

Artículo Técnico

La industria del ladrillo. Vuelta a los principios y a la naturaleza de las cosas

Marta Millanes Sánchez, Roberto Díaz Rubio, Celia Peces Martín



A diferencia de muchos materiales y productos desarrollados en el último siglo, los materiales cerámicos, especialmente el ladrillo, tienen la ventaja de que el paso del tiempo no representa un problema para ellos. Dado que la evolución de lo que comúnmente conocemos como ladrillo no se debe a su antigüedad, analizamos qué factores han contribuido a su cambio. Se realiza a continuación un repaso de la trayectoria y el estado actual de la industria de fabricación de productos cerámicos para construcción. Se busca además, investigar, divulgar y aportar conocimiento sobre cómo se han resuelto los retos a los que se ha enfrentado la industria a lo largo de su historia y cuáles son los objetivos y las barreras del sector en la actualidad.

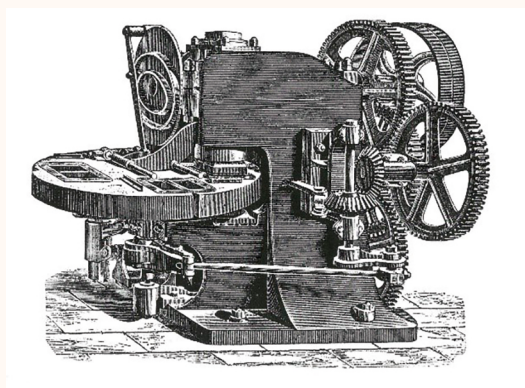


Figura 1. Máquina de émbolo vertical y mesa de moldes giratoria. Fuente: Campbell, James W P, and Will Pryce. 2016. Ladrillo: Historia Universal.

Producto: Ladrillo cara vista

Dirigido a: Proyectistas

Contenidos: Diseño

CRECIMIENTO DE LA INDUSTRIA DESDE 1920

La mecanización de la fabricación de ladrillos, completada hacia 1920 en lugares como EE.UU. y Centroeuropa, reemplazó métodos tradicionales, reduciendo costos, tiempos y mano de obra. Aunque esto impulsó la productividad, disminuyendo un 45% los gastos laborales, también significó la pérdida de un valioso conocimiento artesanal¹ basado en la experiencia y la adaptación al entorno.

Entre otros aspectos, se fue perdiendo la doctrina de la selección y preparación manual de la arcilla, el moldeado a mano, el secado natural adaptado al clima, y la cocción en hornos tradicionales. Un ejemplo de ello es que se tenía conocimiento sobre como el control del fuego durante la cocción y la disposición de las piezas dentro del horno permitían al artesano hacer variaciones en el color y la textura. Desaparecieron también técnicas locales y variantes regionales que daban identidad cultural a los ladrillos, así como la transmisión oral de saberes entre generaciones.

Igualmente cada región del mundo desarrolló su propia tradición en el arte del aparejo de muros de fábrica de ladrillo, buscando estructuras estables y estéticamente coherentes con su entorno. Estas formas de colocación no solo respondían a criterios técnicos, sino que también reflejaban influencias culturales, climáticas y materiales locales. En Inglaterra, por ejemplo, se emplea el aparejo inglés, que alterna hiladas a soga con hiladas a tizón para lograr una alta resistencia estructural. En cambio, el aparejo flamenco y el holandés alternan, dentro de cada hilada, ladrillos a soga y a tizón, priorizando una mayor riqueza visual.

Profundizando en la transformación de la industria de fabricación de piezas cerámicas para la construcción, en la década de 1940 en EE.UU. los gastos de comercialización, transporte y distribución, diseño, control de fábrica, mantenimiento y almacenaje eran equivalentes en los diferentes tipos de manufactura. Esto significa que lo que marcaba la diferencia fundamental era el método de fabricación en planta.

Entre 1869 y 1935, la elaboración de ladrillos pasó de ser manual a mecanizada, con la introducción de amasadoras y moldes a presión. Esto eliminó la dependencia del clima, aumentó la productividad y redujo la jornada laboral de 60 a 40 horas semanales. Sin embargo, también disminuyó la necesidad de mano de obra, reduciendo empleos en el sector. Además, a partir de este momento, en Estados Unidos se empezaron a usar materiales más ligeros en la construcción residencial unifamiliar y al verse reducido el mercado en EE.UU. la industria europea ganó importancia en el sector.

Entre 1940 y 1980 se experimentó una etapa de consolidación y crecimiento como consecuencia, en gran medida, de la reconstrucción tras la Segunda Guerra Mundial. España, con un nivel de mecanización similar al de EE.UU. en 1930, cuadruplicó su productividad en 20 años.

Entre 1980 y 1998 se vinieron produciendo continuas mejoras en las líneas de producción automatizadas, además de una progresiva disminución de la ratio de mano de obra. Hasta 1998 la modernización avanzó, favoreciendo a fábricas actualizadas y cerrando las obsoletas. Además, el número de trabajadores fue en descenso debido a que las modernas infraestructuras requerían menos mano de obra. La estabilidad en el sector se mantuvo hasta el periodo de 1998 a 2006, cuando la demanda creció rápidamente impulsando la producción, pero la burbuja inmobiliaria provocó una fuerte caída, afectando gravemente al sector que hasta entonces lideraba en Europa².

Según el arquitecto castellanomanchego Miguel Fisac, “Innovar no es otra cosa que la complementariedad de la tradición histórica”

1. María Isabel García Gonzalo. "Evolución de los procesos de fabricación de la arcilla cocida estructural en la industria ladrillera desde 1940 hasta la actualidad: caso de la comarca de la Sagra" (tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2010). <https://hdl.handle.net/20.500.14468/19057>.

2. Gonzalo, *Evolución de los procesos de fabricación de la arcilla cocida estructural*.

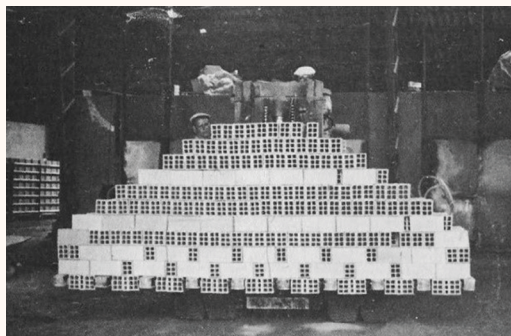


Figura 2. Anuncio fábrica Martin Llorido. 1950. Fuente: Biblioteca Virtual de CLM.

Figura 3. Vista de material seco dispuesto de forma manual para la carga del horno túnel. Fuente: Begoña Cernuda. 1985

PANORAMA ECONÓMICO DEL SECTOR

A nivel global

En la actualidad, China es el principal país fabricante y exportador de productos cerámicos. Sin embargo, si se acota el estudio a la producción de ladrillos, placas y baldosas, aparece Italia además de China como mayor exportador. En tercer lugar se posiciona España con un 11% de las exportaciones a nivel mundial. La fuerza de los países europeos hacen que, en este ámbito, Europa sea el mayor exportador por delante del continente asiático. Por lo tanto, se aprecia que, aunque aún se conservan dinámicas artesanales, se ha logrado un liderazgo tecnológico; y la globalización y la competencia de China impulsarán nuevas demandas tecnológicas.

El sector industrial cerámico se organiza principalmente en concentraciones territoriales donde se agrupan fabricantes, proveedores de materias primas y maquinaria. El desarrollo de estos polos de desarrollo ha favorecido el posicionamiento global del sector³, y se prevé un crecimiento constante en los próximos años, impulsado por la demanda del sector de la construcción y el desarrollo de nuevos materiales⁴. Las soluciones constructivas con material cerámico deben seguir adaptándose a las nuevas exigencias del sector avanzando hacia procesos más industrializados que permitan mejorar la eficiencia, reducir los tiempos de ejecución y garantizar una mayor calidad y control en obra.

La tendencia general apunta hacia sistemas constructivos más tecnificados, modulares y sostenibles, donde la integración de soluciones cerámicas prefabricadas o mecanizadas pueda competir con otros materiales en términos de rendimiento, coste y compatibilidad, con metodologías como la construcción off-site o el BIM. Para mantenerse relevantes, el sector sigue trabajando para que los productos cerámicos deban evolucionar no solo en su diseño, sino también en sus modos de producción, transporte e instalación.

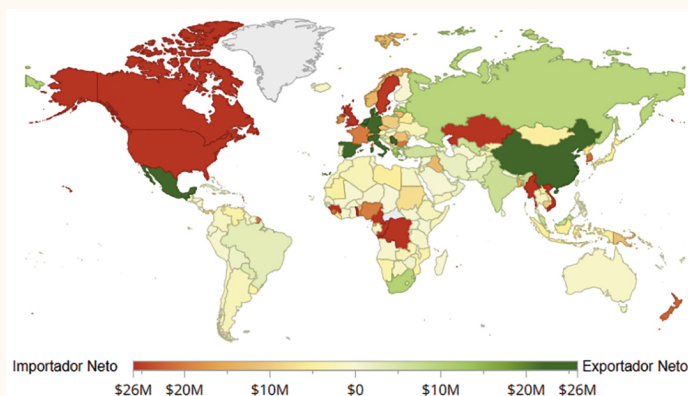


Figura 4. Balance comercial global de ladrillos de cerámica 2023. Fuente: Observatorio de Complejidad Económica (OEC).

A nivel nacional

En el contexto nacional, el sector de la construcción ha experimentado fluctuaciones estrechamente vinculadas a la economía nacional. En 2006, alcanzó su mayor participación en el Producto Interior Bruto (PIB) con un 10,9%, mientras que en 2014, tras la crisis económica, cayó al mínimo del 5%. Desde entonces, la participación se ha mantenido entre el 5% y el 6%. Entre 2014 y 2018, con la recuperación de la crisis, la cerámica para construcción fue el componente del PIB que registró un mayor incremento, un 34%, superando el crecimiento de la industria (16,8%) y los servicios (14%). Según las previsiones del sector de la construcción y de ladrillos y tejas para 2024 de Hispalit⁵, la producción de estos ha aumentado en los últimos años, salvo en 2020 por la pandemia y en 2022 debido al aumento del precio del gas. Desde 2014, la producción anual creció un 36% y el empleo aumentó un 26,39%. La trayectoria del subsector del ladrillo refleja su sensibilidad económica y su resiliencia ante los desafíos productivos, lo que consecuentemente demanda una adaptación constante a las nuevas oportunidades y retos.

Algunos datos que sirven de referencia para entender la situación de la producción de arcilla, común en España, son los siguientes: en los últimos 10 años la producción se ha mantenido estable, aunque con un aumento en su valor. El empleo en el sector ha fluctuado y está ligeramente por debajo de los niveles de 2012. Valencia lidera la producción, seguida de Aragón y Castilla-La Mancha, aunque la diferencia entre comunidades ha disminuido desde 2007. Entre 2013 y 2019, el número de explotaciones ha disminuido en general, excepto en Cataluña, que logró recuperarse. A pesar de que Castilla-La Mancha redujo sus explotaciones de 29 a 23, se posicionó en 2019 como la segunda comunidad con mayor número de estas⁶.

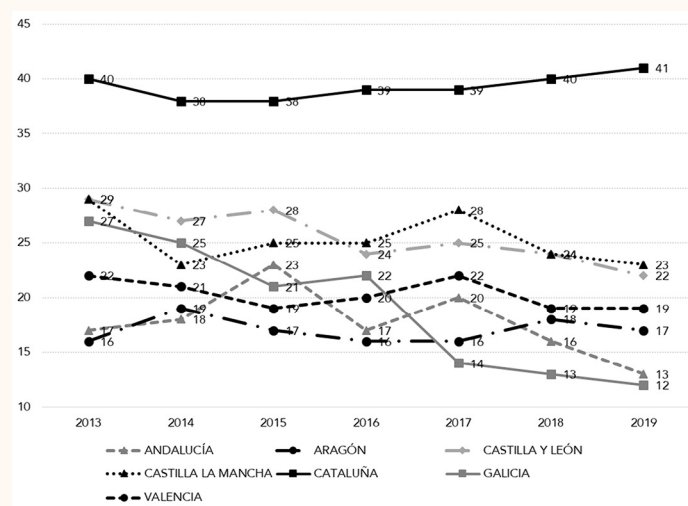


Figura 5. Número de explotaciones de arcilla común en las CC.AA. más representativas. Panorama Minero 2021. IGME

3. J. Albors y J. L. Hervás. "La Industria Cerámica Europea en el Siglo XXI. Retos Tecnológicos y Desafíos de la Próxima Década". Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, vol. 45 (2006): 13-21.

4. IGME. *Panorama Minero 2022: Arcilla* (Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2022)

5. Hispalit. *Estadísticas vivienda 2023 y previsiones sector construcción y ladrillos y tejas 2024*.

6. IGME. *Panorama Minero 2022: Arcilla*

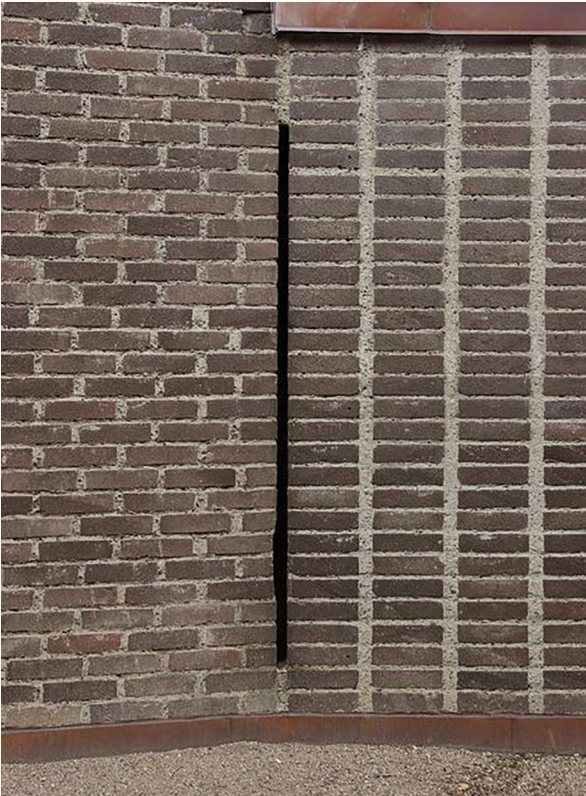


Figura 6. Fachada de la iglesia de San Pedro en Klippan (Suecia) 1963-66. Sigurd Lewerentz.



Figura 7. Construcción de vivienda en Hellebaek (Dinamarca) de Jorn Utzon

En cuanto al uso de las arcillas, entre 2011 y 2020, alrededor del 50% de la arcilla extraída se destinó a la cerámica basta, como ladrillos y tejas, con una ligera reducción del 59% al 46%. En la cerámica estructural en concreto, se aprecia una disminución en el número de empresas que se dedican a su fabricación, pasando de 300 en 2014 a 130 en 2021. Aunque el número de empresas ha disminuido, el sector muestra señales de crecimiento, con la producción casi duplicándose y la plantilla media pasando de 12 a 35 empleados. Los ladrillos y bloques para revestir son los productos más fabricados, representando el 73% de la producción total.

Según el informe Panorama Minero de arcillas de 20217, se destacan dos conclusiones clave: en primer lugar, la exportación de ladrillos y tejas ha experimentado un aumento significativo, duplicándose desde 2014. En segundo lugar, a nivel nacional, el porcentaje de arcilla común destinado a la cerámica basta disminuyó del 61% en 2011 al 42% en 2014, pero comenzó a recuperarse, alcanzando el 54% en 2020.

En síntesis, la producción de arcilla común en España presenta estabilidad en su valor económico y una tendencia general a la reducción del número de explotaciones. El principal destino de la arcilla continúa siendo la cerámica basta. Paralelamente, el subsector de producción de cerámica estructural experimenta una disminución en el número de empresas y un incremento en la productividad y el tamaño medio de las plantillas. Un factor clave a resaltar es el potencial de expansión del sector gracias al aumento en las exportaciones de ladrillos y tejas.

Cerramiento exterior	Viviendas en bloque	Viviendas unifamiliares
Bloque cerámico/hormigón	11,6%	19,1%
Ladrillo para revestir	45,8%	54,5%
Ladrillo cara vista	11,7%	6,5%
Fachada ventilada	13,2%	7,3%
Prefabricado	14,5%	5,8%
Mampostería	3,3%	6,9%

Tabla 1. Porcentajes de empleo de materiales en construcción de vivienda. Datos tomados del estudio de mercado de Hispalyt®.

EVOLUCIÓN EN EL USO DE LOS MATERIALES DE CERRAMIENTO EXTERIOR

La Tabla 2 muestra los materiales más utilizados en la construcción de viviendas. El ladrillo para revestir es el material más común, usado en aproximadamente el 50% de estas. Además, en la mayoría de construcciones unifamiliares, el ladrillo para revestir es el principal material, seguido por el bloque cerámico o de hormigón9.

Se puede decir que España se ha consolidado como un líder en la producción y exportación de productos cerámicos para la construcción, especialmente ladrillos y tejas. Desde 2014, el sector ha crecido casi un 36%, gracias a la optimización de los procesos y una mayor especialización. Aunque el uso de arcilla para cerámica basta ha variado, el sector sigue creciendo, especialmente gracias a las exportaciones, que se han duplicado desde 2014. A pesar de la concentración del mercado el sector mantiene su diversidad, con empresas de todos los tamaños.

EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD

No siempre se tiene lo suficientemente clara la diferencia entre eficiencia y sostenibilidad. En primer lugar, y en este contexto, cuando hablamos de eficiencia hablamos de eficiencia energética. La eficiencia, por tanto, se centra en maximizar el rendimiento de un proceso industrial, utilizando la menor cantidad de recursos posible, en este caso, energía.

Mientras que la sostenibilidad busca preservar los recursos naturales y asegurar un equilibrio entre las necesidades presentes y futuras.

La acción conjunta de ambos conceptos es de capital importancia a la hora de afrontar los grandes retos que tenemos por delante.

7. IGME. Panorama Minero 2022: Arcilla
8. Hispalyt. Estadísticas vivienda 2023 y previsiones sector construcción y ladrillos y tejas 2024.
9. M. Segarra-Oña et al. "¿Eco-Innovación, Una Evolución de La Innovación? Análisis Empírico En La Industria Cerámica Española." Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, vol. 50 5 (2011): 253-60.

SITUACIÓN ACTUAL

En las últimas décadas, y cada vez más, la industria del ladrillo se enfrenta a la competencia de otros materiales de construcción. El crecimiento del sector está íntimamente relacionado con la demanda de vivienda y los países en desarrollo están favoreciendo la construcción con nuevos materiales, sin embargo, en la mayoría de los países, existe la necesidad de materiales de construcción locales, baratos y de buena calidad como los ladrillos¹⁰.

El objetivo de las industrias locales de materiales de construcción debe ser no solo poner a disposición los materiales tradicionalmente utilizados, sino también incorporar estrategias que combinen innovación tecnológica, sostenibilidad y adaptación a las nuevas exigencias del mercado. Esto implica, en primer lugar, una modernización de los procesos de producción, mediante la incorporación de maquinaria automatizada, sistemas de control digital y soluciones que reduzcan el consumo energético y las emisiones contaminantes. Asimismo, es fundamental avanzar hacia modelos basados en la economía circular, reutilizando residuos propios o de otras industrias como materias primas alternativas. En paralelo, debe fomentarse el desarrollo de materiales más sostenibles, que respondan a criterios ambientales y puedan certificarse bajo estándares como LEED o BREEAM, incorporando propiedades mejoradas como el aislamiento térmico o acústico. También resulta clave innovar en el diseño y formato de los productos, promoviendo la fabricación de elementos modulares, prefabricados y compatibles con metodologías actuales como la construcción industrializada y el uso de herramientas BIM.

La colaboración con universidades y centros tecnológicos permitirá impulsar la investigación y el desarrollo de soluciones adaptadas a nuevos desafíos, mientras que la formación de profesionales del sector facilitará la difusión de estas prácticas. Finalmente, las industrias deben tener la capacidad de adaptar sus productos a las características culturales, climáticas y constructivas de cada región, desarrollando sistemas integrales que aporten valor añadido sin perder la identidad local.

Proyectos de investigación

En esta línea, la Asociación Notio, entidad gestora del Centro Tecnológico de Actividades de la Construcción, está desarrollando actualmente tres proyectos de investigación orientados a impulsar la innovación en el sector, alineados con los principios de sostenibilidad, eficiencia y circularidad. Estos proyectos abordan retos específicos de la industria mediante la generación de soluciones que den lugar a nuevos productos más sostenibles y competitivos.

En los proyectos “SUSTAINFLOOR” y “CER4FROST”, se promueve la valorización de residuos como estrategia clave para el desarrollo de materiales cerámicos innovadores. La integración de subproductos industriales y residuos de construcción y demolición (RCD) en las nuevas formulaciones permite reducir significativamente la huella de carbono de los materiales, minimizar la generación de residuos y optimizar el uso de recursos naturales, contribuyendo así a un modelo de producción más responsable.

El proyecto “CER4FROST”, en particular, se enfoca en la creación de nuevas formulaciones de ladrillos cara vista con resistencia mejorada a la heladicidad, mediante la incorporación de residuos en el proceso productivo. Esta iniciativa responde a los recientes cambios normativos relacionados con el comportamiento de los materiales frente al hielo y descongelación, ofreciendo una solución técnica alineada con los nuevos requerimientos.

Por su parte, el proyecto “SUSTAINFLOOR” plantea el desarrollo de un sistema de pavimento generador de energía, fabricado principalmente a partir de RCDs y residuos industriales. El diseño integra componentes piezoeléctricos capaces de transformar la energía cinética, generada por el paso de peatones, en energía eléctrica, constituyendo así una propuesta tecnológica innovadora en el ámbito de las infraestructuras urbanas sostenibles.



Figura 8. Maquinaria del proceso de fabricación de ladrillos cara vista Fuente: reportaje fabricación de ladrillos cara vista en Fabricando Made in Spain de TVE1.

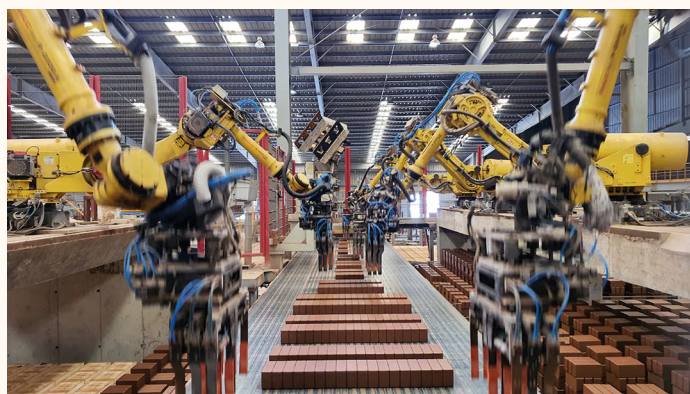


Figura 9. Fábrica de ladrillos La Paloma 2024. Fuente: El País.

Ante la creciente escasez de mano de obra especializada en el sector de la construcción, el proyecto “NEXT-CER” propone el diseño de piezas cerámicas de gran formato, optimizadas para su uso en sistemas constructivos industrializados. Estas soluciones buscan mejorar la eficiencia energética de las envolventes arquitectónicas, reducir los tiempos de ejecución en obra, disminuir los residuos generados y facilitar una mayor precisión en la colocación, sin comprometer las prestaciones técnicas ni la calidad del resultado final.

A estos proyectos de investigación se les suma el proyecto “Acciones de I+D para la sostenibilidad de la industria de la construcción de Castilla-La Mancha”, cuyo objetivo es superar el actual cuello de botella en materia de investigación e innovación en el sector, mediante la identificación de acciones estratégicas que faciliten un salto tecnológico y mejoren la competitividad de las empresas del ámbito regional. Paralelamente, en Notio se está implementando el “Programa de capacitación en el ámbito de la sostenibilidad del personal de la industria de la construcción de Castilla-La Mancha”, una iniciativa centrada en mejorar la cualificación y formación de los profesionales del sector desde una perspectiva integral de sostenibilidad. Este programa cobra especial relevancia ante la fragmentación del tejido industrial regional, caracterizado por un predominio de pymes con escasa cualificación técnica, especialmente en zonas rurales en riesgo de despoblación con limitado acceso a recursos formativos.

Todos estos proyectos cuentan con la cofinanciación de la Unión Europea y el Gobierno de Castilla-La Mancha (Fondo Europeo de Desarrollo Regional: Programa FEDER 2021-2027), a través de la convocatoria de Ayudas a Centros Tecnológicos, de Agencia Regional de Investigación e Innovación (INNOCAM).

10. M. Segarra-Oña et al. “¿Eco-Innovación, Una Evolución de La Innovación?”, 253-60.

Como se demuestra, la innovación y el desarrollo sostenible se consideran hoy en día motores económicos cruciales en la fijación de la posición competitiva de las empresas. La importancia que ha adquirido el ahorro energético y la disminución de los impactos ambientales asociados a la edificación ha fomentado el desarrollo de numerosas iniciativas y herramientas que se pueden aplicar al sector¹¹. La producción de cerámica, aunque utiliza materiales naturales, consume energía y genera emisiones. Representa aproximadamente el 1% de las emisiones industriales europeas, pero debido a que está formada mayoritariamente por PYMES y pequeños emisores, constituye el 10% de todas las instalaciones industriales.

Presente y futuro

El sector cerámico europeo ha reducido sus emisiones totales un 33% desde 1990, y más de un 45% desde su pico de producción y emisiones en los años 2000, principalmente lo ha conseguido optimizando los procesos, haciendo más eficiente la producción y sustituyendo combustibles. Sin embargo, la reducción más significativa de las emisiones de carbono se produjo en los años 80, cuando prácticamente toda la industria cerámica europea sustituyó los combustibles sólidos (principalmente, el carbón), por el Gas Natural¹². Hoy en día, y pese a todos los avances, el sector cerámico sigue considerándose intensivo en energía consumida puesto que alrededor del 30% del coste total de la producción procede de la energía necesaria en las etapas de secado, cocción y enfriamiento¹³. Hoy en día, y pese a que el sector cerámico sigue considerándose intensivo en energía consumida (alrededor del 30% del coste total de la producción procede de la energía necesaria en las etapas de secado, cocción y enfriamiento¹⁴), no debemos perder de vista que estamos hablando de una manufactura de una muy larga vida útil y nulo mantenimiento, lo que convierte a la cerámica, de facto y aún con todo, en un producto sumamente sostenible si lo comparamos con la vida útil de otros materiales. No obstante, el sector sigue realizando grandes esfuerzos en investigación en aras de reducir esa intensividad y mejorar así su eficiencia energética. Para reducir estos valores se exploran las energías renovables, la optimización de los hornos y secaderos para el aprovechamiento máximo de la energía producida o los métodos de cocción para que reduzcan la demanda de energía incorporando desechos orgánicos en el proceso de fabricación.

Las principales barreras que dificultan el avance de la innovación y la sostenibilidad en la industria cerámica se deben, en gran parte, a la falta de oportunidades reales de transferencia de tecnología y conocimiento especializado dentro del sector. A ello se suma la necesidad urgente de fomentar prácticas energéticas más eficientes, como la cogeneración, la recuperación de calor residual, la robotización y electrificación de procesos o el uso de energías renovables, junto con una mayor concienciación ambiental en todos los niveles de la cadena productiva.

Uno de los retos estructurales más relevantes es la escasa viabilidad económica del reemplazo periódico de una maquinaria que, si bien tiene una larga vida útil, no siempre está adaptada a las exigencias tecnológicas o medioambientales de cada momento. Sin embargo, existen vías de financiación poco exploradas que podrían favorecer la modernización del sector, como los fondos europeos vinculados al Pacto Verde, el programa Horizonte Europa o los NextGenerationEU, que incluyen líneas específicas para la digitalización, sostenibilidad e innovación industrial. También hay instrumentos accesibles a través de la banca ética o cooperativas financieras, que priorizan inversiones con impacto social y ambiental positivo.

En este contexto, el papel de las asociaciones de fabricantes, como Hispalyt, es especialmente relevante. Estas entidades no solo actúan como interlocutores, sino que han logrado avances concretos, como la modificación de normativas técnicas en favor del uso de materiales cerámicos por sus beneficios térmicos y acústicos, o su impulso en proyectos emblemáticos donde se demuestran la idoneidad en términos de eficiencia energética y comportamiento higrotérmico de las soluciones con material cerámico.

Además, resulta prioritario recuperar el conocimiento artesanal vinculado al oficio cerámico tradicional. Sería valioso diseñar estrategias activas de localización y colaboración con maestros artesanos mayores que aún conservan técnicas y saberes no documentados, para luego integrarlos en programas de formación, preservar el patrimonio cultural del sector y enriquecerlo con una base técnica y pedagógica más sólida.

CONCLUSIÓN

El sector cerámico se enfrenta a retos clave como la reducción de gastos en combustibles, la disminución de emisiones y el ahorro de electricidad, mientras avanza hacia un modelo más sostenible a través de la reutilización de residuos. Sin embargo, es crucial no perder de vista los aspectos tradicionales que han sido fundamentales para su permanencia, como la ubicación estratégica de las fábricas, así como la colaboración entre los distintos actores del sector. El diálogo entre el conocimiento tradicional y las innovaciones contemporáneas es esencial para avanzar, por lo que la investigación debe centrarse en recuperar ese saber perdido y mejorar tanto el rendimiento de los materiales como las técnicas disponibles, asegurando un futuro más eficiente y sostenible para la industria cerámica.

BIBLIOGRAFÍA

- García Gonzalo, María Isabel. "Evolución de los procesos de fabricación de la arcilla cocida estructural en la industria ladrillera desde 1940 hasta la actualidad: caso de la comarca de la Sagra". Tesis doctoral. Universidad Nacional de Educación a Distancia. 2010. <https://hdl.handle.net/20.500.14468/19057>
- Albors, J., y J.L. Hervás. "La Industria Cerámica Europea en el Siglo XXI. Retos Tecnológicos y Desafíos de la Próxima Década". *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, vol. 45 (2006): 13-21.
- IGME. *Panorama Minero 2022: Arcilla*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2022.
- CEPCO. *Informe coyuntura económica*. Madrid: Confederación Española de Asociaciones de Fabricantes de Productos de Construcción, 2024.
- Hispalyt. *Estadísticas vivienda 2023 y previsiones sector construcción y ladrillos y tejas 2024*. Madrid: Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida, 2024.
- Segarra-Oña, M., A. Peiró-Signes, L. Miret-Pastor, y J. Albors-Garrigós. 2011. "¿Eco-Innovación, Una Evolución de La Innovación? Análisis Empírico En La Industria Cerámica Española." *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, vol. 50 5 (2011): 253-60.
- Cerame-Unie. *Ceramic Roadmap to 2050: Continuing our path towards climate neutrality*. Bruselas: European Ceramic Industry Association, 2022.
- Furszyfer Del Rio, Dylan D., Benjamin K. Sovacool, Aoife M. Foley, Steve Griffiths, Morgan Bazilian, Jinsoo Kim y David Rooney. Decarbonizing the ceramics industry: A systematic and critical review of policy options, developments and sociotechnical systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 157 (2022): 112081. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112081>

11. M. Segarra-Oña et al. "¿Eco-Innovación, Una Evolución de La Innovación?", 253-60.

12. Cerame-Unie. *Ceramic Roadmap to 2050: Continuing our path towards climate neutrality* (Bruselas: European Ceramic Industry Association, 2022).

13. Furszyfer et al. "Decarbonizing the ceramics industry: A systematic and critical review of policy options, developments and sociotechnical systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 157 (2022): 112081. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112081>.

14. Furszyfer et al. "Decarbonizing the ceramics industry: A systematic and critical review of policy options, developments and sociotechnical systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 157 (2022): 112081. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112081>.