudaría a alinear las cadenas de valor con el mismo objetivo.



## 3

### PROPORCIONAR LA INFRAESTRUCTURA PARA LA FABRICACIÓN CIRCULAR Y DE CERO EMISIÓNES

La descarbonización de los sectores necesarios para la reducción de emisiones, como el cemento y el hormigón, requiere, por un lado, un marco político y jurídico adecuado y, por otro, una infraestructura de apoyo compartida por todos los sectores industriales. Una comprensión compartida de las necesidades de infraestructura para una economía descarbonizada es clave para permitir no solo la descarbonización del sector del cemento, sino de la industria y la sociedad en general.

En última instancia, el despliegue de tecnologías avanzadas como el CCUS a gran escala eliminará las emisiones del proceso de fabricación de cemento y dará lugar a la futura entrega de hormigón con cero emisiones de carbono para nuestro mundo.

#### ¿Qué necesitamos?

Aunque el sector del cemento y el hormigón se ha comprometido a avanzar en el despliegue de tecnologías avanzadas como el CCUS, el avance hacia la fabricación y los mercados descarbonizados es un esfuerzo que supera a cualquier sector individual. Requiere la infraestructura que nos permita hacer operativa la transición a una economía sostenible con bajas emisiones de carbono.

Las tecnologías de producción con bajas emisiones de carbono, especialmente la captura de carbono y el calentamiento eléctrico, están aumentando la demanda de la industria del cemento y el hormigón de energía limpia procedente de fuentes con bajas emisiones de carbono, al mismo tiempo que crece la demanda de todas las industrias por la misma razón. La infraestructura necesaria para abastecer esta demanda debe estar en marcha.

El despliegue generalizado del CCUS significará que cada planta de cemento necesita capacidad de transporte y almacenamiento para llevar grandes volúmenes de CO<sub>2</sub> a sitios distantes donde pueda ser almacenado o utilizado en otros procesos industriales. Para muchos, esto puede



El CCUS no se está desarrollando tan rápido como podría porque todavía no se han desarrollado políticas claras que afirmen su futuro a largo plazo ni tampoco leyes y reglamentos que lo permitan.

Por lo tanto, el desarrollo de este marco político y jurídico y de la infraestructura no será, en muchos casos, exclusivo del sector y tendrá beneficios más amplios para la industria y la sociedad. Sin embargo, para acelerar el despliegue de tecnologías avanzadas para la industria del cemento, este apoyo es necesario como requisito previo y, por lo tanto, es imperativo desarrollar planes a corto plazo para el despliegue y la implementación, de modo que estén en marcha cuando el CCUS entre en funcionamiento. Del mismo modo, será necesaria una financiación pública estratégica para la innovación y el desarrollo de elementos clave de la infraestructura de apoyo.

Tanto los gobiernos a todos los niveles como la sociedad tendrán que asumir compromisos a largo plazo y definir planes claros para que la industria pueda invertir con confianza en el desarrollo tecnológico. Esta certeza permitirá al sector cumplir con su potencial de reducción de carbono y garantizar la disponibilidad continua de cemento (y por lo tanto de hormigón) que son esenciales para el desarrollo económico y social.

Esto requiere:

- acceso fiable a energías renovables abundantes y a precios competitivos, incluidas las redes de hidrógeno y H<sub>2</sub> como parte de la infraestructura habilitadora
- asociaciones público-privadas para acelerar los desarrollos de CCUS, incluyendo la inversión compartida en redes de transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>
- seguridad normativa proporcionada por una política a largo plazo que siga justificando la inversión en tecnologías de reducción del carbono junto con el apoyo fiscal, jurídico y reglamentario adecuado para acelerar su desarrollo, por ejemplo.

- reglamentos para permitir la construcción de instalaciones de almacenamiento de carbono, determinar la responsabilidad por el CO<sub>2</sub> almacenado y garantizar el acceso a largo plazo a los almacenes de carbono
- apoyo fiscal a la I+D en nuevos usos en otros sectores del CO<sub>2</sub> capturado por la industria del cemento.

#### Más detalles sobre las infraestructuras energéticas

**Electricidad:** al ser un sector intensivo en energía y electricidad, la disponibilidad suficiente y fiable de energía es fundamental. En el caso de la electricidad, esto significa no solo el acceso a la red eléctrica, sino que a menudo necesitará una capacidad y una fiabilidad significativamente mejoradas para satisfacer las mayores demandas que requerirán las tecnologías de baja emisión de carbono, especialmente la captura de carbono o incluso las opciones de calor eléctrico.

La electricidad debería proceder preferentemente de una fuente renovable, lo que a menudo exige una transformación fundamental del modo en que se genera y suministra la electricidad. Se trata de un claro ejemplo de política de apoyo que beneficiará tanto a la sociedad como a la industria, y que repercutirá tanto en las emisiones de alcance 1 como en las de alcance 2. Los costes de las políticas de implantación de las energías renovables no deben recaer de forma desproporcionada en la industria, que necesita electricidad a precios competitivos.

**Hidrógeno:** la disponibilidad de suficiente hidrógeno para su uso por la industria es otro componente clave. Por lo tanto, el desarrollo de políticas de apoyo al hidrógeno es necesario para que los países y la sociedad cumplan sus objetivos de reducción de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, a la hora de desarrollar las políticas e infraestructuras necesarias, es vital que la producción y el uso del hidrógeno se prioricen para usos en los que hay pocas o ninguna alternativa, como en la industria. El hidrógeno es igualmente importante para ayudar a descarbonizar las emisiones del transporte asociadas a la fabricación de cemento, como por ejemplo a través de los vehículos pesados o el ferrocarril, y potencialmente el uso de amoníaco como combustible para el transporte marítimo.

## Más detalles sobre el CCUS

El despliegue de la tecnología de captura de carbono en el sector del cemento está asociado a los requisitos de infraestructura clave para que el sector del cemento pueda utilizar las tecnologías de captura de carbono de forma eficaz.

**Transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>**: es necesario que exista una red adecuada y sostenible que permita el transporte y almacenamiento de cualquier carbono capturado. Las soluciones de transporte variarán de un lugar a otro, pero, debido a los volúmenes y la distancia, es probable que se necesite una tubería, un enlace ferroviario o una instalación de transporte para llevar el CO<sub>2</sub> a un lugar de almacenamiento adecuado o para su uso en otro proceso industrial.

Dada la naturaleza dispersa, a menudo rural, de las plantas de cemento, esto podría ser el importante apoyo de infraestructura necesario para que una planta alcance su potencial de reducción de carbono.

Será necesaria la **aceptación pública** del almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub>, ya sea en tierra o en el mar. En particular, si son terrestres, tendrá que haber una aceptación pública de la solución; para ello será necesario que tanto los políticos como las comunidades la apoyen, con el respaldo de los mecanismos legales adecuados.

**La responsabilidad:** Para facilitar el almacenamiento a largo plazo es necesario resolver otras cuestiones, como la responsabilidad del CO<sub>2</sub>. Es preferible que este tipo de responsabilidades sean públicas (o compartidas, como ocurre con los interesantes modelos previstos en el Reino Unido); de lo contrario, supondrá una carga inasumible para el sector.

Asimismo, el acceso a cualquier opción de almacenamiento requerirá una seguridad jurídica sólida y a largo plazo para facilitar la inversión. Del mismo modo, cuando las opciones de transporte y almacenamiento se financian con fondos públicos, la asequibilidad es clave para que el proceso de fabricación de cemento sea competitivo.

**Uso del carbono y contabilidad del carbono:** Aunque el almacenamiento presenta sus propios retos, también es necesario invertir de forma significativa en las opciones de uso del CO<sub>2</sub> capturado. Existe la oportunidad de crear nuevas relaciones de simbiosis industrial, con otros sectores que tomen el CO<sub>2</sub> suministrado por el sector del cemento para producir productos que sustituyan a otros más intensivos en carbono (por ejemplo, los combustibles electrónicos). El argumento comercial para el despliegue de estas tecnologías se basa en gran medida en la capacidad de las instalaciones que capturan el CO<sub>2</sub> para descontarla de sus emisiones, ya sea para el almacenamiento geológico permanente, para la mineralización o para la producción de productos que sustituyan a otros más intensivos en carbono.

## AGRADECIMIENTOS

Esta hoja de ruta es el resultado de los miembros de la Asociación Mundial del Cemento y el Hormigón. Aunque la GCCA conserva toda la responsabilidad, es importante y correcto reconocer el papel crucial que han desempeñado las empresas miembros, las asociaciones afiliadas y los individuos de esas organizaciones. En nombre de los miembros de la GCCA y de la Junta Directiva de la GCCA, damos las siguientes gracias.

Gracias a los más de 100 individuos de las empresas miembros de la GCCA y de los afiliados a la GCCA (asociaciones nacionales y regionales de cemento y hormigón), y a sus expertos invitados, que han contribuido a catorce grupos de trabajo durante un período de 15 meses. Han aportado la comprensión de países y regiones de todo el mundo. Al compartir su experiencia, aportar información y evaluar los problemas futuros, han garantizado que esta hoja de ruta global se construya sobre la base de un conocimiento local y detallado de los futuros retos y oportunidades.

Gracias a las innumerables partes interesadas que han aportado información y comentarios. Esperamos seguir trabajando con usted, y con muchos más de sus colegas, mientras aplicamos la hoja de ruta y continuamos el viaje hacia las cero emisiones. En particular, destacamos nuestra colaboración con el Foro Económico Mundial, la asociación Mission Possible Partnership y la iniciativa conjunta Concrete Action for Climate, que se basará en los resultados de esta hoja de ruta.

Por último, damos las gracias al Dr. Martin Schneider y a su equipo de la ECRA, que han actuado como consultores a lo largo de este proceso. Se han asegurado de que las aportaciones de todo el mundo sean coherentes y han desarrollado y ejecutado un modelo completo. Sus profundos conocimientos y experiencia han facilitado el desarrollo de una rigurosa hoja de ruta global.

## DETALLES DEL DOCUMENTO

Versión de publicación 0.1  
12 de octubre de 2021

**Créditos de las fotos:**

Páginas 3, 12 y 23 Sies Kranen

Página 13 Cris Ovalle

Página 31 Margaret Polinder, Coralie Meurice

Global Cement and Concrete Association  
Paddington Central  
6th Floor, 2 Kingdom Street  
Londres, W2 6JP  
Reino Unido  
T +44 (0)20 3580 4286 [info@gccassociation.org](mailto:info@gccassociation.org)  
[www.gccassociation.org](http://www.gccassociation.org)

Síganos en nuestras plataformas de redes sociales en Twitter, LinkedIn e Instagram



Global Cement and Concrete  
Association

# FUTURO DEL HORMIGÓN

Estamos plenamente  
comprometidos a trabajar juntos,  
y con socios, para lograr nuestro  
destino cero emisiones.