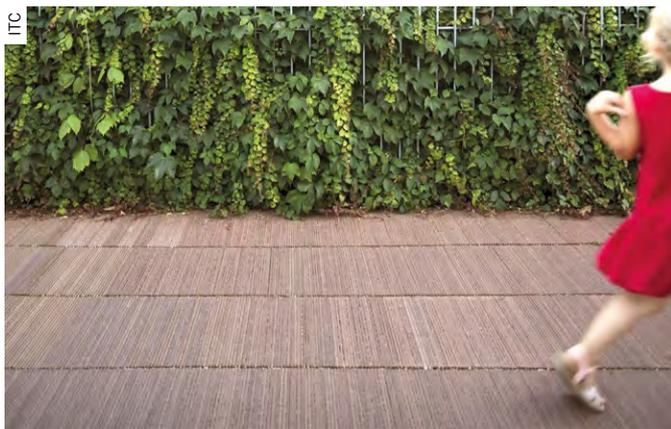


¿HACIA DÓNDE CAMINAN LOS MATERIALES Y DESARROLLOS ESPECIALES EN LA INDUSTRIA CERÁMICA?



ITC

Con el fin de identificar aquellos ejes estratégicos en torno a los que se alinean los avances tecnológicos detectados en el contexto de la industria cerámica, el Observatorio Tecnológico del Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) ha puesto en marcha recientemente la iniciativa “Rumbos”, en la que se enmarca la publicación de un informe que sintetiza un conjunto de cuatro tendencias o “rumbos tecnológicos” de interés estratégico para las empresas del sector cerámico que resumimos en el presente artículo.

Partiendo de un presupuesto incuestionable, como es que la innovación tecnológica se posiciona como piedra angular de retos tan importantes como la descarbonización de la economía española, la reactivación económica tras la crisis sanitaria asociada a la Covid-19 y la adopción de un modelo económico sostenible y responsable, la reciente publicación del informe “Rumbos 2021. Tendencias tecnológicas en la industria cerámica” responde a una labor de vigilancia tecnológica que se sintetiza en un conjunto de cuatro tendencias o rumbos tecnológicos de interés estratégico para las empresas del sector cerámico. Realizado por Vicente Lázaro, responsable del Observatorio Tecnológico del ITC, y su compañero José Planelles, técnico del observatorio, el estudio detecta y analiza en detalle los cuatro ámbitos hacia los que la industria cerámica está dirigiendo sus esfuerzos de innovación y desarrollo: descarbonización de la industria cerámica, economía circular, industria 4.0 y espacios seguros (y asépticos).

Rumbo 1. Hacia la descarbonización

Desde la óptica de la industria cerámica, con un consumo intensivo de energía térmica y una marcada dependencia del gas natural, Vicente Lázaro y José Planelles apuntan en su informe que una reducción

sustancial del consumo energético y de las emisiones acorde con las hojas de ruta que dicta la Comisión Europea “solo será viable mediante una transformación tecnológica profunda que, entre otros aspectos, implique la implantación de tecnologías innovadoras, el empleo de fuentes de combustible alternativas seguras y los apoyos financieros necesarios”. Una revolución tecnológica del sector que implique, entre otros aspectos, una electrificación de hornos y secaderos, la integración de sistemas de captura de CO₂ eficientes y un firme viraje hacia las energías renovables. Con esta premisa surge el proyecto Hipocarbonic, que cuenta con el apoyo del Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (Ivace), y que consiste en la elaboración de una hoja de ruta específica para descarbonizar el clúster cerámico de Castellón, basada en un riguroso análisis de viabilidad, tanto técnica como económica, de los distintos escenarios posibles que posibiliten la transición hacia una industria hipocarbónica.

En este contexto, adquieren especial relevancia combustibles gaseosos alternativos tales como el biogás -una alternativa a tener en cuenta frente a los costes por la compra de derechos de emisión- o el hidrógeno, concretamente el denominado ‘hidrógeno verde’, esto es, el que se obtiene por electrólisis del agua empleando electricidad de origen renovable,

que constituye un valioso vector energético (capaz de almacenar energía para liberarla gradualmente bajo demanda), especialmente en aquellos sectores en los que la electrificación de determinados procesos no sea la opción más eficiente ni exista una alternativa sostenible que sea viable. Este sería el caso de los procesos de cocción a alta temperatura propios de la industria cerámica que requerirían, entre otros aspectos, de la adaptación del diseño de los hornos a este nuevo combustible. Este precisamente es el objetivo del proyecto Hidroker (Ivace), en el que se analiza la viabilidad técnica de la sustitución parcial o total del gas natural por hidrógeno como combustible en la cocción de baldosas cerámicas.

Otra línea de investigación atractiva apuntada en el estudio del ITC, desde el punto de vista de la descarbonización de la industria, es el empleo de energía solar térmica de concentración en el procesado de materiales cerámicos. La implementación de los denominados hornos solares, es decir, sistemas ópticos capaces de concentrar la radiación solar en un área muy reducida, alcanzándose elevadas temperaturas, supondría una alternativa al tradicional proceso de cocción de la industria cerámica. Sin embargo, existen todavía determinados aspectos que requieren de un mayor grado de desarrollo para que la energía solar térmica pueda finalmente desplazar al gas natural en este tipo de procesos. Con este fin, el ITC está trabajando en el desarrollo de cerámicas técnicas (SiC, Al₂O₃, Si₃N₄, composites ATZ/ZTA y ZrC) para este tipo de aplicaciones, en el marco del proyecto Ceramitech (Ivace).

Por su parte, las tecnologías de captura, almacenamiento y, en ocasiones, también conversión de CO₂ (CAUC o CCUS en inglés) presentan un notable valor estratégico. Concretamente, en el caso de la industria cerámica, se ha estudiado la hidrogenación catalítica del CO₂ para obtener metano (CH₄) que pueda emplearse como combustible en los quemadores de los hornos. “No obstante, a pesar de su potencial en la reducción de emisiones, este tipo de tecnologías requieren de un mayor grado de madurez, así como del desarrollo de economías de escala que aseguren su viabilidad económica”, según apuntan los autores del estudio “Rumbos”.

Finalmente, tanto las tecnologías de captura de CO₂, como otras estrategias de descarbonización antes mencionadas, integran otro proyecto de alto interés estratégico denominado Energètic (Ivace), que estudia las diferentes opciones para adaptar los procesos de la industria cerámica, con el fin de alcanzar los objetivos de descarbonización fijados por la UE para 2050. Básicamente, consta de tres líneas distintas, encontrándose, en primer lugar, la electrificación del proceso actual. En segundo lugar encontramos la monitorización y optimización de parámetros clave del proceso, el almacenamiento de energía y la integración de tecnologías de captura de CO₂. Finalmente, la tercera línea está dedicada a la incorpora-

VISIÓN DE CONJUNTO. La transformación hacia la industria 4.0 afectará no solo a la etapa de fabricación, sino a toda su cadena de valor; es más, esta transformación va a suponer el tratar toda la cadena de valor de forma integral

ción de combustibles alternativos al gas natural, como el hidrógeno y biocombustibles, así como a la integración de energías renovables para el suministro tanto de calor como de electricidad.

Rumbo 2. Hacia la economía circular

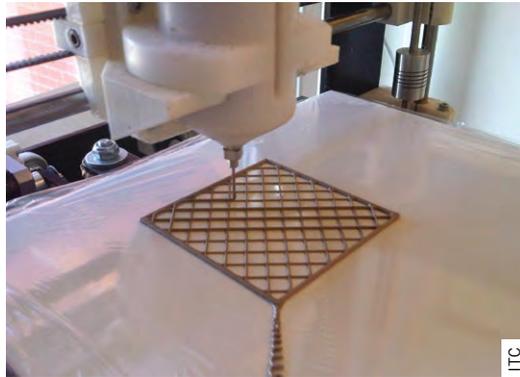
En línea con el objetivo de neutralidad climática de la UE para 2050 y en virtud del Pacto Verde, la Comisión Europea propuso un nuevo Plan de Acción de Economía Circular en marzo de 2020, enfocado en la prevención y gestión de residuos y destinado a impulsar el crecimiento, la competitividad y el liderazgo mundial de la UE en este campo. En este sentido, la consecución de los objetivos marcados por la UE pasa necesariamente por la generación y aplicación de conocimiento como base del desarrollo de nuevas tecnologías, procesos, productos y servicios que, en conjunto, refuercen la competitividad de nuestras empresas e impulsen la creación de oportunidades de negocio y la emergencia de nuevas cadenas de valor, con la consiguiente creación de empleo.

A este respecto, la transición hacia un sistema económico circular ha propiciado la emergencia de modelos empresariales innovadores, que conjugan el reciclaje, la eficiencia energética, la explotación inteligente de recursos, nuevos patrones de consumo disruptivos, así como nuevas formas de interacción empresarial como la simbiosis industrial, los cuales impactan sobre el paradigma lineal del extraer-fabricar-utilizar-eliminar imperante.

Los productos cerámicos pueden ser reutilizados y reciclados al final de su ciclo de vida, adquiriendo el concepto *cradle to cradle* (de la cuna a la cuna) todo



ITC



ITC

su sentido, o lo que es lo mismo, que el fin de vida del producto represente el inicio de otro ciclo de producción, idealmente sin generación de residuos, según un modelo perfectamente circular.

Con este objetivo en mente, la industria cerámica ha desarrollado nuevos productos y procesos que implican una reducción tanto en el consumo de materias primas como en la generación de residuos asociados a los procesos de producción. Esto ha sido posible, como señalan Vicente Lázaro y José Planelles, “gracias a la reutilización de agua procedente de otras etapas del proceso de fabricación, así como de residuos, como sería el caso de fragmentos de azulejos cocidos o sin cocer, lodos o residuos procedentes de las fases de molienda. Todo esto unido a procesos de optimización que afectan tanto a la selección de materias primas como al propio diseño del producto e incluso a la cadena de suministro, que requiere de una reestructuración en el caso del reciclado”.

Además, el grado de desarrollo tecnológico alcanzado en la industria cerámica posibilita la incorporación de residuos procedentes de otros sectores, como por ejemplo lodos de la industria textil, cenizas de la combustión de biomasa, residuos de vidrio procedentes de lámparas o pantallas, etc. Un amplio abanico de residuos que podría expandirse todavía más a través de la promoción de sinergias entre distintos sectores industriales.

Asimismo, el ITC apuesta por el desarrollo de procesos y productos que tengan en cuenta los principios de la economía circular, apoyándose en la eficacia en el uso de recursos, la sostenibilidad, el uso de recursos naturales y sus análisis de ciclo de vida. Así, en su vertiente más didáctica y dentro del programa Erasmus +, destacan los proyectos Spire-Sais y Circular Start, ambos con el apoyo del Ivace. Mientras que el primero persigue identificar las necesidades y demandas de aptitudes y competencias en materia de simbiosis industrial y de eficiencia energética, el segundo proporciona una herramienta para el desarrollo de modelos de negocio circulares por parte de incubadoras de empresas y *startups*.

A través del programa Life, el ITC promueve la simbiosis industrial, paradigma de un sistema de futuro, transformando residuos procedentes de otras indus-

trias en materias primas para el sector cerámico. Este es el caso del proyecto Life Eggshellence, que aborda la valorización de los residuos de cáscara de huevo, rica en carbonato cálcico, como materia prima secundaria en la fabricación de baldosas cerámicas. De manera similar, en el proyecto Life Hypobrick se estudia la fabricación de ladrillos partiendo de residuos de diversos sectores, adoptando una metodología de fabricación alternativa, la activación alcalina y curado a baja temperatura, que reemplaza la tradicional etapa de cocción, principal fuente de emisiones de CO₂. Otros proyectos relevantes en el contexto de la valorización de residuos serían Circular Carbon (Ivace), que plantea la obtención de carbón activado a partir de residuos de diferentes industrias para, posteriormente, emplearlo como adsorbente en los tratamientos de aguas residuales y de emisiones gaseosas, y Ecofillink (Ivace) que, entre otros objetivos, persigue facilitar la recuperación de tintas cerámicas a través del rediseño de sus envases, favoreciendo además su reciclado. También en esta línea encontramos el proyecto EcoMarsi (Ivace), que aplica la tecnología de membranas cerámicas al tratamiento de aguas residuales para recuperar óxidos metálicos de interés para la industria cerámica; y Eros (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades), en el que se emplean residuos de palas eólicas y del sector aeronáutico para introducirlos en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas, tanto en los soportes como en los esmaltes y fritas.

Rumbo 3. Hacia la industria 4.0

Como apuntan los responsables del informe “Rumbos”, la transformación hacia la industria 4.0 afectará no solo a la etapa de fabricación, sino a toda su cadena de valor. “Es más, esta transformación va a suponer el tratar toda la cadena de valor de forma integral”, aseguran. Existen numerosas publicaciones en las que se describen los cuatro, seis o incluso nueve pilares sobre los que se sustenta esta transformación. No obstante, los autores coinciden en que tiene su origen en la ubicuidad y velocidad que internet proporciona y que especialmente proporcionará con la inminente llegada de la tecnología 5G. El resto de tecnologías que, en conjunción con la anterior, harán posible la verdadera revolución son, principalmente, internet de las cosas (IoT), Bigdata, inteligencia artificial, realidad virtual y realidad aumentada. En el entorno productivo se ha avanzado considerablemente en aspectos relacionados con la conectividad entre máquinas y sistemas externos. Algo que queda patente en el proyecto Cebra (Ivace), centrado en el desarrollo e implementación de un piloto demostrativo de Industria 4.0 en el proceso de fabricación de baldosas cerámicas. “Esto ha sido posible mediante el desarrollo de una plataforma para la integración global de los sistemas de la planta de fabricación cerámica, consolidando en un único punto todos los datos relevan-

tes, tanto del proceso productivo como de la gestión empresarial, haciendo posible su explotación mediante informes, cuadros de mando, aplicaciones específicas, etc.”, explican Lázaro y Planelles. Gracias a los resultados del proyecto Ceбра, por primera vez en una planta de producción cerámica se han podido gestionar aspectos tan importantes como los activos de la planta, la eficiencia energética, el coste de fabricación, la calidad del producto final, la planificación, etc. “Todo ello utilizando datos exactos del proceso real de producción que pueden ser consultados en tiempo real o de forma histórica; con todo esto, la explotación de estos datos permite optimizar la gestión de los procesos de la planta cerámica en todos sus niveles”.

La primera de las etapas en el proceso de transformación de una empresa hacia la Industria 4.0 implica la consecución del denominado gemelo digital de los diferentes procesos internos de la misma. En el ámbito productivo, las tecnologías disponibles ofrecen la posibilidad de registrar en tiempo real todos los eventos y estados del proceso productivo, lo cual permite disponer de un modelo digital actualizado de la fábrica o gemelo digital. A este respecto, destaca el proyecto Twinxdustry (Ivace), que aborda el desarrollo e implementación de gemelos digitales en la industria cerámica y automovilística, a través de un sistema ciber-físico del entorno de fabricación, basándose en la captura de datos de proceso, así como en la modelización y simulación dinámica mediante la técnica de los eventos discretos. La labor de investigación del ITC en torno a este eje estratégico no se limita únicamente al entorno productivo, sino que también explora otros eslabones de la cadena de valor. En este sentido, destaca el proyecto Ceria (Ivace), en el que se ha desarrollado el primer prototipo de un sistema de exposición inteligente que aúna, por un lado, una experiencia de compra única para el cliente y, por otro, un control integral de múltiples variables que facilitan enormemente al fabricante y distribuidor la gestión del proceso de compra.



Finalmente, también resulta relevante, especialmente en el contexto de la inteligencia competitiva, el proyecto denominado Daker (Ivace), con el que se aborda la elaboración de un conjunto de paneles para la visualización interactiva y actualizada de información referente al mercado internacional, tanto para el sector de baldosas cerámicas como para el de fritas y esmaltes.

Rumbo 4. Hacia espacios seguros

Lo primero que cabe destacar es que los recubrimientos cerámicos, dada su naturaleza puramente inorgánica y las características propias de su proceso de fabricación, que implica tratamientos térmicos de más de 1000 °C, esto es capaces de eliminar por completo todo tipo de sustancias orgánicas, se encuentran completamente libres de compuestos potencialmente perjudiciales para la salud. “Una vez más, los recubrimientos cerámicos se posicionan como un material seguro y libre de sustancias orgánicas como el formaldehído (presente en maderas y causante de problemas respiratorios) o los VOCs, compuestos volátiles liberados por recubrimientos de tipo polimérico, moquetas o maderas, que pueden causar cefaleas, náuseas e irritación de las vías respiratorias”, sostienen los autores del informe. Además, a diferencia de lo que ocurre con otros recubrimientos, los revestimientos cerámicos presentan muy bajos coeficientes de absorción de agua, lo cual garantiza la impermeabilidad de estas superficies. Esto les confiere propiedades hipoalérgicas puesto que impide la proliferación de ácaros y moho.

La pandemia mundial ha actuado como un potente detonante de numerosos avances científicos, entre los que destacan aquellos que se enmarcan en el campo de la nanotecnología que, a su vez, desempeña un papel decisivo en la lucha contra la Covid-19. En el mercado ya existen cerámicas con propiedades antibacterianas, autolimpiables y purificadoras de aire, basadas en las propiedades fotocatalíticas del nano-TiO₂; sin embargo, en el informe “Rumbos” se destaca que “los avances más recientes en cerámicas antibacterianas se basan en formulaciones que incorporan Ag NPs que, a diferencia de las cerámicas fotocatalíticas, no requieren de activación mediante luz ultravioleta y cuyo efecto antibacteriano presenta una durabilidad muy superior”.

Con todo ello en mente y en vista de estos recientes resultados, los autores del informe “Rumbos” concluyen que deberán destinarse esfuerzos de I+D “con el fin de demostrar si dichas cerámicas, además de su ya conocida acción antibacteriana, presentan eficacia en la inhibición de virus como el SARS-CoV-2”, lo que supondría el inicio de una tendencia en el I+D del sector cerámico que podría desencadenar “el posicionamiento de la cerámica como aliado clave para garantizar superficies seguras en esta época de pandemia mundial”. ✍