

## Artículo Técnico

# NEXT-CER. Innovador sistema constructivo gran formato cerámico visto para una construcción sostenible

Marta Millanes / Celia Peces, investigadoras de NOTIO - Centro Tecnológico de Actividades de la Construcción

*Según establece la Unión Europea, edificar de manera sostenible implica construir de manera más eficiente, consumir, cada vez, menos energía y materiales, realizar edificios inteligentes y respetuosos con el medio ambiente, garantizando la salud y el confort de sus ocupantes. Los objetivos de sostenibilidad establecidos por la Unión Europea convergen con los desafíos tecnológicos clave del sector de la construcción. Destaca la necesidad de una innovación continua para desarrollar sistemas constructivos industrializados de alto valor añadido, con diseños y características mejoradas, que sean compatibles con un modelo de desarrollo sostenible, que reduzcan el consumo de recursos y la generación de residuos.*



Producto: Ladrillo para revestir

Dirigido a: Proyectistas

Contenidos: Diseño

La falta de mano de obra cualificada en el sector ha generado la necesidad de evolucionar hacia sistemas constructivos más tecnificados y eficientes. La construcción de grandes formatos prefabricados, o preensamblados, optimizados para cumplir con altos estándares de eficiencia energética, representa una solución eficaz para agilizar los procesos constructivos sin comprometer la calidad y el rendimiento de los edificios. Diseñar elementos, para facilitar el montaje y reducir los tiempos de obra, permite una mayor precisión en la ejecución, disminuyen los residuos y contribuyen a la reducción del impacto ambiental asociado a la construcción tradicional.

En este ámbito, NOTIO-Centro Tecnológico de Actividades de la Construcción, está trabajando en el proyecto NEXT-CER. Éste se centra en el desarrollo de sistemas constructivos cerámicos innovadores para envolventes de edificios, orientados hacia la industrialización y con criterios bioclimáticos para la reducción del consumo energético de los edificios. Además, considera todo el ciclo de vida del producto y del edificio. De esta manera, se busca contribuir al incremento de la capacidad competitiva del sector de la cerámica estructural mediante el diseño de nuevos materiales de alto valor añadido, alineados con las tendencias internacionales contemporáneas en arquitectura y diseño; materiales que deben ser técnica, medioambiental y económicamente viables.

Para fundamentar el diseño, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de las problemáticas derivadas de la evolución histórica de los sistemas constructivos de fachada en los que emplean piezas cerámicas.

## El problema de la fabricación

A pesar de la evolución significativa del sector de la cerámica estructural hacia procesos productivos más eficientes y sostenibles, este sigue siendo considerado intensivo en consumo energético. Alrededor del 30% del coste total de producción se atribuye a las etapas de secado, cocción y enfriamiento. Para mitigar este impacto, se están investigando activamente diversas estrategias. Estas incluyen la integración de energías renovables, la optimización de hornos y secaderos para maximizar el aprovechamiento energético, y el desarrollo de métodos de cocción que reduzcan la demanda energética mediante la incorporación de desechos orgánicos en el proceso de fabricación. Estas iniciativas reflejan el compromiso del sector con la adaptación a las exigencias del mercado y la normativa vigente, buscando la reducción de costes y la minimización del impacto ambiental.



Figura 1. Horno con quemadores de gas natural y recuperadores de calor.



Figura 2. Instalación de paneles solares fotovoltaicos en cubierta.

### El problema de la industria

El ladrillo para revestir es el material predominante en la construcción de fachadas en España. Según los datos tomados del estudio de mercado de Hispalyt, se utiliza en más del 50 % de las viviendas, especialmente en unifamiliares. Esta preferencia se ha consolidado en la última década, superando significativamente al ladrillo cara vista y otros materiales. Por otro lado, a pesar de haberse reducido el número de empresas, desde 2014 la producción y exportación de cerámica para la construcción ha crecido un 36 %. Se debe a que la optimización y especialización han impulsado el sector, duplicándose las exportaciones. A pesar de la concentración del mercado, sigue habiendo diversidad empresarial, y como ya se ha comentado, el ladrillo para revestir es el producto más destacado.

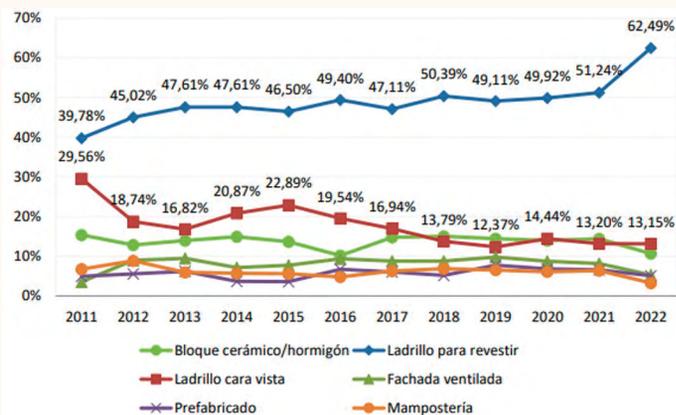


Tabla 1. Comparación de la evolución en el uso de los diferentes materiales para fachada, en vivienda unifamiliar en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Hispalyt.

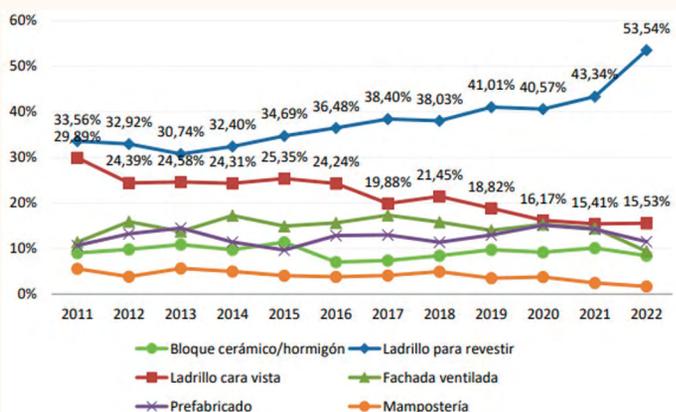


Tabla 2. Comparación de la evolución en el uso de los diferentes materiales para fachada, en vivienda en bloque en España. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Hispalyt.

### El problema de la pieza

La historia del ladrillo revela una notable evolución en sus dimensiones y proporciones. Desde los primeros ladrillos de Jericó, con medidas similares a los actuales, hasta los enormes ejemplares cúbicos griegos de 740 mm en cada lado, las antiguas civilizaciones, como la griega, romana y china, adaptaron sus tamaños a la escala e importancia de sus construcciones. Romanos y griegos emplearon tanto ladrillos cuadrados como rectangulares, basados en el pie y el palmo, con longitudes que oscilaban entre 200-300 mm y 600-700 mm. Además, se observa una reducción en el grosor a lo largo del tiempo, pasando de piezas de más de 100mm en Egipto y Grecia a 40-60 mm en la época romana. Con la adopción del sistema métrico decimal en 1799 se transformaron las proporciones de las piezas cerámicas en la construcción. Este cambio afectó enormemente al mundo de la construcción por ser un mundo que se media con pies y palmos y como consecuencia estaba proporcionado a la medida del hombre. La estandarización, impulsada por la fabricación industrial y la definición del "ladrillo métrico" en 1942, facilitó la producción masiva y a gran escala. Más adelante, la aparición de nuevos materiales de mayor formato como los bloques cerámicos aligerados machihembrados aportó ventajas en la construcción de muros de una hoja más eficientes, aunque alteró las proporciones tradicionales arraigadas en la memoria colectiva.

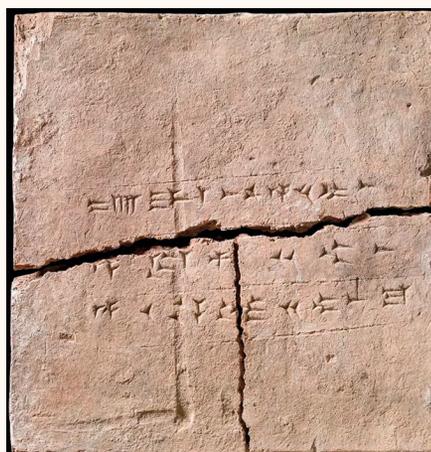


Figura 3. Ladrillo de arcilla del Museo Nacional de Dinamarca procedente del palacio de Asumasirpal II. Foto: Arnold Mikkelsen og Jens Lauridsen.



Figura 4. Teatro romano de Mérida.

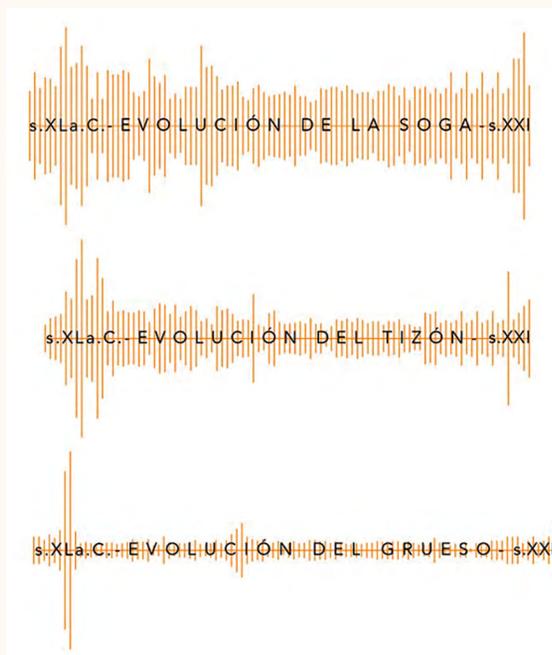


Figura 5. Línea temporal de la evolución en las dimensiones de la soga, el tizón y el grueso de piezas cerámicas para construcción. Desde el origen hasta la actualidad. Fuente: elaboración propia.

## El problema del sistema constructivo

A principios del siglo XX se pasó del uso generalizado de estructuras de muros portantes, que eran simultáneamente estructura, cerramiento, acondicionamiento y acabado, a estructuras reticulares metálicas y de hormigón armado, que aislaron la función sustentante de las demás funciones. Hoy en día, las principales exigencias que se les requiere a las fachadas son de eficiencia higratérmica y aislamiento acústico.

El desarrollo de soluciones constructivas para fachadas ha seguido una trayectoria evolutiva basada en la experimentación y el ajuste. La configuración tradicional de fachadas en España durante los años 40, se realizaba con una hoja exterior de 1 pie, ofrecía un rendimiento óptimo en términos de estabilidad estructural, aislamiento termoacústico y estanqueidad. Sin embargo, la introducción de sistemas de climatización electromecánicos en los años 70 desplazó el uso de estrategias pasivas de control ambiental, lo que llevó a la adopción de hojas exteriores de medio pie. La reducción en la masa del cerramiento generó problemas de puentes térmicos, condensación intersticial y filtraciones de agua. La búsqueda de ligereza en los cerramientos impulsó el uso de cerámica hueca y cámaras de aire, transformando el muro de carga de una sola hoja en un cerramiento multicapa. Esta evolución culminó en la configuración actual, donde la hoja exterior se extiende frente al forjado, creando una cámara ventilada a lo largo de la fachada.

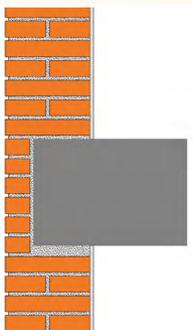


Figura 6. Evolución de las fachadas de ladrillo cara vista: Fachada de una hoja.

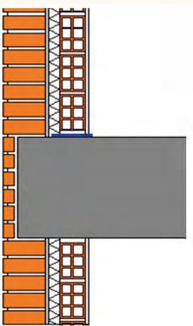


Figura 7. Evolución de las fachadas de ladrillo cara vista: Fachada confinada.

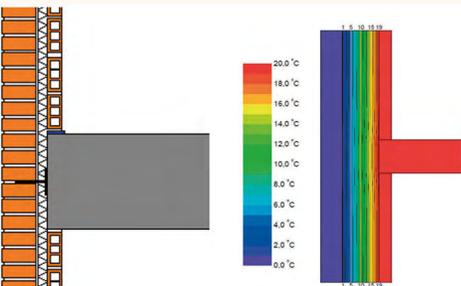


Figura 8. Fachada pasante autoportante, con la posibilidad de que la cámara que contiene el aislamiento, sea ventilada. Se soluciona el problema del puente térmico en los frentes de forjado.



## El problema de la sostenibilidad

Las soluciones de fachada actuales alcanzan límites de rendimiento tras décadas de regulaciones, impulsando la investigación hacia sostenibilidad y eficiencia energética. Las líneas de investigación actuales se centran en la mejora de la sostenibilidad de los procesos de fabricación y en la reducción del consumo energético. Los nuevos productos buscan ofrecer sistemas constructivos en seco, rapidez de ejecución y ahorro de mano de obra, al tiempo que mejoran el rendimiento de los edificios. Esto se traduce en soluciones con elevada inercia térmica, alto aislamiento acústico, mayor resistencia mecánica y durabilidad. Además, se busca reducir el consumo de recursos, apostando por materiales Km 0, ahorrando agua y mortero, y minimizando la generación de residuos.

Continuando con el objetivo de identificar los problemas y las necesidades de los sistemas constructivos de fachada cerámica, la Tabla 2 muestra los resultados del análisis y comparación de cuatro soluciones constructivas. Tres soluciones que han conseguido resolver los problemas de la evolución del concepto de la fachada y una solución de construcción tradicional.

Solución constructiva	Nº de elementos	Espesor mm	Transmitancia/m <sup>2</sup> ·K	Costes €/m <sup>2</sup>
Bloque aligerado y aislamiento por el exterior	6	390	0.39	122.8
Ladrillo visto y cámara de aire ventilada	7	325	0.44	142.4
Aplacado cerámico y cámara de aire ventilada	5	350	0.42	169.9
Dos hojas trabadas	3	410	0.19	144.5

Tabla 3. Comparativa sistemas constructivos de fachada. Fuente: Elaboración propia.

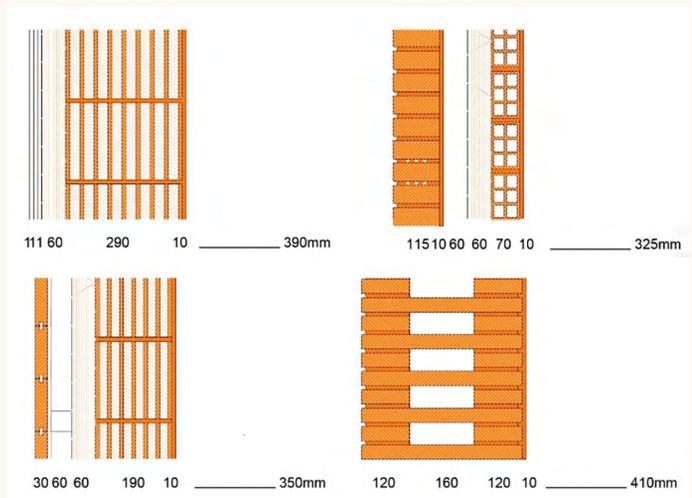


Figura 9. De izquierda a derecha y de arriba abajo: Bloque aligerado y aislamiento por el exterior. Ladrillo visto y cámara de aire ventilada. Aplacado cerámico y cámara de aire ventilada. Dos hojas trabadas. Fuente: elaboración propia.

Las principales conclusiones que se extraen del estudio son:

- El bloque cerámico de arcilla aligerada se posiciona como una pieza optimizada, que combina la función estructural con la inercia térmica en un solo elemento.
- Colocar el aislamiento térmico por el exterior de la hoja principal se convierte en un aspecto clave que proporciona mayor inercia térmica, maximizando su eficiencia.
- El aislante térmico al exterior permite resolver los principales puentes térmicos, pero existe margen de mejora si se presta atención a los puentes térmicos generados en las llagas y los tendeles de las piezas cerámicas.
- Es clave reducir el número de acciones realizadas durante la ejecución en obra, con el fin de minimizar la dependencia de la mano de obra, y avanzar hacia la industrialización del sector.
- Se debe conservar la estética del muro de fábrica convencional, con un aparejo bien trabado, que forma parte de la memoria arquitectónica nacional e internacional.

Tras el análisis de los problemas a los que dar respuesta, se considera necesario que el nuevo sistema constructivo a desarrollar en el proyecto NEXT-CER, dé la posibilidad de devolver la capacidad portante a la fachada, elimine los puentes térmicos, reduzca su complejidad y avance hacia la industrialización. De este modo,

