

Madrid, 3 de abril de 2024

## Francisca Puertas: “El hormigón es el producto más empleado por el ser humano después del agua”

- La investigadora del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja firma ‘Cementos y hormigones’, el último título de la colección ¿Qué sabemos de? (CSIC-Catarata)
- El libro presenta la evolución de estos materiales y de sus prestaciones, así como las innovaciones que han experimentado para hacerlos más versátiles y sostenibles



Las construcciones romanas, como el panteón de Agripa en Roma, ya incorporaban un hormigón de cal de alta resistencia y durabilidad. / I. Sánchez-Seco

Oxígeno, calcio, silicio, hierro y aluminio. Esos cinco elementos son la base para la fabricación del **cemento Portland y su hormigón**, materiales de los que están hechas la mayoría de las edificaciones en las que vivimos o por las que circulamos en la actualidad. Hace dos siglos, **en 1824**, el albañil británico **Joseph Aspdin** patentó el **cemento**

**Portland**, a partir del cual se elabora el hormigón, y, desde entonces, su uso no ha dejado de crecer en la construcción de viviendas, puentes, presas, autovías o canalizaciones, por citar solo algunos ejemplos de una extensa lista. Según **Francisca Puertas**, investigadora del CSIC en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, “**el hormigón de cemento Portland se ha convertido en el segundo producto más empleado por el ser humano después del agua**”. Con el libro [\*Cementos y hormigones\*](#) (CSIC-Catarata), la científica del CSIC nos introduce en el mundo de estos materiales esenciales en el desarrollo de las sociedades de los últimos siglos.

El título, perteneciente a la colección ¿Qué sabemos de?, explica la diferencia entre cemento y hormigón, **sus componentes y las reacciones químicas** que ocurren durante su fabricación y cuando se aplica en las construcciones, así como sus características y propiedades. También hace un repaso por los **materiales de construcción antiguos**, como la piedra natural, el adobe o la madera, y recoge las aportaciones de la civilización romana en este ámbito. Por último, el texto aborda el impacto de la fabricación de cemento y hormigón en el cambio climático y las medidas propuestas para **conseguir reducir la huella de carbono** asociada a la producción de ambos materiales.

## Un material con múltiples componentes

Cuando hablamos de cemento, solemos pensar en un material que une o pega cosas como ladrillos, piedras o metales. Es decir, en un conglomerante. En el caso del cemento Portland, se trata de **un conglomerante hidráulico**, porque fragua y se endurece en contacto con el agua y mantiene su estabilidad en este medio. “Es el resultado de la molienda de un producto denominado **clínker, una mezcla homogénea de materias primas formada principalmente por calizas, arcillas y arenas silíceas** que se obtiene por reacciones químicas a altas temperaturas -alrededor de 1500°C-, y yeso. El yeso actúa como un regulador de fraguado y se añade para que la pasta, tras mezclar el cemento con agua, no endurezca rápidamente y se pueda aplicar”, indica Francisca Puertas. “Cuando el cemento se mezcla con agua y arena con un tamaño máximo de 4 milímetros y agua, se obtiene un mortero, y cuando, **además de arena, en la mezcla hay gravas**, es decir, rocas de mayor tamaño que las arenas de hasta 100 milímetros, lo que se obtiene es un **hormigón**”, añade.

La incorporación a esta mezcla de otros materiales denominados aditivos ha generado un amplio catálogo de hormigones con múltiples prestaciones. Entre estos aditivos están aquellos que reducen la cantidad de agua de amasado, aceleran el endurecimiento o retardan el fraguado, modificadores de la viscosidad, colorantes, etc.

Hay muchos tipos de hormigones. Uno de los más usados es el hormigón armado, que se basa en la unión de hormigón y acero para incrementar su resistencia. Además, se han desarrollado los denominados “**hormigones especiales**”, entre los que destacan los hormigones reforzados con fibras de acero, de vidrio, poliméricas, etc., y hormigones de muy altas resistencias, que permiten construir edificios muy altos.

La nanotecnología también se ha aplicado a la fabricación de hormigones. “Junto con las funcionalidades que pueden aportar, la incorporación de nanopartículas al hormigón da lugar a materiales de menor porosidad y mayor densidad y, por tanto, hace que la vida útil de las estructuras sea más larga”, explica la investigadora. Las innovaciones en este ámbito incluyen, por ejemplo, la **incorporación de bacterias como sistemas de autorreparación**. “Las bacterias, encapsuladas o inyectadas en el hormigón reaccionan con el calcio que hay en el material y son capaces de rellenar grietas de hasta 4 milímetros”, comenta la autora.

## Un cemento con nombre de isla

El cemento Portland recibe esta denominación porque, cuando se patentó su proceso de fabricación en 1824, **el material resultante tenía un color que se asemejaba a las rocas de la isla de Portland**, al sur de Inglaterra. Desde entonces, la composición inicial y producción del material fue evolucionando en “un proceso que comenzó a principios del siglo XX y que no estuvo controlado y monitorizado automáticamente hasta la década de los setenta”.

La **primera planta de cemento Portland de España se creó en Asturias en 1898** y contaba con una producción anual de 5000 toneladas. Poco más tarde llegarían las plantas de San Sebastián y Barcelona. La implantación de estas fábricas fue seguida de una labor investigadora en la química del cemento y del hormigón que arrancó en los años cuarenta y tuvo como referente la creación, en 1949, del **Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento**, que actualmente es el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC.

## Morteros y hormigones romanos

El antecedente del hormigón de cemento Portland se remonta **a los morteros y los hormigones de cal de la época romana**. Los romanos utilizaron estos materiales para la unión de piedras en acueductos, alcantarillados, puentes, anfiteatros, coliseos, bases de las calzadas, etc. También para recubrir piedras en edificaciones relevantes, como las columnas del Foro Romano en los templos de Isis y del Capitolio de Baelo Claudia (Cádiz), o para hacer de soporte de los mosaicos en suelos de casas prominentes como las de Itálica (Sevilla).

Además de la cal, que actúa como conglomerante, “tanto los griegos como los romanos descubrieron que los depósitos volcánicos molidos finamente y mezclados con esa cal, agua y arena (o escombros), generaban unos morteros con mayores resistencias que los morteros de cal sin esa adición volcánica”, apunta la autora. Los griegos utilizaron tobas volcánicas procedentes de la isla de Thera (actual Santorini) y los romanos usaron las de zonas cercanas a la bahía de Nápoles, en concreto de la región de Pozzuoli. Por eso, estos materiales volcánicos y otras adiciones activas más modernas adoptaron el nombre de **puzolanas**, una denominación que se mantiene en la actualidad.

Los romanos perfeccionaron hasta el límite el desarrollo de sus morteros y hormigones de cal. Incluso usaban aditivos como grasa animal, sangre, orina, leche o clara de huevo en la preparación para mejorar la trabajabilidad e incrementar las resistencias y la durabilidad de los materiales. “Todo este trabajo de investigación y fabricación ha permitido que **persistan en la actualidad edificaciones romanas en todo el antiguo imperio**, muchas de ellas en muy buenas condiciones de conservación”, destaca Francisca Puertas. También subraya la influencia de los constructores romanos, porque “aunque sus tecnologías, materiales y métodos constructivos se perdieron en parte durante la Edad Media, tras el Renacimiento se recuperaron y se continuaron hasta bien entrado el siglo XVIII”.

## Efectos medioambientales y energéticos

La fabricación del cemento Portland lleva asociada efectos medioambientales y energéticos negativos. De hecho, **entre el 7 y el 9% de las emisiones a la atmósfera de CO<sub>2</sub> antropogénico son debidas a la fabricación de este material**. Durante el proceso de fabricación de cemento hay un elevado consumo de energía térmica debido a las elevadas temperaturas que se necesitan para la producción del clínker, y de energía eléctrica que se utiliza en los procesos de molienda.

Francisca Puertas escribe que, desde hace décadas, tanto desde el sector industrial como desde el científico, se están investigando y desarrollando cementos y hormigones más sostenibles y ecoeficientes que mantengan o mejoren las prestaciones mecánicas y durables de los cementos más convencionales. “La necesidad impuesta por la UE a través del Pacto Verde Europeo de conseguir una Europa climáticamente neutra para 2050 afecta al sector de la construcción y, por ende, a las industrias del cemento y del hormigón. De ahí que se hayan establecido acciones combinadas para alcanzar ese objetivo”, declara Puertas.

Otra de las medidas adoptadas se basa en la reutilización de residuos de construcción y demolición para preparar nuevos hormigones. “En España, se utiliza alrededor del 70% de estos áridos reciclados”, informa la investigadora.

[Cementos y hormigones](#) (CSIC-Catarata) es el número 153 de la **colección ¿Qué sabemos de?** (CSIC-Catarata). Para solicitar entrevistas con la autora o más información, contactar con: [comunicacion@csic.es](mailto:comunicacion@csic.es) (91 568 14 77).

## Sobre la autora

**Francisca Puertas Maroto** es profesora de Investigación en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC. Sus investigaciones están dirigidas hacia la fisicoquímica del proceso de fabricación de cementos. También trabaja en el desarrollo de nuevos cementos más eco-eficientes y en el estudio de los procesos de deterioro de cementos, morteros y hormigones, así como en el papel de los aditivos en las propiedades y comportamiento de dichos hormigones.

**CSIC Cultura Científica**