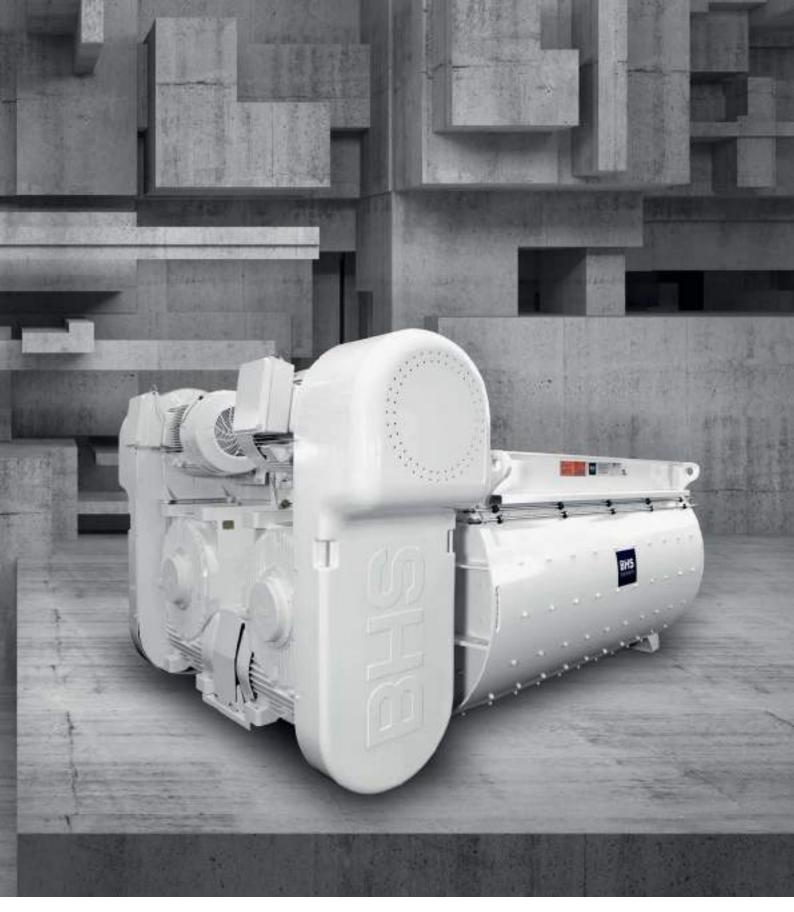
## Cemento Hormigon Revista técnica Revista técnica

Enero / Febrero 2022

Año XCIV





## THE BENCHMARK IN CONCRETE MIXING TECHNOLOGY.

The BHS Twin-Shaft Batch Mixer DKX: consistent homogeneity, batch after batch.

Watch our video: www.bhs-sonthofen.com/dkx



TRANSFORMING MATERIALS INTO VALUE

## Cemento Hormigón Depósito Legal: M-35.821-2012 Revista técnica

Depósito Legal : M-35.821-2012 ISSN: 0008-8919





#### **EDITORIAL**

Nueva imagen, misma voluntad. *Ediciones Cemento, S.L.U.,* **3** 



#### **ENTREVISTA**

Francisco Javier Martín Ramiro, 4



#### **TRIBUNA**

El hormigón también escribe sus propósitos de año nuevo. César Bartolomé Muñoz, 8

La descarbonización de la industria del hormigón preparado, un gran reto para el sector. *José Antonio Hurtado Hurtado*, 10

REBUILD 2022, la cita de referencia para impulsar el sector de la edificación hacia un nuevo modelo constructivo más eficiente y sostenible. *Gema Traveria*, 12



#### **CANTERAS Y ÁRIDOS**

VI Congreso Nacional de Áridos, el congreso del reencuentro. César Luaces Frades y Rosa Carretón Moreno. 16



#### **CEMENTO**

Cenizas volantes de incineradora de residuos urbanos: posible adición de cementos pórtland. Jorge Durán, Ana Guerrero, Iñigo León y Cristina Marieta, 20



#### **MAQUINARIA Y PRODUCTO**

Aerzen en la industria del cemento: ahorro de recursos y procesos sostenibles. *Aerzen Ibérica,* **26** Mezcladora de hormigón para su uso subterráneo. *BHS-Sonthofen GmbH,* **28** Perfiles en superficies de hormigón. *Bodrigo Carrera* 

Perfiles en superficies de hormigón. *Rodrigo Carrera*, **30** 

Hacemos encajar las piezas. *Germán Ramírez Villar,* 33



#### HORMIGÓN

El nuevo gran aliado del hormigón: grafeno, una tecnología para ayudar al sector en su descarbonización. Juan Ángel Ruiz Moya y Vicente Diago Sánchez, 38 Febrero 2022 Año XCIII

Uso de áridos reciclados en el hormigón. *Natividad García-Troncoso y Wilhenn Antonio Probst Pesantez,*42



#### **SOSTENIBILIDAD**

Los beneficios para la sociedad de aplicar la jerarquía en la gestión de residuos. *Manel Guillem Ballesteros*, **48** 

Nuevos cementos para nuevas necesidades. Dr. Patrick Fontana, Katrin Bollman, Peter Lyhs, Piotr Górak, Marta Szklarzyńska, Jarosław Gaudy, Andrzej Wójcik y José Luis Sáez Hostaled, **52** 



#### REALIZACIONES

Los elementos prefabricados de hormigón en el nuevo Código Estructural. *Alejandro López Vidal*, **62** 

GT

#### **GUÍA TÉCNICA**

Pavimentos de hormigón en paradas de autobús. *IECA*, **68** 

AE

#### ANÁLISIS ECONÓMICO

Estadísticas del consumo de aditivos en España durante el año 2021 y análisis del mercado en los últimos 4 años. *Ignasi Jarauta Bragulat*, **78** 

OBI

#### **OBITUARIO**

Ricardo Bofill: el hombre, el emprendedor, el arquitecto. *Juan Carlos García de los Reyes,* **81** 



#### RINCÓN DEL LECTOR

C-guide: una nueva experiencia de la ciudad. *Carlos*Anava Sahuco, 84







## Del cemento al cielo

Si puedes imaginarlo, nosotros lo haremos posible

Cementos Portland Valderrivas ha suministrado a través de Hormigones del Odón el cemento necesario para la construcción de Caleido, el quinto y último rascacielos del norte de Madrid.

www.valderrivas.es

# Cemento Hormigón

SmartADDITIVES, los aditivos de grafeno que consiguen trasladar las ventajas y bondades innatas del grafeno al hormigón con mejoras sustanciales para los fabricantes, sus clientes sector, dando soluciones innovadoras hacia un horizonte más sostenible, eficiente y con menor huella de carbono.

Cemento Hormigón es una publicación especializada hormigón que publica seis números al año.

EDICIÓN - Ediciones Cemento, S.L.U. C/ José Abascal, 53, 1° 28003 Madrid (España) Email: redaccion@cemento-hormigon.com Web: www.cemento-hormigon.com

Director General (Ediciones Cemento, S.L.U.): Aniceto Zaragoza Ramírez - Director de Publicación: Dimas Vallina García - Redactor Jefe: Jonathan Gil Muñoz - Comité Editorial: Patricia Haro Martín (Oficemen), Dimas Vallina Coficemen), Pedro Mora Peris (Oficemen), Ricardo López Perona (AFCA), Sergio Carrascón (IECA), Jesús Díaz Minguela (IECA), Miguel Ángel Sanjuán (IECA) e lñaki Zabala (IECA). Consejo Editorial: Servando Chinchón (Universidad de Alicante), Sonia Fernández (ANDECE), Mosiés Frías Rojas Instituto de Ciencias de la Construcción 'Eduardo Torroja' CSIC), Ignasi Jarauta (ANFAH), Ángel Leiro (Químico),
Alejandro Manzano (CINVESTAV-IPN, Unidad Querétaro),
Alfonso J. Moraño Rodríguez (Universidad Politochica de
Madrid), Ángel Sampedro (Universidad Alfonso X El Sabio), Madrid), Angel Sampedro (Universidad Alfonso X El Sabio),
Carlos Peraita Gómez de Agüero (ANEFHOP), Mª Isabel
Sánchez Rojas (Instituto de Ciencias de la Construcción
'Eduardo Torroja'-CSIC), Holmer Savastano (Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo), María Josefina Positieri
(Universidad Tecnológica Nacional, Argentina), Silvio Delvasto
Arjona (Universidad del Valle, Colombia) y Fernando Hacar Rodríguez (Ingeniero Técnico de Obras Públicas).

esta publicación es de exclusiva responsabilidad de sus autores, no reflejando necesariamente la opinión que pueda tener el Editor de esta revista. Queda terminante-mente prohibido la reproducción de cualquier artículo de la revista sin citar su procedencia.

- DISEÑO Y MAQUETACIÓN: Advertising Label 3, S.L.
- IMPRESIÓN: Palgraphic, S.A.

Cemento Hormigón está indexada en:



#### Nueva imagen, misma voluntad

Ediciones Cemento, S.L.U.

on este primer número de 2022 arranca para nuestra revista técnica Cemento Hormigón una nueva etapa editorial en su dilatada vida -este año cumplimos 93 años- y lo hacemos con un doble estreno: un nuevo y atractivo diseño y una nueva web.

El nuevo diseño que le presentamos al lector tiene como objetivo principal mantener la claridad en lo referente al entendimiento y comprensión de los artículos técnicos, especialmente, dando por otra parte un aspecto más 'magazine' al resto de contenidos (tribunas, análisis económicos, etc.), otorgando así a nuestra revista un carácter mixto, donde los contenidos especializados siguen ocupando un lugar principal, como no podía ser de otra manera, pero acompañados de otros muchos que, desde diferentes puntos de vista, brindan al lector una serie de informaciones premium con un gran valor añadido. Este el caso, por ejemplo, de la entrevista a Francisco Javier Martín Ramiro, director general de Vivienda y Suelo del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. De esta forma, con nuestra nueva 'imagen', seguimos apostando por el papel como seña de identidad, un marchamo de calidad que es a su vez un diferenciador -mucho más hoy- desde los orígenes de **Cemento Hormigón**.

Y ahora toca referirse a la nueva web. Desde finales del año pasado venimos trabajando en un nuevo portal, hoy por hoy, una indispensable 'carta de presentación' online. Desde hace años, la web de Cemento Hormigón se ha convertido en un portal de referencia en lo que a la actualidad de nuestro sector se refiere. Todo ese volumen constante de información se ha 'rebotado' igualmente a los perfiles de la revista en las redes sociales (Twitter, Facebook y LinkedIn) lo que ha originado un enorme flujo de visitas hacia la web, lo que a su vez hacía urgente su transformación y adecuación a los estándares y exigencias actuales. Es por ello que el diseño de nuestro nuevo portal apuesta decididamente por los contenidos informativos, sin olvidar otro de sus grandes atractivos: reunir los resúmenes de los contenidos que se publican (y se han publicado) en cada número de la revista.

Por supuesto que toda nueva etapa trae novedades, pero también hay otras muchas cosas que se mantienen por su enorme valor. En este sentido, nos quedamos con todo el trabajo editorial que se ha desarrollado hasta la fecha, con todo ese empeño en seguir siendo la revista técnica en español de referencia en nuestro campo industrial, con su voluntad de servicio a ese sector, con sus ganas de seguir haciendo historia camino de un centenario cada vez más cercano. Todo esto, es lo que nos sirve como 'hoja de ruta' para seguir siendo lo que siempre hemos sido, la revista del cemento y el hormigón. Es por ello que, como tantas veces se ha dicho en este espacio reservado al editorial, seguimos trabajando con la vista puesta en el horizonte, pero sin perder de vista ni por un momento el apasionante presente que vivimos y que esperamos seguir compartiendo con todos nuestros suscriptores, anunciantes, colaboradores, etc.

Iniciamos, aquí y ahora, un nuevo tiempo en Cemento Hormigón, ¿nos acompañas?







Perfil

Nacido en 1970, es arquitecto por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid y funcionario de carrera del cuerpo de Arquitectos de la Hacienda Pública desde 2001.

Entre 2001 y 2006, ejerció como técnico superior de la Subdirección General de Coordinación de Edificaciones Administrativas, en la Dirección General de Patrimonio del Estado del Ministerio de Hacienda; y entre 2006 y 2008 fue jefe de Área de Gestión Patrimonial del Ministerio de Administraciones Públicas, coordinando el área técnica de la Subdirección.

Ha sido subdirector general de Obras de la Gerencia de Infraestructuras y Equipamientos del Ministerio de Cultura y subdirector General de Arquitectura y Edificación, en la Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento y director general de Arquitectura, Vivienda y Suelo, dentro de la Secretaría General de Vivienda del Ministerio de Fomento.

El 'Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España' contará en su primera fase con una inversión de casi 7.000 millones de euros para el 'Programa de Rehabilitación de Vivienda y Regeneración Urbana'. ¿Puede avanzarnos las últimas novedades de cómo se está materializando está inversión?

o primero que conviene indicar es la importancia que se le ha dado a la rehabilitación de edificios dentro del Plan Recuperación, Transformación y Resiliencia, siendo el segundo componente en recursos económicos, con una dotación de 6.820M€. De ellos, 5.800M€ van destinados directamente a la rehabilitación de edificios, tanto residenciales como terciarios, mediante diferentes programas. Complementariamente 1.000M€ se destinarán a la construcción de viviendas en alquiler social en edificios energéticamente eficientes, y los 20M€ restantes

a la elaboración de proyectos pilotode planes de acción local de la Agenda Urbana Española. Esta distribución es conceptualmente muy importante, ya que las acciones propuestas para la implementación de estos fondos tienen un objetivo transversal que pretende abordar la ciudad, la rehabilitación/renovación del parque edificado, y la dignificación de la vivienda.

De entre todas las inversiones previstas, la de mayor dotación es la Inversión 1: Programa de rehabilitación para la recuperación económica y social de entornos residenciales, en la que con 3.420M€ se prevé realizar 500.000 actuaciones (donde se combinan ayudas directas y deducciones fiscales), sobre un total de 355.000 viviendas. Esta inversión se articula mediante el Real Decreto 853/2021 en el que se regulan los diferentes programas de ayudas y el Real Decreto Ley 19/2021 en el que, entre otras cuestiones, se introducen las deducciones fiscales para inversiones en la re-



IECA

César Bartolomé Muñoz. Secretario Técnico de la Plataforma Tecnológica Española del Hormigón (PTEH)

# El hormigón también escribe sus propósitos de año nuevo

I nuevo año marca el principio de ciclo y con ello, la llegada de nuevos propósitos, que conviene establecer de forma clara. Esta práctica, que se remonta a la antigua Roma donde los romanos acostumbraban a dar la bienvenida al año recopilando los logros del año anterior y estableciendo nuevas metas, encuentra su aplicación en el ámbito profesional que nos ocupa: el desarrollo tecnológico del hormigón.

"El primer y gran nuevo propósito para el hormigón es mejora de la sostenibilidad de sus soluciones constructivas"



Si revisamos las previsiones del sector de la construcción para los próximos años, todos los datos apuntan a un crecimiento sostenido. La ejecución de nuevas infraestructuras verdes, las necesidades de mantenimiento de las infraestructuras existentes y su adaptación al cambio climático, así como la necesidad de nuevas soluciones habitacionales para nuestros jóvenes, nos muestran que el sector de la construcción incrementará su actividad y, con ello, crecerá el consumo de materiales y recursos.

En este contexto, y teniendo en cuenta los compromisos adquiridos por la Unión Europea en materia de descarbonización y economía circular, el hormigón marca su primer y gran nuevo propósito: la mejora de la sostenibilidad de sus soluciones constructivas. Al ser un material, actualmente, sin sustituto técnica o económicamente viable en la ejecución de ciertas infraestructuras -tales como túneles, viaductos, depuradoras, infraestructuras portuarias, pavimentos urbanos o edificios en altura-, adquiere un papel decisivo en la construcción de un futuro medioambientalmente seguro.

Ahora, tras la declaración de la emergencia climática por parte de Naciones Unidas, dicha mejora de la sostenibilidad exige una doble línea de actuación. En primer lugar, desarrollar soluciones constructivas con menor impacto a través de la utilización de las tecnologías actualmente disponibles. Y, en segundo lugar, hacer una apuesta decidida por la I+D+i para el desarrollo de hormigones reciclados y bajos en carbono, que mantengan sus prestaciones mecánicas y de durabilidad, garantizando así la fiabilidad estructural a lo largo de toda la vida útil de la infraestructura.

Frente a la creencia generalizada de que aún queda mucho por desarrollar, el mayor reto para reducir el im-



José Antonio Hurtado Hurtado. Presidente del Comité Técnico Nacional y coordinador del Grupo de Trabajo de Descarbonización de la Industria del Hormigón Preparado, ambos de la Asociación Nacional Española de Fabricantes de Hormigón Preparado (ANEFHOP)

# La descarbonización de la industria del hormigón preparado, un gran reto para el sector

uando en el año 2012 comenzaron los trabajos de redacción del Código Estructural, que se publicó el pasado verano, todos teníamos la sensibilidad suficiente para comprender la importancia que la sostenibilidad debía tener en el nuevo documento. Finalmente ocupa un capítulo privilegiado sobre los temas que tradicionalmente habían nucleado esta instrucción. Sin embargo, nadie fue capaz de adelantarse a la velocidad a la que iba a evolucionar este concepto. Llega superado por las expectativas que la sociedad ha generado sobre el sector de la construcción. De hecho, nuestra reincorporación a la asociación europea, ERMCO en 2018 permitió percibir y conocer la sensibilidad y los trabajos que se estaban realizando en otros países más evolucionados en estos conceptos de lo que estamos en España, incluso en la actualidad.

Precisamente, por la rápida evolución de los últimos años, los efectos del Acuerdo de Paris de 2015 y la reciente COP26, sorprende ahora que el capítulo II del Código Estructural, dedicado a la sostenibilidad, no mencione nada sobre la descarbonización del hormigón armado. Sea como fuere, ANEFHOP es sensible a estas circunstancias y por eso quiso reconocer durante 2021 las mejores prácticas en esta materia promoviendo, por primera vez en sus más de 50 años de historia, unos premios dirigidos a destacar los comportamientos más ejemplares dentro de la industria del hormigón preparado en España, poniendo especial énfasis en el desempeño medioambiental de nuestros asociados.

El desarrollo de cualquier normativa o regulación casi nunca se adelanta al conocimiento científico o tecnológico. Alguien dijo que "nunca verás una norma para hacer algo que antes no se ha construido", pero estamos viviendo una excepción a este apriorismo de la mano de regulaciones que se comprometen con objetivos ambientales, que difícilmente han sido mostrados a escala de laboratorio e industrial. Quizás por eso estamos leyendo últimamente sobre la protopía, térmi-

no acuñado por Kevin Kelly en los años noventa, como una versión cercana de la utopía, en la que deseamos invertir esfuerzos y recursos de cara a una visión más ecológica del desarrollo industrial. Esta idea es más realista que la de un mundo lleno de comodidades que nadie produce y en el que no se consumen recursos naturales

En cualquier caso, la sostenibilidad es un conjunto de grandes prioridades (protopías) que vemos abordar de forma global y que resulta difícil, aunque justo y necesario, resolver en cada actividad desarrollada por la humanidad.

En nuestro sector vivimos, en primer lugar, una regulación europea en el ámbito de la reducción de la demanda energética que se ha traducido en varias modificaciones del Código Técnico de la Edificación. Se busca llegar a "edificios de energía cero o casi nula" donde el hormigón se puede convertir en un elemento activo del sistema de aislamiento o gestión térmica de los inmuebles.

"Se busca llegar a "edificios de energía cero o casi nula" donde el hormigón se puede convertir en un elemento activo del sistema de aislamiento o gestión térmica"

Paralelamente, se implementaron los programas de gestión relacionados con la economía circular a nivel estatal, autonómico y municipal. Estos programas buscan en la construcción un nicho de valorización de los residuos que generan fundamentalmente otras industrias y que ofrecen al hormigón una fuente de potenciales materias primas alternativas, que hemos sabido gestionar con las precauciones previstas en la normativa vigente.

Gema Traveria. Directora de REBUILD



## REBUILD 2022, la cita de referencia para impulsar el sector de la edificación hacia un nuevo modelo constructivo más eficiente y sostenible

I sector de la edificación se encuentra en un momento de cambio de modelo productivo para avanzar hacia una construcción más eficiente, industrializada y sostenible. Sin embargo, ahora surge una nueva problemática: en España, más de la mitad de los inmuebles se construyeron antes de 1980, cuando no existía una normativa sobre eficiencia energética. Una situación que nos obliga a rehabilitar gran parte del parque de viviendas español. El 'Plan Nacional Integrado de Energía y Clima' (PNIEC) 2021-2030 del Gobierno de España se ha marcado como objetivo, precisamente, rehabilitar un total de 1.200.000 viviendas durante este periodo. Además, los fondos Fondos Next Generation EU (NextGenEU) destinan 1.651 millones de euros, de los 2.253 millones en materia de vivienda adjudicados en los Presupuestos Generales del Estado 2021, a la rehabilitación del parque de viviendas.

"REBUILD vuelve con el objetivo de seguir contribuyendo a impulsar el sector de la edificación hacia un nuevo modelo constructivo"

Y es que, los fondos supondrán un impulso transformador hacia un cambio de modelo productivo en la edificación basado en tres pilares clave: la digitalización, la industrialización y la sostenibilidad. Tres pilares que, precisamente, son los ejes sobre los que gira REBUILD desde su primera edición hace ya cinco años.





### 26-28 abril 2022 / Madrid-IFEMA



### We build the future

INDUSTRIALIZACIÓN | SOSTENIBILIDAD | DIGITALIZACIÓN



+12.000 visitantes profesionales



+300 firmas expositoras



+380 expertos internacionales



5 auditorios

Showroom de innovación para la nueva edificación junto al Congreso Nacional de Arquitectura Avanzada y Construcción 4.0





#### Biodiversidad

Planes de Acción de Biodiversidad Gravera de La Cistérniga

#### Neutralidad carbónica

Soluciones sostenibles Hormigón H-ECO. Puerto de Bermeo

#### Responsabilidad Social

Patrocinios deportivos CB El Palo. Málaga



Desarrollamos innovadoras soluciones constructivas de bajo impacto medioambiental, contribuyendo a crear ciudades más sostenibles y a cumplir nuestro objetivo de neutralidad carbónica en 2050.

Impulsamos y participamos en iniciativas sociales de diferente índole, colaborando en la mejora de la calidad de vida de las comunidades donde desarrollamos nuestra actividad.

Implementamos planes de gestión de la biodiversidad en todos nuestros centros extractivos, garantizando la preservación de la flora y fauna en estos entornos naturales.

## Compromisos en firme

#### **OBJETIV** S DE DESARROLLO SOSTENIBLE























**HEIDELBERG**CEMENT **HISPANIA** 



César Luaces Frades. Director general de la Federación de Áridos (FdA) Rosa Carretón Moreno. Directora técnica de la Federación de Áridos (FdA)

## VI Congreso Nacional de Áridos, el congreso del reencuentro



El Palacio de Exposiciones y Congresos de Oviedo, diseñado por Santiago Calatrava, acogerá el VI Congreso Nacional de Áridos, en la semana del 23 al 27 de mayo de este año, que organiza la Federación de Áridos junto con sus Asociaciones miembro. Como en anteriores ediciones, tendrá un alto nivel técnico, con la participación de profesionales de reconocido prestigio, con el fin de tratar los aspectos relevantes para la industria extractiva y el sector de los áridos en concreto, aplicando enfoques modernos y profesionales a una actividad en constante evolución técnica.

Oviedo y el Principado de Asturias son una elección que nos va a permitir realizar un magnífico congreso que será todo un éxito, como los anteriores.

a VI edición del Congreso Nacional de Áridos, que organiza la Federación de Áridos (FdA), junto con sus Asociaciones miembro, la Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos -ANEFA-, el Gremid'Àrids de Catalunya, la Asociación de Empresas de Áridos de la Comunidad Valenciana -ARIVAL-, la Asociación Galega de Áridos -ARIGAL-, y Euskalárido, se celebra en esta ocasión en Oviedo, durante los días 25, 26 y 27 de mayo de este año, bajo el lema principal 'Contribuimos a los Objetivos del Desarrollo Sostenible 2030', y otros dos adicionales, 'Áridos para la transición ecológica' y 'El Congreso del reencuentro'.

Una edición más, el VI está orientado como un foro de la máxima actualidad, dirigido fundamentalmente a empresarios y profesionales -científicos y técnicos-, relacionados con el sector de los áridos, donde puedan resaltarse las líneas maestras de futuro para esta industria extractiva básica para la sociedad.

Los objetivos principales del congreso son:

- Divulgar el compromiso del sector con la economía circular.
- Mostrar a una industria que contribuye a los Objetivos del Desarrollo Sostenible y a la Agenda
- Demostrar a la sociedad la importancia estratégica de la actividad de producción de áridos.
- Divulgar el compromiso del sector con la socie-
- Divulgar una imagen positiva de la actividad de extracción de áridos.
- Situar al sector dentro de las políticas contra el cambio climático.
- Mostrar los últimos avances e innovaciones en torno al sector.
- Presentar el Plan Estratégico 2030 del sector de los áridos lanzando iniciativas.
- Mostrar las líneas de avance del sector en Europa y el mundo.
- Debatir sobre los principales problemas y analizar las posibles vías de solución y actuación.
- Promover una relación de colaboración con los grupos de interés.
- Impulsar los áridos 4.0.







Jorge Durán. Ingeniero mecánico. Universidad del País Vasco, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

Ana Guerrero. Dra. Ciencias Químicas. Instituto Ciencias de la Construcción 'Eduardo Torroja' (IETcc-CSIC)

Iñigo León. Dr. Arquitecto. Dpto. de Arquitectura. Universidad del País Vasco, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

Cristina Marieta. Dra. Ciencias Químicas. Dpto. de Ingeniería Química y del Medio Ambiente. Universidad del País Vasco, Euskal

Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU)

# Cenizas volantes de incineradora de residuos urbanos: posible adición de cementos pórtland

El objetivo actual de la UE con respecto al cambio climático es que para 2030 se produzca una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de un 60% en comparación con los niveles de 1990 y que todos los países de la UE alcancen la neutralidad climática en 2050. Siendo la industria del cemento responsable de cerca del 7% de las emisiones globales y siendo el cemento el material fundamental en el sector de la construcción, es de especial interés la investigación de nuevos desarrollos alternativos a los actuales modos de fabricación. Por otro lado, otro de los problemas acuciantes a los que se enfrenta la humanidad es la acumulación de residuos urbanos.

En este contexto, un grupo multidisciplinar de la Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa, EIG, (UPV/EHU) junto con el Instituto Ciencias de la Construcción 'Eduardo Torroja' (IETcc-CSIC), están llevando a cabo la investigación de cenizas volantes de incineradoras de residuos urbanos para su potencial utilización en la fabricación de ecocementos. Se pretende contribuir a una economía circular en las industrias manufactureras así como al desarrollo de nuevos cementos ecológicos en línea con los objetivos prioritarios en estrategias mundiales para el cumplimiento de acuerdos internacionales sobre el desarrollo sostenible.

#### 1. Introducción

El cambio climático se está convirtiendo en una amenaza para la supervivencia del ser humano en el planeta. Los científicos atribuyen como principal motor del cambio climático a los gases de efecto invernadero, especialmente al dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Este compuesto proviene principalmente de la quema de combustibles fósiles y de sectores industriales, tales como centrales eléctricas e industrias manufactureras de la construcción, destacando especialmente la industria del cemento y la cal. El cemento más utilizado en construcción es el cemento pórtland, el cual está constituido fundamentalmente por un producto denominado clínker que proviene de la calcinación de piedra caliza y arcilla. Siendo la piedra caliza en su mayor parte carbonato cálcico (CaCO<sub>2</sub>), a 900 °C se descompone en óxido de calcio (CaO) y CO2, mientras que las arcillas utilizadas para la producción de clínker están compuestas principalmente por sílice (SiO<sub>2</sub>), alúmina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), compuestos que a temperaturas cercanas a la temperatura de clínkerización (~1.450 °C), reaccionan con el CaO generando los principales componentes del cemento pórtland: Aluminato tricálcico (Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-3CaO, simbólicamente: C<sub>2</sub>A), ferro-aluminato tetracálcico (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-4CaO, simbólicamente: C<sub>4</sub>AF) y silicatos bicálcico (SiO<sub>2</sub>-2CaO, simbólicamente: C<sub>2</sub>S) y tricálcico (SiO<sub>2</sub>-3CaO, simbólicamente: C<sub>3</sub>S). La

composición mineralógica del clínker no sólo depende de la composición química del "crudo" (mezcla de compuestos de arcilla y caliza antes de la cocción), sino de las condiciones de cocción en el horno, de la temperatura y del tiempo de permanencia en el mismo, así como de las condiciones de tratamiento térmico finales, concretamente del enfriamiento forzado con aire. El clínker cuando sale del horno se presenta en forma de piedras redondeadas de hasta aproximadamente 5 cm de diámetro (Figura 1a). Posteriormente, este producto se muele en molinos de bolas y se mezcla con yeso natural o aljez, sulfato de calcio dihidrato (CaSO<sub>4</sub>•2H<sub>2</sub>O) (Figura 1b). El yeso se utiliza como retardador del fraguado (aproximadamente de un 5 a un 7%) para retrasar el proceso de hidratación del C<sub>2</sub>A, fase mineralógica que aunque está presente en menos de un 10% de la composición total del clínker, reacciona rápidamente con el agua produciendo una rápida rigidez de la pasta disminuyendo así considerablemente la trabajabilidad del cemento.

Un equipo de investigadores multidisciplinar de la Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa (EIG) de Donostia-San Sebastián, Universidad del País Vasco, Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), a partir de datos suministrados por una cementera del entorno llevó a cabo el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de un cemento CEM I 52,5 N, según norma ISO 14.040, utilizando el software Simapro 8.0.1 y el método CML-IA baseline v3.00 [1]. La unidad funcional fue de 1 t, tal y como se recomienda en las Reglas de Catego-



Comprometidos por naturaleza



Nuestra política energética se basa en la mejora continua en la conducta ambiental. Incorporamos la economía circular para minimizar el impacto de la actividad industrial en el entorno. Empleamos combustibles alternativos para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Utilizamos fuentes de energía renovables para generar parte de la electricidad consumida. Renovamos los sistemas de reducción y control de las emisiones a la atmósfera. Implementamos continuamente las mejores técnicas disponibles. Y aprovechamos como materia prima parte de los materiales obtenidos en reciclar el 100% del hormigón de la antigua fábrica.

Hacemos que el futuro sea mejor

cmi.cemolins.es

IMIRA CÓMO LO HEMOS HECHO!



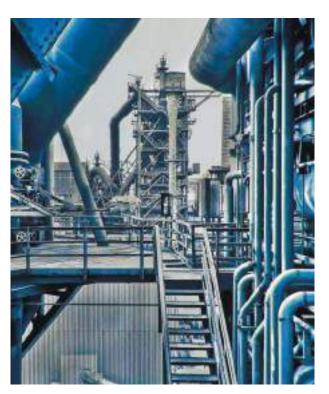
Aerzen Ihérica

## Aerzen en la industria del cemento: ahorro de recursos y procesos sostenibles

A lo largo de los años, Aerzen ha trabajado en numerosas renovaciones, en proyectos de expansión y optimización de cementeras a lo largo y ancho del mundo. El "know-how" adquirido se ha plasmado en nuevo documento técnico que trata de mejorar los procesos de fabricación de cemento: es posible alcanzar una producción sostenible con menos emisiones de CO,

a industria del cemento es responsable de alrededor del 8% de la producción mundial de CO<sub>2</sub>. En el año 2020, cerca de 2.170 millones de toneladas de CO2 se emitieron a la atmósfera como consecuencia de la producción de 4.100 millones de toneladas de cemento.

Así, la industria cementera se ha comprometido a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> a 0,48 t por tonelada de cemento producida, pasando de esta forma en el año 2030 a ser esta industria la responsable de la emisión del 5,5% de la producción mundial de CO<sub>2</sub>, en lugar del 8%, como se ha apuntado anteriormente, un objetivo muy ambicioso. En este sentido, se calcula que la producción estimada de cemento será de alrededor de 4.800 millones de toneladas de cemento para 2030.



#### **Piroprocesamiento**

Poniendo el foco ahora en el proceso de obtención del cemento, la fase o etapa en la que se produce un uso más intensivo de energía en las fábricas de este material de construcción es en el piroprocesamiento, es decir, la llamada calcinación de la piedra caliza para convertirla en cal, uno de los componentes del cemento.

Durante el proceso de calcinación, se pueden alcanzar hasta 1.450 °C de temperatura. La mayor parte es energía térmica responsable directa de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Y es en ese punto en el que entra en escena la tecnología que Aerzen ofrece a la industria cementera.

#### Fabricación sostenible de cemento

El nuevo libro blanco 'Procesos sostenibles y de conservación de recursos en la fabricación de cemento' se centra en tres aplicaciones clave para la optimización de los piroprocesos en una planta de cemento modelo:

- Caso 1: aumento de la capacidad de transporte de materias primas de 2.700 kg/h a 3.500 kg/h.
- Caso 2: reducción de los costes operativos, de mantenimiento así como de ahorro de energía mediante el uso de la tecnología Delta Hybrid para aplicaciones de bombeo de combustibles
- Caso 3: la tecnología turbo de alta velocidad de Aerzen para un suministro de aire seguro al quemador primario.

Para más información sobre la gama de productos que Aerzen ofrece a la industria cementera, el lector puede consulta nuestra web: www.aerzen.com









BHS-Sonthofen GmbH

### Mezcladora de hormigón para su uso subterráneo

¿Qué hacer si no se dispone de datos empíricos sobre las condiciones de producción cuando se va a utilizar un mezclador? ¿Qué hacer además si la obra es de difícil acceso para su uso? Estas fueron las condiciones de partida del proyecto minero ARGE ETS Konrad en Salzgitter-Bleckenstedt (Alemania), para el que BHS-Sonthofen tuvo que diseñar un mezclador discontinuo de dos ejes y suministrar una planta de mezclado diseñada a medida.

a planta de mezclado debía producir hormigón proyectado por vía húmeda (0-4 mm) a partir de un compuesto seco con diferentes aditivos de hormigón y conseguir un producto final óptimo, todo ello en una mina situada a 1.000 metros bajo tierra.

"Utilizamos el mezclador de laboratorio BHS del tipo DKX 0,06 S para satisfacer todos los requisitos para los que aún no disponemos de ejemplos en nuestra cartera de proyectos realizados hasta la fecha", explica Eckhard Rößner, responsable de venta de maquinaria para materiales de construcción en la región. Los responsables de la mina ARGE ETS utilizaron esta versión reducida a escala del gran mezclador discontinuo de dos ejes de BHS para probar cuál sería el diseño óptimo del hormigón proyectado (árido y cemento) y cómo debía procesarse para su uso en la mina. En concreto, la planta de mezclado debía producir entre 20 y 25 m³ de hormigón proyectado por vía húmeda por vertido con un tiempo de hormigonado de cuatro a seis horas. El rango de consistencia del producto final debía ser F2/F3. La clave es mantener la proporción exacta de agua y cemento de 0,45 establecida en los requisitos especificados para la clase de exposición XA3.

#### Primero la prueba y luego el encargo

Para hacerse una idea lo más exacta posible de cómo funciona el mezclador discontinuo de dos ejes de BHS y de los resultados que ofrece, la cooperación entre ARGE y BHS comenzó con el alquiler de la estación de mezcla de laboratorio. El equipo llevó a cabo una prueba en dos fases que comenzó en agosto de 2020, primero en las instalaciones de ARGE y después bajo tierra. Durante el test, se probaron todas las funciones y características de rendimiento del sistema de mezcla, así como la combinación de mezclas secas con aditivos de varios provee-



El mezclador discontinuo de dos ejes de BHS del tipo DKX 0,75 funcionando bajo tierra en la mina Konrad de Salzgitter-Bleckenstedt. (Foto: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH).



El montaje del mezclador discontinuo de dos ejes de BHS requirió una gran precisión logística y una cuidadosa planificación. (Foto: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH).

dores. "Para nosotros era importante desarrollar de forma experimental las propiedades ideales del producto antes de invertir en una gran instalación. El sistema de laboratorio de BHS nos ofrecía las condiciones ideales para hacerlo", subraya Marcel Hahn, director de proyectos de ARGE. Para producir hormigón proyectado por vía húmeda bajo tierra

Rodrigo Carrera. Surface Preparation Manager. Husqvarna Construction España

### Perfiles en superficies de hormigón

En este artículo se muestran diferentes perfiles de preparación de superficies de hormigón para revestimientos o restauración de un hormigón existente.

ntendemos por preparación de superficie la eliminación completa de la lactancia o de la capa de crema de hormigón. Al hacerlo, abrimos los capilares del hormigón. Esto permite que el material que se está instalando penetre a través de ellos estableciendo tanto una unión mecánica, como química.

#### Métodos de preparación de superficies

Existen tres métodos principales para la preparación de superficies: diamantado, granallado y fresado. Estas tres técnicas requieren el uso de aspiradores equipados con sistemas de embolsado con el fin de proteger a los trabajadores del polvo generado. Blastrac, como especialista en equipos de preparación de superficies, ofrece una amplia gama de granalladoras, pulidoras planetarias y monoplato y fresadoras para la preparación de suelos industriales.







**PULIDO** 

**GRANALLADO** 

**FRESADO** 











## INNOVADORES EN LA PREPARACION DE SUPERFICIES

EMPRESA LIDER MUNDIAL EN EL DISEÑO Y FABRICACION DE EQUIPOS PARA EL TRATAMIENTO DE SUPERFICIES

#### **BLASTRAC ESPAÑA**

Calle del Estío, 9 E – 28500

Arganda del Rey, Madrid Tel.: +34 91 660 10 65 Email: info@blastrac.es WWW.BLASTRAC.ES



Germán Ramírez Villar. Director Técnico de Sigma Servicios de Ingeniería

### Hacemos encajar las piezas

Sigma Servicios de Ingeniería es una empresa de reciente creación que ofrece al sector del cemento y la minería soluciones a medida y de alto valor añadido. En el presente artículo se mostrarán los valores que aporta Sigma a sus clientes, así como algunas de sus realizaciones recientes.

ISSN: 0008-8919. Pp.: 34-36

finales de 2019, en plena pandemia mundial, dos viejos amigos del sector cementero, Alejandro Lausín y Germán Ramírez, deciden crear una empresa de servicios de ingeniería a la vista de su gran conocimiento del mercado de la minería y materias primas en general y del cemento en particular. Su visión es global, puesto que, tras más de veinte años de experiencia de ambos en el sector realizando diferentes funciones en empresas de renombre en el mercado, han desempeñado cargos como propiedad, en empresas constructoras, de suministros de equipos y montaje y de ingeniería.

En la fecha en la que se decide la creación de la empresa, el mercado del cemento en España está todavía superando los efectos de la crisis económica de 2008 y, especialmente, los originados por la pandemia, si bien se puede palpar un deseo de despegue por parte de los grupos cementeros que participan del mercado. A esto se une que, bien por motivos de la crisis o bien por el cambio generacional no cubierto por nuevos 'jugadores', el sector se ha ido desarmando de empresas y/o departamentos que ofrezcan soluciones en todos los ámbitos de los proyectos.

Se llega entonces a la conclusión de que hay un mercado para una empresa que intente sumar con soluciones de ingeniería de valor añadido en las distintas fases de los proyectos gracias al aporte de personal propio o asociado con experiencia en el sector.

#### 1. Nuestra misión

En un mercado dominado por la presión de la economía que marca un ciclo de contención del gasto, creemos que la mejor manera de sumar con nuestros clientes es ofrecer un servicio que hemos denominado 'Ingeniería 360'. Se trata de hacer encajar las piezas aportando soluciones de alto valor añadido, flexibles y que ayuden a cubrir todas las fases de un proyecto.



Toma de datos mediante nube de puntos en una fábrica de cemento.



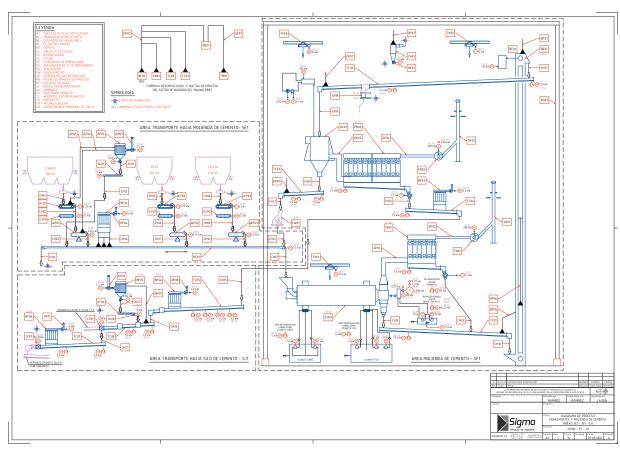


Diagrama de proceso para el tender de desmontaje.



/almet

#### FILTRACIÓN DE CALIDAD PARA PLANTAS DE CEMENTO



Valmet suministra fieltros a todas las áreas del sector del cemento por todo el mundo, directamente o en colaboración con fabricantas de filtres. Con el transcurso de las años, nos hemos convertido en expertos en los tres procesos principales del cemento. Eliminación de polvo del molino de carbón, eliminación de polvo del horno + molino de materias primas, eliminación de polvo del melino de cemento.

#### Ventajas

- · Excelente eficiencia de filtración
- Menor caida de presión a la largo del cicla de vida de las bolsas
- Fáciles de limpiar.
- · Buenes propriedades de proceso
- Funcionamiento fiable
- Cumplimiento de las normas de emisiones
- Proceso rentable de eliminación de polvo

#### Soluciones para todas las áreas exigentes

- · Temperaturas elevadas
- Particulas de polyo microsoópicas.
- Entornos químicamente agresivos
- Entornos electrostáticos



3880-705 Ovar Portugal Tel. +351 256 579 579 • Fax. +351 256 581 916 ovr\_filtration@valmet.com • www.valmet.com

## EL CONGRESO DEL REENCUENTRO 25, 26 y 27 de mayo 2022

























































































**Ahora todo** el congreso en una app

# VI CONGRESO NACIONAL

or Amood EdA

Command utatourd









Contribuyendo a los Objetivos del Desarrollo Sostenible 2030 Juan Ángel Ruiz Moya. General Manager. Graphenano Smart Materials Vicente Diago Sánchez. Director técnico de Cl. MC-Bauchemie

### El nuevo gran aliado del hormigón: grafeno, una tecnología para ayudar al sector en su descarbonización



SmartADDITIVES, los aditivos de grafeno que consiguen trasladar las ventajas y bondades innatas del grafeno a los hormigones utilizados en el día a día con mejoras sustanciales para los fabricantes, sus clientes y la sociedad. Donde uno de los puntos más interesantes e importantes a tener en cuenta pensando en la unión de un material como el hormigón armado (que revolucionó la manera de construir desde su descubrimiento hasta la actualidad), y el grafeno (como nuevo material), es la posibilidad de dar un gran salto evolutivo y así poder dar soluciones innovadoras que conduzcan al sector hacia un horizonte más sostenible, eficiente y con menor huella de carbono gracias a las mejoras transferidas por esta tecnología.

#### Introducción



e lleva hablando desde hace años que el grafeno revolucionará las industrias, y cierto es que ya hay muchos avances y productos que aventuran que esto será así.

Desde 2013, el Grupo Graphenano lleva desarrollando, entre otros productos y tecnologías que ya comercializa, sus aditivos con base grafeno para hormigones y morteros SmartADDITIVES. Tras mucho esfuerzo y trabajo, en 2020 se firma un acuerdo estratégico entre Graphenano y MC-Bauchemie que ha impulsado el proyecto y ha hecho que a día de hoy sea una realidad emergente en el sector, donde cada día va ganando terreno a otras tecnologías y soluciones existentes.

#### **Contexto histórico**

Desde hace muchas décadas es sabido que el carbono puro forma parte de la estructura molecular, por ejemplo, del grafito de los lápices y/o el diamante. Como se aprecia en la Figura 1, el grafeno, el grafito y el diamante, aunque su composición química es idéntica, átomos de carbono, tienen estructuras cristalinas diferentes y es por ello que los materiales resultantes tienen características muy diferentes. Este fenómeno es casi único en la naturaleza, y por ello es, si cabe, más impactante todavía que entre finales del siglo XX y lo que llevamos de XXI, se hayan descubierto varias formas nuevas de carbono.

Los primeros pasos sobre la investigación y el estudio del carbono y sus formas empiezan en el año 1940 con los primeros estudios exhaustivos del grafito. Dos décadas después de este comienzo, se consigue caracterizar los primeros compuestos intercalares del grafito.



Natividad García-Troncoso. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Guayaquil (Ecuador) Wilhenn Antonio Probst Pesantez. Ingeniero Civil

### Uso de áridos reciclados en el hormigón

El presente artículo muestra la evaluación de un hormigón hidráulico empleando áridos reciclados, cal y puzolana volcánica con la finalidad de conocer su comportamiento. La investigación tiene el objetivo de evaluar si el hormigón desechado y posteriormente triturado puede ser reutilizado como un árido grueso. La cal y la puzolana natural mantienen propiedades que permiten ser utilizadas como un reemplazo parcial del cemento. Al utilizar estos materiales, se optimizará el consumo de grava y de cemento, además de conseguir un ahorro económico al utilizar este material. En este estudio se evalúa el comportamiento de distintas mezclas de hormigón, variando sus dosificaciones y añadiendo hormigón triturado, cal y puzolana natural como un reemplazo parcial de grava y cemento. Se realizan igualmente sustituciones del 10%, 20% y 50% de grava con el árido reciclado, y entre el 2%, el 5% y el 10% de cemento con la cal y puzolana natural. Primero es la obtención de la materia prima, la trituración, los ensayos granulométricos, y el diseño de mezcla hormigón con un f'c de 280 kg/cm².

Luego se evalúan las propiedades del hormigón en estado fresco, que incluye la elaboración de las distintas mezclas de hormigón, prueba de asentamiento, el curado de las probetas de ensayos, evaluando su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Los resultados durante el desarrollo del proyecto nos evidencian que el uso de los materiales especiales brindan un aumento de resistencia de hasta 34% con respecto al hormigón convencional, así que dichos materiales serían aptos para su utilización.

I impacto ambiental generado el campo de la construcción es una problemática que generalmente no es tomada con la importancia necesaria, es por eso que nos hemos planteado buscar una sinergia entre los dos campos con la finalidad de aportar al desarrollo de una civilización responsable y poder así respetar al medio ambiente. En este sentido, para la elaboración de los distintos componentes del hormigón convencional se requiere un gran consumo energético y una constante explotación de áridos naturales, sabiendo que dicho material no es renovable.

El entorno constructivo genera una gran cantidad de residuos o desechos. Dichos residuos deben ser gestionados adecuadamente para poder ser reutilizados, es decir, utilizados como materia prima para la formación de nuevos hormigones. En los últimos años se ha hablado el tema del reciclaje a lo largo del mundo y es por varias razones, siendo una de ellas la falta de concientización de la población con respecto al medio ambiente. En el ámbito de la construcción se ha tratado de crear conciencia de las causas-efectos involucrados durante la explotación descontrolada de los áridos naturales utilizados para la formación de hormigones, buscando un proceso amigable con distintos ecosistemas y por consiguiente con el medio ambiente. Al reciclar dicho material cuando se es desechado, se racionalizan los procesos para la obtención del cemento, principal componente del hormigón. Asimismo, se va a limitar la explotación de los recursos naturales tales como la

arena o la grava, de igual manera viéndose optimizado el consumo de cemento convencional; reduciendo el consumo energético y costos en las etapas de procesamiento y transporte.

Debido a la poca práctica con dicho material reciclado en el país, las funciones que puede cumplir el hormigón reciclado son aún limitadas, esto no quita ni reduce el gran potencial e impacto económico, social y ambiental que se puede conseguir con este material reciclado implementado en proyectos constructivos.

En nuestro entorno, las principales limitantes son la falta de conocimiento teórico-práctico del uso de hormigones reciclados, la carencia de un manejo y gestión de residuos adecuados, así como la falta de una correcta separación de escombros constructivos y el desconocimiento de especificaciones técnicas y de los distintos campos aplicativos donde dicho hormigón puede ser utilizado dentro del ámbito constructivo.

#### 1. Metodología y experimentos

Para realizar una correcta obtención de árido grueso proveniente de hormigones desechados se debe realizar los siguientes procesos previos.

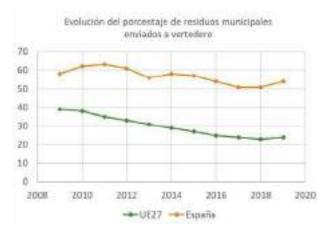
### Los beneficios para la sociedad de aplicar la jerarquía en la gestión de residuos

Vivimos en una época de despilfarro. Consumimos recursos a un ritmo frenético: en 2021 tardamos sólo 7 meses en derrochar los recursos que el planeta generó durante el año entero. Este modelo no es sostenible. Debemos prevenir la producción de residuos y aprender a reutilizar, reciclar y recuperar aquellos que sea imprescindible generar. La industria del cemento puede colaborar en este objetivo y lo puede hacer de manera inmediata y segura hasta que otras soluciones, que ahora son sólo proyectos, consigan alcanzar resultados tangibles y sostenidos en el tiempo.

os europeos producimos una media de más de 500 kilos de residuos urbanos al año. Y esta media tonelada sólo supone el 10% del total: aquí hay que añadir los procedentes de la agricultura, la industria, las infraestructuras en desuso... No estamos tan solo frente a un problema medioambiental, sino también ante una pérdida económica. ¿Cómo podemos cambiar la forma en que producimos y consumimos para generar cada vez menos residuos y utilizarlos todos como recurso?

España es un país que recicla poco y mal. Va con nuestra cultura. La superficie y la baja densidad de algunas zonas del país nos han permitido, históricamente, encontrar 'agujeros' donde esconder nuestros residuos. La mayoría de la gente piensa que el problema se acaba cuando los tiramos a un contenedor o cuando alguien los recoge y se los lleva. Grave error. Debemos concienciarnos de que ahí no acaba el problema. En realidad, ahí empieza.

La jerarquía de gestión de los residuos presenta un orden claro. Primero debemos pensar en cómo fabricar los productos para que generen la menor cantidad de desechos cuando acaben su vida útil. Para aquellos residuos de los que no podamos prescindir deberemos pensar en un circuito de recogida que maximice su reutilización o, en caso de no ser posible, su reciclado o su valorización. Todo antes que ocultar los residuos en un vertedero. Los vertederos no son inocuos y sólo deberían ser el destino final de los residuos que no podamos convertir en recurso.



Evolución del porcentaje de residuos municipales enviados a vertedero.



El bajo precio del vertido dificulta alcanzar en España una economía circular.

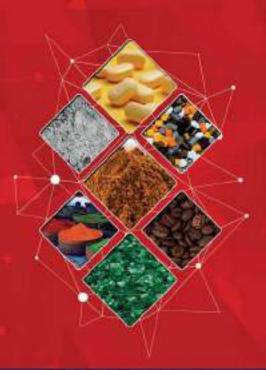
10° SALÓN INTERNACIONAL DE LA TECNOLOGÍA Y EL PROCESAMIENTO DE SÓLIDOS

 ${f 10^{1H}}$  international exhibition for the technology and processing of solids

## EXPO SOLIDOS

WWW.EXPOSOLIDOS.COM

Organizado por / Organizaed by PROMOCIÓN DE FERIAS



## 10-12 MAY:22

LA FARGA DE L'HOSPITALET

& FIRA DE CORNELLÀ

BARCELONA





3<sup>ER</sup> SALÓN DE LA TECNOLOGÍA PARA LA CAPTACIÓN Y FILTRACIÓN

3<sup>RD</sup> EXHIBITION FOR DEDUSTING AND FILTRATION TECHNOLOGY

## POLU SOLIDOS

WWW.POLUSOLIDOS.COM

Organizado por / Organizaed by
PROMOCIÓN
DE FERIAS
INTERNACIONALES



LA FARGA DE L'HOSPITALET & FIRA DE CORNELLÀ BARCELONA SPAIN





SALÓN INTERNACIONAL DE LA TECNOLOGÍA PARA EL PROCESO DE FLUIDOS

INTERNATIONAL EXHIBITION OF TECHNOLOGY FOR THE FLUID PROCESS

**EXPO FLUIDOS** 

WWW.EXPOFLUIDOS.COM

Organizado por / Organizaed by





10-12 MAY:22

LA FARGA DE L'HOSPITALET & FIRA DE CORNELLÀ BARCELONA SPAIN







Dr. Patrick Fontana, Katrin Bollman y Peter Lyhs. CEMEX Deutschland AG
Piotr Górak, Marta Szklarzyńska, Jarosław Gaudy y Andrzej Wójcik. CEMEX Polska Sp. z o.o.
José Luis Sáez Hostaled. Gerente de Calidad CEMEX España Operaciones, S.L.U.

## Nuevos cementos para nuevas necesidades

Los cementos de la composición propuesta por la nueva norma UNE-EN 197-5, tales como el CEM II/C-M y CEM VI, constituyen un nuevo paso hacia la limitación de emisiones de  $\mathrm{CO}_2$  en el proceso de producción de cementos y, por supuesto, en la aplicación de cementos en diversos hormigones. Las experiencias positivas con el CEM II/C-M, confirmadas por varios ensayos llevados a cabo por nuestros vecinos en Alemania y Polonia, indican que esta dirección de desarrollo del portfolio de cementos es la correcta, y la introducción de los nuevos cementos debe ser avalada por estudios de durabilidad que expandan las opciones de aplicación.

I siete de julio del pasado año veía la luz definitivamente la nueva norma europea UNE-EN 197-5 [1], siendo España uno de los primeros países europeos en publicar esta norma también como norma nacional. Una lectura rápida del referencial nos deja con la idea de que tan solo trae dos nuevos tipos de cementos; los nuevos tipos CEM II/C-M y los nuevos CEM VI. Sin embargo, es más que simplemente un aumento de la familia. Esta nueva norma constituye un paso másen la implementación de la hoja de ruta hacia la descarbonización de la industria del cemento [2].

## ¿Hacen falta más cementos? Aspectos ambientales

La opinión ampliamente extendida entre el público en general es que la industria del cemento es uno de los principales sectores industriales que emiten CO<sub>2</sub>, atribuyéndosele al sector entre el 10 y el 15% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>. Este enfoque, sumamente superficial, nos coloca a la par que las plantas ineficientes de producción de energía a partir de combustibles fósiles, lo que no es justo para el sector. La industria del cemento ha estado, durante años, buscando de modo activo soluciones y tecnologías para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. De hecho, la producción de cemento mundial es responsable de alrededor del 5% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub> [3]. Conviene hacer recordar, en el momento de las comparaciones con las plantas térmicas de producción de energía, que, aproximadamente, 1/3 de las emisiones de una planta de cemento proviene de la quema de combustibles para aportar la energía necesaria para el proceso de fabricación, mientras que los 2/3 restantes

provienen de la reacción de descomposición térmica de la caliza (carbonato cálcico,  $CaCO_3$  ->  $CO_2$  +  $CaCO_3$ , materia prima indispensable para la producción de clínker y, por tanto, de cemento. Y no sólo el sector cementero, sino también toda la cadena de valor de los procesos de construcción: las 5 Cs (clínker, cemento, construcción, concreto, carbonatación), lo que abarca completamente el ciclo de vida del producto. Ruego la benevolencia del lector y perdone el uso de 'concreto', utilizado ampliamente en Latinoamérica para referirse al hormigón, y 'carbonatación', para referirme a la reabsorción de  $CO_2$  atmosférico por parte de los residuos de hormigón, no hay otro modo para conseguir que tenga sentido en castellano el lema de las 5 Cs.

Si bien es cierto que, en la determinación de la huella de carbono de un cemento, se debe prestar atención tanto a los componentes principales del material, sus adiciones, aditivos, reguladores de fraguado, el transporte de esos componentes hasta la planta y la energía involucrada en los diferentes procesos productivos, por comodidad práctica, en este apartado nos centraremos solamente en las Cs correspondientes a clínker y cemento, dejando para más adelante su aplicación: el concreto.

#### Clínker

El clínker es el componente básico del cemento, proporcionándole gran parte de sus propiedades mecánicas y, en mayor o menor cantidad, forma parte de todos los cementos pórtland.

La industria del cemento se ha enfocado en los últimos años en ambas vertientes de sus emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de clínker, y que mencionábamos en el apartado anterior. El uso de combustibles alternativos (combustibles de origen no fósil) y el uso de materias



Para nuevas suscripciones póngase en contacto a través de nuestra web o bien en redaccion@cemento-hormigon.com

www.cemento-hormigon.com

Aleiandro López Vidal, Director Técnico de la Asociación Nacional de la Industria del Prefabricado de Hormigón (ANDECE)

### Los elementos prefabricados de hormigón en el nuevo Código **Estructural**

El nuevo Código Estructural publicado en el BOE mediante el Real Decreto 470/2021 de 29 de junio y en vigor desde el 10 de noviembre de 2021 [1], sustituye entre otras a la Instrucción EHE-08 que se ha aplicado durante más de una década, y supone una nueva etapa en el diseño y la construcción de estructuras para edificios y obras de ingeniería civil, entre las que las soluciones constructivas mediante elementos prefabricados de hormigón han continuado asentándose como una tecnología constructiva con entidad propia, con respecto a otras alternativas de ejecución (in situ) u otros materiales de construcción. Este artículo se centra en describir aquellos apartados del Código Estructural que, bien por ser específicos o por tener una influencia determinante, afectan de forma directa a las estructuras prefabricadas de hormigón.

#### 1. Aspectos generales

a EHE-08 fue la primera instrucción en que los elementos prefabricados de hormigón contaron con un tratamiento particular en distintos apartados del texto, como eran la ejecución, el control de la resistencia del hormigón o el control de los productos en obra, y con el Código Estructural se profundiza en estos y otros nuevos aspectos, teniendo en cuenta la evolución experimentada en la técnica y el conocimiento en este último periodo.

Entre los diferentes materiales que se emplean en la construcción de estructuras, el hormigón y el acero son los más habituales. Y aquí recae la primera y principal novedad, que es que el Código Estructural aúna en un único documento, la base reglamentaria para las estructuras de hormigón, de acero y las mixtas de hormigón y acero, habiendo estado las dos primeras particularizadas hasta ahora con sus propias instrucciones específicas (EHE-08 y EAE-11 respectivamente) y sin un respaldo reglamentario las estructuras mixtas a nivel nacional.

No obstante, a efectos prácticos, el Código Estructural podría aplicarse como si fuera una instrucción de hormigón estructural extrayendo los requisitos establecidos en la parte general, en la parte específica y en aquellos anejos complementarios que correspondan (partes sombreadas de la Tabla 1).

En lo que respecta a los elementos prefabricados de hormigón, hay que ceñirse a lo indicado en la parte general del documento y las partes correspondientes que apliquen en la parte de hormigón, que son en algunos casos comunes (se trate de una estructura in situ o industrializada) o en muchos casos directamente específicas de prefabricados, además de otros aspectos que quedan descritos en los anejos.

Como ya viene sucediendo con otras reglamentaciones (véase especialmente el Código Técnico de la Edifi-

Tabla1. Desglose del nuevo Código Estructural.

	Parte general	Partes específicas	Anejos
Estructuras de hormigón	Título 1. Bases generales Capítulos 1 a 6 Artículos 1 a 25	Título 2. Estructuras de hormigón Capítulos 7 a 15 Artículos 26 a 78	32 anejos complementarios
Estructuras de acero		Título 3. Estructuras de acero Capítulos 16 a 26 Artículos 79 a 108	
Estructuras mixtas		Título 4. Estructuras mixtas Capítulos 27 a 36 Artículos 109 a 124	

ISSN: 0008-8919. Pp.: 62-67



## Pavimentos de hormigón en paradas de autobús

#### 1. Introducción

a mayor parte de las políticas de movilidad urbana que se están desarrollando en la actualidad tienen como objetivo potenciar una movilidad de calidad y sostenible. La sostenibilidad de un modo de transporte depende en gran medida de su consumo energético o de sus emisiones a la atmósfera, pero también se debe valorar la comodidad del usuario o la velocidad comercial (piedras angulares de la sostenibilidad social).

La mayor parte de las políticas de movilidad urbana que se están desarrollando en la actualidad tienen como objetivo potenciar una movilidad de calidad y sostenible. La sostenibilidad de un modo de transporte depende en gran medida de su consumo energético o de sus emisiones a la atmósfera, pero también se debe valorar la comodidad del usuario o la velocidad comercial (piedras angulares de la sostenibilidad social).

En este sentido, recientemente ha surgido en Europa el concepto de sistema de transporte público con un alto nivel de servicio, donde se prioriza la fiabilidad del sistema, su puntualidad, su comodidad y su accesibilidad, además de otros conceptos relacionados con la sostenibilidad económica y medioambiental.

En el caso concreto del transporte urbano e interurbano en autobús, la comodidad y fiabilidad del sistema depende en gran medida de la infraestructura y en especial del firme: regularidad, ausencia de baches y de roderas, reducción de las operaciones de mantenimiento que impidan el tráfico regular, etc. Estas circunstancias se agravan en la zona de paradas, donde una infraestructura defectuosa compromete además la accesibilidad del usuario.

En este contexto, los pavimentos de hormigón resultan una solución óptima para garantizar la sostenibilidad y eficiencia del transporte público en autobús. Los pavimentos de hormigón poseen importantes cualidades técnicas, económicas y ecológicas que les permiten soportar bien todo tipo de cargas, cualquier tipo de vertidos, disponer de cierta capacidad para fijar parte del  $\mathrm{CO}_2$  emitido por el vehículo y garantizar una durabilidad elevada, todo ello, con un reducido mantenimiento.

## 2. Problemática de las paradas de autobús

El firme sobre el que circulan los autobuses (carriles bus- taxi urbanos, plataformas reservadas, carriles BUS-VAO, etc.) es un firme que está sometido a un tráfico relevante, con una alta intensidad media diaria de vehículos pesados. Si a este hecho se añade la utilización de autobuses guiados física u ópticamente, sistema que se está implantando para mejorar la calidad del servicio, el daño sobre el firme se incrementa considerablemente al circular siempre por la misma rodada.

Si el diseño del firme no se adecúa a estas necesidades, el resultado se traduce en un deterioro acelerado del mismo que redunda en la pérdida de comodidad, de fiabilidad e incluso de seguridad del sistema.



La modificación del pavimento permite una mejor accesibilidad a los autobuses.

Este hecho es especialmente grave en el caso de las paradas de autobús, donde a las cargas verticales se suman grandes esfuerzos tangenciales debido a las frenadas y arranques de los vehículos. Un deterioro del firme en estas zonas de parada añade a los problemas antes mencionados, la pérdida de accesibilidad, especialmente sufrida por las personas de movilidad reducida.

Es pues necesario disponer en toda la infraestructura, pero especialmente en las paradas, un firme que sea

## **Cemento**



## Facebook, Twitter y LinkedIn!

Una ventana digital a nuestra redacción 2.0

Toda la información y novedades internacionales de los sectores del cemento y el hormigón Un punto de encuentro para profesionales, empresas, estudiantes, instituciones, etc.









## Join us in Las Vegas!



### IEEE - IAS/PCA Cement Conference

The biggest cement industry conference of the year!

On the Agenda:

- Unrivaled technical content
- Process and professional development training sessions
- Exhibitors showcasing their latest products and services
- An exciting 3-day spouse program







Ignasi Jarauta Bragulat. Secretario general de la Asociación Nacional de Fabricantes de Aditivos para Hormigón y Mortero (ANFAH)

### Estadísticas del consumo de aditivos en España durante el año 2021 y análisis del mercado en los últimos 4 años

a evolución del sector de la construcción y en general la de la economía española y la mundial, han seguido en los 4 últimos años una evolución que se puede calificar de crecimiento estable y sostenible hasta finales del 2019 y los dos primeros meses del 2020. A partir de esa fecha, la pandemia y las restricciones de muchas actividades económicas originaron un descenso y en muchos casos una parada sin precedentes en la historia reciente. El PIB español cayó un 10,8% en 2020 con respecto del 2019 y si bien se hicieron muchas previsiones sobre la recuperación, con modelos tipo 'V', o tipo 'L', o tipo 'U', o tipo 'V asimétrica', la verdad es que el 2021 ha puesto de manifiesto que la capacidad planetaria no tiene recursos ni posibilidad de logística para realizar una recuperación simétrica. La falta de materias primas, los cuellos de botella en el transporte marítimo y terrestre o las limitaciones de producción han puesto sobre la mesa las limitaciones a los recursos 'infinitos' que hasta ahora se contemplaban.

También se han producido diversas 'olas' de infección entre la población y la vacunación ha impedido que tuvieran los índices de mortalidad de las primeras olas, si bien se han producido muchos problemas con la disponibilidad de capacidad de producción en todos los ámbitos debido a las medidas de restricción implementadas por las autoridades.

El sector de la construcción ha actuado como palanca dinamizadora dentro de la recuperación ya que ha crecido por encima de la media, y este efecto debido al "Green Deal" se deberá prolongar durante los próximos años y de forma muy notable en la rehabilitación para mejorar los edificios desde la eficiencia energética y tipo de energía empleada, como en la obra nueva para ayudar con nuevas infraestructuras a mejorar el rendimiento global en una parte importante de los sectores.

#### **Datos macroeconómicos**

La evolución del PIB ha experimentado un crecimiento del 2,1% en el año 2019, un descenso del 10,8% en el 2020 y una recuperación del 5% en el 2021. Las expectativas para el 2022 son de un crecimiento del 5,4% y para el 2023 del 3,9%.

Para que se cumplan estas expectativas se deben cumplir varios supuestos básicos como son el control total de la propagación de variantes agresivas del virus y la supresión de prácticamente todas las limitaciones a actividades económicas de todo tipo, sin dejar de lado las medidas sanitarias y de prevención para minimizar los contagios. La última variante denominada 'sigilosa', parece indicar que la agresividad y gravedad de las mutaciones va a menos con cada mutación.

La industria y la construcción han representado en el período de tiempo que va de 2018 a 2020 una parte estable superior al 22% del PIB (algo más del 16% la industria y algo más del 6% la construcción), que crece paulatinamente cada año, mostrando así una tendencia al alza. El análisis de 2021 será sesgado al tenerse en cuenta sectores que han sufrido restricciones muy fuertes, como turismo, ocio nocturno, etc., por lo que no se podrán extraer conclusiones válidas hasta que en 2022 podamos tener en todos los sectores ya normalizadas las actividades y con posibilidad de movilidad total, principalmente desde el exterior.

La construcción en concreto ha mantenido también una situación ligeramente al alza, y cifrada en más del 6% del PIB del período sobre el que nos estamos centrando hasta 2020. Los crecimientos en consumo de cemento y producción de hormigón preparado en el año 2021 que nos han llevado a cifras superiores al 2019 (prepandémicas, por tanto) indican claramente la función dinamizadora de la construcción dentro de la recuperación económica.



Juan Carlos García de los Reyes Arquitecto y Urbanista. Director de GR Arquitectos. Autor del blog 'La Ciudad Comprometida'

### Ricardo Bofill: el hombre, el emprendedor, el arquitecto

o que son las cosas. Hace unos días, mientras viajaba a una ciudad andaluza con otra arquitecta de mi equipo, como quien no quiere la cosa, me dijo: "Juan Carlos, supongo que escribirás un post en tu blog sobre la figura de Ricardo Bofill", y yo, muy ufano, le contesté sin apenas pensar mi respuesta: "De ninguna manera. Lo que conozco de su obra no me resulta atractivo". Pues como reza el dicho: 'si no quieres sopa, toma dos tazas', porque resulta que esa misma noche tenía en mi bandeja de entrada un correo de la revista Cemento Hormigón en el que me proponían "la publicación de un obituario de esta grandísima figura de la arquitectura española del siglo XX-XXI".

¡Glup! Estaba claro que había recibido una lección de vida por haber emitido un juicio de valor tan superficial así que, con humildad, en seguida acepté el ofrecimiento y me lancé visitar lo que había publicado sobre la vida y la obra de este señor, despojando de mi mente toda la caspa de mis prejuicios, para acercarme al hombre, al empresario, al arquitecto, con el compromiso de otearla con respeto y consideración. Para contárosla a vosotros y para aprender de su testimonio.



Les Espaces Abraxas. Marne la Valle, París (Francia).

Carlos Anaya Sahuco. Coordinador de actividades de la Fundación Arquitectura Contemporánea. Arquitecto y Licenciado en Antropología Social y Cultural

### C-guide: una nueva experiencia de la ciudad

os mapas digitales se han convertido ya en una herramienta completamente ligada a nuestra experiencia de las ciudades. Como turistas o paseantes, los dispositivos móviles ponen en nuestra mano una guía fácil y precisa para recorrer las calles, comercios y lugares de interés. Con la C-guide, pretendemos incorporar la comprensión de la arquitectura a esta experiencia contemporánea de la ciudad. Queremos generar conciencia sobre su importancia en la

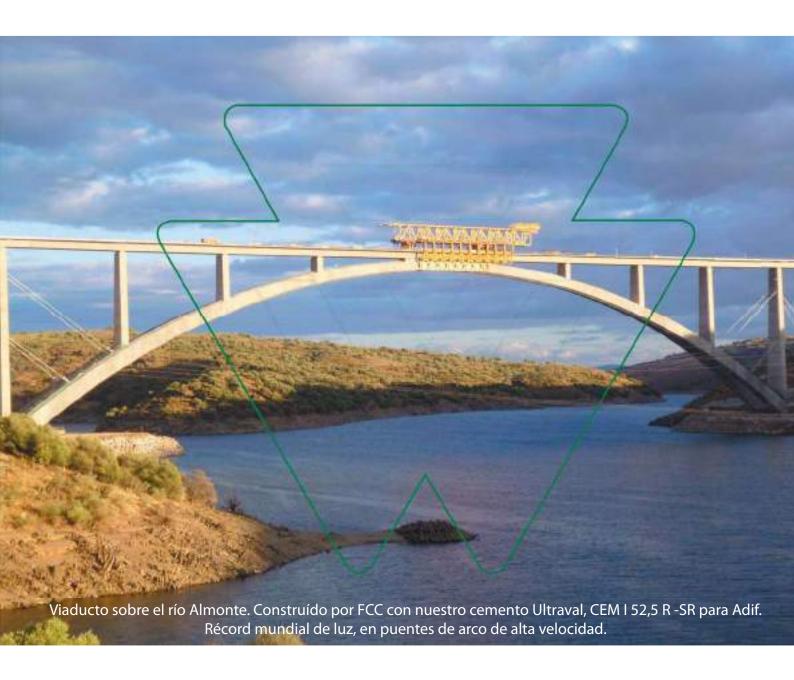
vida ciudadana, despertar el interés por la arquitectura de calidad entre usuarios con o sin formación específica. Queremos, además, fomentar la reflexión sobre ella. Interrogarnos sobre las nuevas espacialidades urbanas que estamos creando.

La C-guide es resultado de la colaboración entre la Fundación Arquitectura Contemporánea -entidad sin ánimo de lucro dedicada al fomento de la arquitectura contemporánea a través de actividades de investigación, creación y difusión- y el Grupo Cosentino -multinacional española líder en la producción y distribución de superficies innovadoras para el mundo de la arquitectura y el diseño-. Se trata de una herramienta para entornos virtuales que, hasta la fecha, ha incorporado el mapa interactivo de doce ciudades: Barcelona, Córdoba, París, Ámsterdam, Londres, Chicago, Los Ángeles, Sao Paulo, Sídney, Dubái, Shanghái y Ciudad del Cabo. En 2022 añadiremos Nueva York, Tokio y Estambul.



Westbund Riverside Tourist Center (Shanghái). Archi Union.





## El Cemento, sostiene y progresa.

www.valderrivas.es

## Cemento Hormigón Revista técnica



PÁGINA	EMPRESA	TELÉFONO
Portada	Graphenano Smart Materials	(+34) 96 510 81 02
Interior de portada	BHS-Sonthofen GmbH	(+49) 8321 6099-0
Interior de contraportada	LoxamHune	(+34) 900 92 86 86
Contraportada	Aerzen Ibérica S.A.U.	(+34) 91 642 44 50
2	Cementos Portland Valderrivas, S.A.	(+34) 91 396 01 00
7	Master Builders Solutions	(+34) 91 955 15 51
14	REBUILD 2022	(+34) 91 955 15 51
15	FYM-HeidelbergCement Group	(+34) 91 576 26 00
19	Cementos Lemona, S.A.	(+34) 94 487 22 00
25	Cementos Molins Industrial, S.A.	(+34) 93 680 60 00
27	CEMEX España Operaciones, S.L.U.	(+34) 91 800 78 00
33	Blastrac España (Husqvarna)	(+34) 91 660 10 65
35	DepurFiltech	(+34) 94 498 25 57
37	VI Congreso Nacional de Áridos	(+34) 91 502 14 77
51	POLUSOLIDOS 2022	(+34) 93 238 68 68
61	Cemento Hormigón	(+34) 91 441 16 88
76	Cemento Hormigón	(+34) 91 441 16 88
П	IEEE-IAS/PCA Cement Conference 2022	www.cementconference.org
87	Cementos Portland Valderrivas, S.A.	(+34) 91 396 01 00

## **SUSCRIPCIONES**

Si desea suscribirse a *Cemento Hormigón* visite nuestra web o capture el código QR. Tarifas de las diferentes modalidades de suscripción:

- España: 142€ / España (suscripción en papel + digital): 172€.
- Unión Europea: 172€ / Unión Europea (suscripción en papel + digital): 202€ / Unión Europea (envío prioritario): 262€ / Unión Europea (envío prioritario, suscripción en papel + digital): 292€.
- Latinoamérica: 167€ / Latinoamérica (suscripción en papel + digital): 197€. Latinoamérica (envío prioritario): 262€ / Latinoamérica (envío prioritario, suscripción en papel + digital): 292€.
- Resto países: 187€ / Resto países (suscripción en papel + digital): 217€ / Resto países (envío prioritario): 307€ / Resto países (envío prioritario, suscripción en papel + digital): 337€.
- Precio número suelto: 25€ + gastos de envío.

Precios de suscripción (sin IVA). Precios válidos para 2022.

Ediciones Cemento, S.L.U.: C/ José Abascal, 53, 1°. 28003 Madrid (España). Teléfono: (+34) 91 441 16 88. Email: redaccion@cemento-hormigon.com. Web: www.cemento-hormigon.com

De acuerdo con la Ley 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal (LOPD), los datos personales suministrados por el Usuario serán incorporados a un fichero automatizado. En cumplimiento de lo establecido en la LOPD, el Usuario podrá ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición. Para ello puede contactar con nosotros en el teléfono: (+34) 682 85 64 56; o enviándonos un correo electrónico a: redaccion@cemento-hormigon.com.





COMPROMISO CO 2 NEUTRO

ELEVACIÓN, ENERGÍA, FORMACIÓN, MAQUINARIA, EVENTOS, MODULAR.

OLOXAM HUNE

Mucho más que un alquiler

900 92 86 86 loxamhune.com

### COMPRESORES DE TORNILLO CON INYECCIÓN DE ACEITE

#### SERIE VMX DE AERZEN

Rango de presión hasta 13 bar (g) Potencia desde 3 KW hasta 355 KW



**AERZEN Ibérica S.A.U.** 

Calle Adaptación 15 - 17

28906 Getafe (Madrid) España.

T: +34 91 6424450

F: +34 91 6422903

iberica@aerzen.com

