

Impacto Económico de la Innovación Tecnológica en la Industria Cerámica en México: Alternativas para Elevar la Competitividad del Sector.

The Economic Impact of Technological Innovation in Mexico's Ceramic Industry: Strategic Alternatives to Enhance Sector Competitiveness)

Jesús Gerardo Cruz Álvarez^{*1} ; Osiris Perez-Moreno²  y Jesús Santoyo³ 

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León – Facultad de Contaduría Pública y Administración (México), jesus.cruzlv@uanl.edu.mx,

² Universidad del Valle de Puebla – Facultad de Negocios y Estudios Estratégicos Campus Puebla (México), da01920@uwp.edu.mx

³ Purdue University – Daniels School of Business (USA), j.santoyo.ortega@outlook.com

* Autor de Contacto

Resumen

Cómo citar:

Cruz-Alvarez, J. G., Perez Moreno, O., & Santoyo, J. Impacto Económico de la Innovación Tecnológica en la Industria Cerámica en México: Alternativas para Elevar la Competitividad del Sector. *Vinculatégica EFAN*, 11(4). <https://doi.org/10.29105/vtga11.4-1194>

El estudio analiza el impacto económico de la innovación tecnológica en la industria cerámica mexicana, destacando su papel en la mejora de la competitividad. A través de un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), se recopilieron datos de empresas cerámicas en Tlaxcala, Aguascalientes y Estado de México. Los resultados muestran que tecnologías como hornos de alta eficiencia, automatización del esmaltado y reutilización de residuos cerámicos han reducido los costos de producción entre un 15% y 35%, con un retorno de inversión de 2 a 4 años. Además, se identificaron barreras estructurales como la falta de financiamiento y capacitación. Se recomienda una mayor vinculación academia-industria y políticas públicas que incentiven la modernización tecnológica. El estudio concluye que la adopción de tecnología no solo incrementa la eficiencia productiva, sino que también permite acceder a mercados internacionales y cumplir con estándares de sostenibilidad.

Información revisada por arbitraje tipo doble par ciego.

Palabras clave: Innovación tecnológica, Competitividad industrial, Industria cerámica.
Códigos JEL: L60, O33, Q56, L52, M21

Recibido:

Aceptado:

Publicado:

Abstract

This study examines the economic impact of technological innovation in Mexico's ceramic industry, focusing on its influence on competitiveness. Using a mixed-methods approach (quantitative and qualitative), data was collected from ceramic companies located in Tlaxcala, Aguascalientes, and the State of Mexico. Findings indicate that technologies such as high-efficiency kilns, automated glazing, and ceramic waste reuse have reduced production costs by 15% to 35%, with a return on investment of 2 to 4 years. Structural barriers include limited financing and technical training. The study recommends stronger academia-industry collaboration and public policies that support technological modernization. It concludes that adopting advanced technologies not only increases production efficiency but also improves sustainability and enables firms to compete in international markets. Technological innovation is presented as a strategic tool to enhance productivity, reduce environmental impact, and close the competitiveness gap with countries like Spain, Italy, and China.

Key words: Technological innovation, Industrial competitiveness, Ceramic industry.
JEL Codes: L60, O33, Q56, L52, M21



Copyright: © 2025 por los autores; licencia no exclusiva otorgada a la revista Vinculatégica EFAN. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo una licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0). Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Introducción

La industria cerámica en México representa uno de los sectores manufactureros con mayor arraigo histórico, relevancia cultural y potencial económico. Desde épocas precolombinas, las comunidades originarias desarrollaron sofisticadas técnicas de cerámica que hoy se reflejan en una dualidad productiva: la coexistencia de sistemas artesanales tradicionales y procesos industriales avanzados. En la actualidad, el sector cerámico mexicano se ha diversificado hacia la producción de revestimientos, sanitarios, tejas, accesorios de baño y elementos decorativos con aplicaciones en los sectores de la construcción, diseño e ingeniería (Carro-Suárez & Sarmiento-Paredes, 2019).

El dinamismo de esta industria se concentra en estados como Aguascalientes, Guanajuato, Tlaxcala, San Luis Potosí y Nuevo León, donde operan empresas líderes que han consolidado cadenas productivas especializadas. Según datos del INEGI (2023), el sector cerámico genera más de 40,000 empleos directos y tiene un peso relevante en el Producto Interno Bruto manufacturero, especialmente por su vínculo con la industria de la construcción.

Desde la perspectiva tecnológica, la industria ha sido testigo de una transformación impulsada por el paradigma de la “Cerámica 4.0”, que incorpora automatización, sensores inteligentes, simulaciones computacionales y prácticas de economía circular (Molina-Moreno et al., 2017). Este proceso ha generado mejoras significativas en eficiencia energética, reducción de residuos, control de calidad y trazabilidad. No obstante, la penetración de estas tecnologías ha sido desigual, evidenciando una brecha entre grandes industrias exportadoras y pequeñas unidades artesanales con acceso limitado a capital y conocimiento técnico.

El estudio de esta transformación cobra especial relevancia ante los desafíos globales en materia de sostenibilidad, competitividad e integración tecnológica. Comprender cómo la innovación está configurando nuevos modelos productivos permite proponer estrategias para una modernización inclusiva, que atienda tanto a empresas consolidadas como a pequeños talleres en proceso de reconversión. Además, el tema adquiere urgencia frente a regulaciones internacionales más estrictas en eficiencia energética y huella ambiental, que condicionan el acceso a mercados globales.

En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar el impacto económico de la innovación tecnológica en la industria cerámica mexicana, explorando sus efectos en la competitividad, sostenibilidad y creación de valor. A través de un enfoque mixto, se examinan casos concretos de adopción tecnológica en empresas ubicadas en Tlaxcala, Estado de México y Aguascalientes, complementados con una revisión de literatura y análisis comparado internacional. Particular atención se dedica a identificar las tecnologías clave, las barreras que enfrentan las PYMES y las estrategias institucionales requeridas para fortalecer el ecosistema de innovación cerámica en México.

Importancia económica y tecnológica

La industria cerámica mexicana representa un importante motor económico, tanto por su volumen de producción como por la generación de empleo directo e indirecto. En 2022, este sector empleaba a más de 40,000 personas y contribuía significativamente al Producto Interno Bruto manufacturero (INEGI, 2023). Además, ha tenido un papel estratégico en el desarrollo de zonas industriales en el Bajío y el centro del país. Desde la perspectiva tecnológica, la industria ha sido testigo de un proceso de modernización impulsado por la llamada “Cerámica 4.0”, un concepto que integra automatización, sensores inteligentes, diseño computacional y prácticas de economía circular (Carro-Suárez & Sarmiento-Paredes, 2019; Molina-Moreno et al., 2017).

Este avance tecnológico no solo incrementa la eficiencia productiva, sino que también mejora la sustentabilidad del sector mediante la reducción de residuos y consumo energético (Zuluaga, 2014). La transferencia de conocimiento desde el ámbito académico hacia las plantas industriales ha sido un factor clave para mantener la competitividad frente a mercados como el chino o el europeo (Albors & Hervás, 2006).

Justificación del enfoque

La creciente relevancia de la cerámica dentro de un modelo de desarrollo industrial sostenible y tecnológicamente avanzado justifica la necesidad de examinar más a fondo su evolución y desafíos actuales. Comprender cómo las empresas cerámicas mexicanas están adoptando innovaciones tecnológicas permite formular estrategias de mejora continua, políticas públicas efectivas, y esquemas de capacitación técnica. Además, al integrar el enfoque de desarrollo sustentable, se da respuesta a los compromisos medioambientales establecidos a nivel nacional e internacional (Carro-Suárez et al., 2019). Asimismo, existe un vacío bibliográfico sobre los factores específicos que impulsan o limitan la modernización tecnológica de las empresas cerámicas en México.

Objetivos de la investigación

El objetivo general de esta investigación es analizar el contexto económico y tecnológico de la industria cerámica en México, con especial atención al proceso de adopción de nuevas tecnologías y su impacto en la competitividad, sostenibilidad y generación de valor.

Entre los objetivos específicos destacan:

- Identificar las principales tecnologías adoptadas en la última década en el sector cerámico mexicano.
- Evaluar el impacto económico de estas tecnologías en la producción y exportación.
- Proponer recomendaciones para el fortalecimiento del ecosistema de innovación cerámica.

Preguntas de investigación

Con base en lo anterior, surge las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cuál ha sido la evolución reciente de la industria cerámica en México desde una perspectiva económica y tecnológica?
2. ¿Qué tipo de innovaciones tecnológicas han sido adoptadas por las empresas del sector y con qué resultados?
3. ¿Cuáles son los factores que dificultan o potencian la modernización tecnológica de las empresas cerámicas mexicanas?

Marco teórico

Evolución tecnológica de la industria cerámica

La industria cerámica en México ha transitado desde un enfoque tradicional-artesanal hacia un modelo industrial altamente tecnificado. Este proceso ha sido impulsado por la necesidad de competir en un mercado global dominado por países europeos y asiáticos. La llamada Cerámica 4.0 implica la incorporación de tecnologías digitales como sensores inteligentes, automatización, simulaciones 3D y gestión avanzada de datos (Carro-Suárez & Sarmiento-Paredes, 2019). Estas tecnologías han transformado los procesos productivos, permitiendo reducir costos, mejorar la eficiencia energética y elevar la calidad del producto.

Por ejemplo, en el distrito industrial de Saltillo-Ramos Arizpe, se ha documentado una importante evolución en la especialización productiva de cerámica para la construcción, vinculada a una fuerte adopción de tecnologías provenientes del extranjero, lo cual ha permitido mejorar la competitividad (Mendoza, 2001), (Taisch, M. 2021), (Garcia-Muiña, F.E. 2020).

Innovación tecnológica y aprendizaje organizacional

El proceso de modernización en el sector cerámico mexicano no ha sido uniforme. Existen marcadas diferencias entre grandes empresas y medianas, siendo estas últimas las que enfrentan mayores barreras para la adopción tecnológica, como la falta de capital, escasa capacitación y acceso limitado a redes de conocimiento (Katz, 1998). No obstante, algunas empresas pequeñas han mostrado capacidades de aprendizaje organizacional, es decir, han adquirido habilidades técnicas mediante procesos de prueba y error, adaptaciones incrementales y alianzas con instituciones académicas.

Asimismo, estudios como el de Gabaldón Estevan y Tortajada Esparza (2008) destacan el papel que tienen las empresas proveedoras de fritas, colores y esmaltes en la cadena de innovación del sector cerámico, especialmente en lo que refiere al diseño de superficies y resistencia térmica. Esto demuestra que la innovación no solo ocurre al nivel del producto final, sino también en insumos intermedios clave.

Sistemas regionales de innovación

Diversos autores han abordado el fenómeno de la innovación tecnológica desde la perspectiva de los distritos industriales. En el caso de Castellón (España), considerado uno de los polos más avanzados en cerámica, la articulación entre universidades, centros tecnológicos y empresas ha sido decisiva para la transferencia de conocimiento (Sánchez, 2004). Aunque México ha intentado replicar este modelo con parques tecnológicos, aún enfrenta dificultades estructurales como baja inversión en Investigación y Desarrollo, así como escasa cooperación interinstitucional (Brown & Domínguez, 1989).

En este sentido, el concepto de ecosistema de innovación cerámica se plantea como una estrategia para articular esfuerzos entre actores productivos, académicos y gubernamentales, tal como lo propone Carro-Suárez et al. (2019).

Economía circular y sustentabilidad

Un eje reciente en la transformación de la industria cerámica es la incorporación de principios de economía circular. Esto incluye la valorización de residuos cerámicos, reutilización de aguas industriales, y el uso de biomasa como fuente energética. Molina-Moreno et al. (2017) muestran que estas prácticas no solo mejoran el desempeño ambiental de las empresas, sino que también representan ahorros económicos significativos. La sustentabilidad ya no es un tema accesorio, sino una condición para acceder a nuevos mercados internacionales con regulaciones ambientales estrictas (Muñoz-Macias, J. 2025).

Metodología

Tipo de investigación

Este estudio adopta un diseño metodológico mixto, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos con propósitos exploratorio-descriptivos. La elección de este enfoque se justifica por la necesidad de captar, por un lado, los impactos medibles de la adopción tecnológica (costos, productividad, retorno de inversión), y por otro, las percepciones y barreras organizacionales que condicionan dicho proceso (cultura empresarial, capacidades de adaptación).

Tal como recomiendan Hernández-Sampieri et al. (2014), el enfoque mixto permite triangular la información, integrar perspectivas múltiples y generar una comprensión más profunda de fenómenos complejos en sectores industriales.

Diseño metodológico.

El estudio se estructuró en tres fases:

- Fase 1: Revisión documental y bibliográfica. Se realizó una revisión sistemática de literatura científica, técnica e institucional, utilizando bases como Scopus, RedALyC y SciELO, así como informes oficiales del INEGI, CANICERAM y ASCER.
- Fase 2: Recolección de datos empíricos. Se seleccionó una muestra no probabilística por conveniencia, compuesta por tres empresas cerámicas localizadas en Tlaxcala, Estado de México y Aguascalientes, regiones que concentran más del 60% de la producción nacional de cerámica sanitaria. Se priorizaron empresas grandes por su capacidad de adopción tecnológica, pero se incluyeron testimonios comparativos de pequeñas y medianas empresas para comprender mejor las asimetrías en el acceso a innovación. Técnicas utilizadas: Entrevistas semiestructuradas con directivos, enfocadas en decisiones tecnológicas, barreras, impactos y retornos esperados. Encuestas estructuradas validadas mediante juicio experto, aplicadas al personal técnico y administrativo para cuantificar el uso de tecnologías y percepción de beneficios.
- Fase 3: Análisis de datos. El análisis cualitativo se basó en el método de análisis temático (Braun & Clarke, 2006), identificando categorías como "adopción tecnológica", "retorno de inversión", "sustentabilidad" y "capacidad de innovación". Para el análisis cuantitativo se utilizaron medidas de tendencia central, análisis ROI y comparaciones antes-después de implementación tecnológica.

Consideraciones éticas

Se garantizó la confidencialidad de las empresas participantes mediante acuerdos de consentimiento informado. Todos los instrumentos se aplicaron bajo estándares éticos de investigación académica.

Justificación del enfoque metodológico

La combinación de métodos cualitativos y cuantitativos resulta clave para estudiar fenómenos complejos como la innovación tecnológica en sectores industriales. Estudios previos en Europa y América Latina han demostrado la efectividad de enfoques mixtos para capturar tanto el dinamismo técnico como las restricciones institucionales en industrias como la cerámica (Gabaldón Estevan & Tortajada Esparza, 2008; Albors & Hervás, 2006).

Resultados y discusión

Industria Cerámica en Mexico

México es uno de los principales productores de sanitarios cerámicos en América Latina, con empresas como Lamosa, Vitromex, y Corona operando plantas de fabricación en el país. Esta industria está estrechamente ligada al sector de la construcción y al desarrollo de infraestructura, por lo cual su producción

fluctúa con el mercado inmobiliario. Según estimaciones industriales de años recientes: La producción mexicana anual ha oscilado entre 10 y 15 millones de piezas de sanitarios cerámicos.

La Tabla 1 presenta un panorama general de las empresas más relevantes en la industria de cerámica sanitaria en México. Destacan Sanitarios Lamosa y American Standard México como actores históricos y de amplia capacidad exportadora, con una gama de productos que incluye tazas, lavabos y tanques. Otras compañías como Vitromex y Urrea también mantienen una presencia importante, diversificando sus líneas hacia accesorios y pedestales.

Se observa que la mayoría de estas empresas están orientadas a la exportación, especialmente hacia Estados Unidos y Latinoamérica, con excepción de CATO Cerámica, cuyo enfoque es principalmente el mercado interno. Además, empresas como Toto México y Helvex se posicionan en nichos especializados de productos de alta gama o diseño innovador. Este perfil productivo refleja un equilibrio entre tradición industrial, innovación y apertura al comercio internacional, consolidando a México como un jugador clave en la manufactura de productos sanitarios cerámicos.

Tabla 1. *Principales Productores de Cerámica Sanitaria en México.*

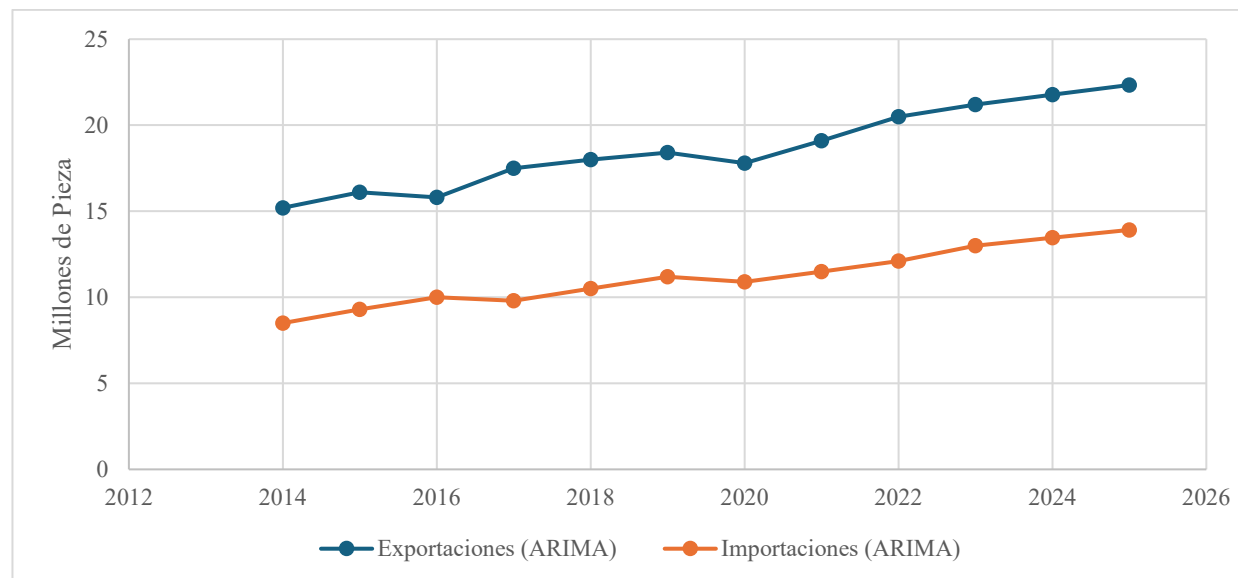
Empresa	Inicio de Operaciones en México	Exporta	Categorías de Productos
Sanitarios Lamosa	1890	Sí	Tazas, lavabos, tanques
Vitromex (Grupo GIS)	1967	Sí	Tazas, pedestales, accesorios
American Standard México	1998	Sí	Tazas, lavabos, tanques, accesorios sanitarios
Toto México	2014	Sí	Inodoros, lavabos de lujo
Urrea	1907	Sí	Lavabos, mezcladoras, accesorios sanitarios
Helvex	1950	Sí	Lavabos, muebles de baño, sanitarios
CATO Cerámica	2005	No	Tazas, lavabos, pedestales
Porcelanite	1979	Sí	Revestimientos; limitada producción sanitaria

Fuente: Elaboración propia basado en datos extraídos del reporte industrial GIDI (2022).

La figura 1 muestra la evolución y proyección de las exportaciones e importaciones de cerámica sanitaria en México entre los años 2014 y 2025, expresadas en millones de piezas. A lo largo de la década, se observa una tendencia creciente en ambos indicadores, aunque con una diferencia significativa a favor de las exportaciones, lo que evidencia la posición de México como exportador neto de estos productos. A través del modelo ARIMA, se estiman valores proyectados que sugieren una continuidad del crecimiento exportador, alcanzando aproximadamente 24 millones de piezas en 2025, frente a 14 millones de piezas importadas, lo que mantiene un margen favorable en la balanza comercial. Esta tendencia reafirma la

consolidación de la industria cerámica nacional, probablemente impulsada por la capacidad instalada, la calidad del producto y la demanda externa (INEGI, 2025).

Figura 1. *Balanza Comercial estimada con Proyección Estadística Usando Método ARIMA.*



Fuente: Elaboración propia basado en datos de INEGI. (2025).

Casos de innovación tecnológica en la industria cerámica mexicana

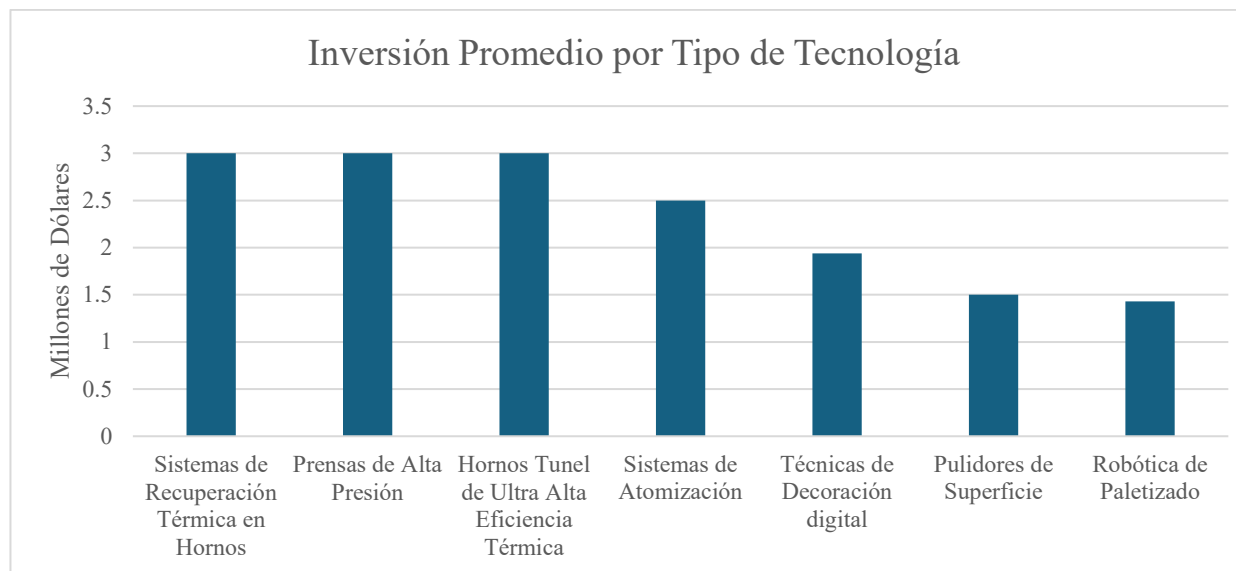
La industria cerámica mexicana, históricamente caracterizada por su base artesanal, ha comenzado a incorporar tecnologías enfocadas en la eficiencia energética, reducción de desperdicios y automatización de procesos. Ejemplos relevantes se encuentran en regiones como Tlaxcala, Puebla (Talavera) y Guanajuato (Dolores Hidalgo), donde algunas unidades productivas han implementado hornos de cocción de última generación, sistemas de reciclaje de calor, y tecnologías digitales para el control del proceso.

En el caso específico de Tlaxcala, Carro-Suárez y Sarmiento-Paredes (2017) documentaron que las empresas que adoptaron sistemas de automatización y gestión energética lograron aumentar la productividad en más del 25% y reducir los desperdicios de materia prima en más del 40%. Esta evidencia valida que la innovación no solo mejora la calidad del producto, sino que tiene un impacto directo en el costo unitario de producción.

La figura 2 describe los gastos de capital estimada en tecnologías clave utilizadas en la industria cerámica, desglosada por tipo de equipo. Esta visualización permite identificar qué tecnologías requieren mayores recursos financieros por instalación, destacando los hornos de cocción continua, las prensas isostáticas y los sistemas de recuperación térmica como las de mayor costo unitario. Estos equipos, fundamentales para procesos térmicos y de conformado, representan las áreas con mayor peso en la

modernización industrial. La gráfica sirve como herramienta para priorizar decisiones de inversión, evaluar la rentabilidad esperada y orientar estrategias de actualización tecnológica en plantas cerámicas.

Figura 2. *Inversión Promedio por Tipo de Tecnología.*



Fuente: Elaboración propia basado en tablas y anuarios estadísticos de ASCER (2021).

Reducción del costo por pieza: tecnologías clave identificadas

Diversos estudios coinciden en que tres tipos de tecnologías son responsables de la mayor parte de los beneficios económicos:

Tabla 2. *Tecnologías Identificadas en el Sector Cerámico y su Beneficio Industrial.*

Tipo de Tecnología	Beneficio Económico Directo	Fuente
Vaciado de alta presión	Reducción del costo por pieza	Greene, M.P. (2022)
Robotica en esmaltado	Reducción del tiempo y de mano de obra	Escardino (2001)
Hornos de alta eficiencia térmica	Ahorro energético del 20–35% por unidad	Monfort et al. (2012)
Reutilización de residuos cerámicos	Menor consumo de materias primas y energía	Trilles-Lázaro & Allepuz (2011)

Fuente: Elaboración propia basado en Monfort et al. (2012), Escardino (2001) y Trilles-Lázaro & Allepuz (2011).

Monfort et al. (2012) analiza fábricas de baldosas en España y Brasil donde la adopción de hornos inteligentes con control térmico automatizado permitió reducir el consumo energético por m² de cerámica en hasta un 35%.

Estos resultados son extrapolables al contexto mexicano, donde la energía representa uno de los componentes más costosos del proceso cerámico.

La siguiente tabla presenta las opiniones de ejecutivos de las principales empresas de la industria cerámica, ubicadas en los estados de Tlaxcala, Ciudad de México, Aguascalientes, San Luis Potosí y Nuevo León. Las opiniones fueron recabadas mediante entrevistas directas, utilizando una escala de Likert para clasificar y dimensionar las respuestas, donde el valor 5 representa el mayor impacto en el costo por pieza (productividad).

Los ejecutivos fueron seleccionados por conveniencia, y los resultados cualitativos representan un estudio preliminar exploratorio, sin embargo, de alguna manera ayuda a ofrecer datos importantes acerca de la ventaja o no que representa el uso de la tecnología en favor de mantener y aumentar la competitividad del sector. El total de ejecutivos entrevistado fueron siete. Todos con puestos de gerencia alta y/o dirección.

Tabla 3. Evaluación en Escala de Lickert siendo 5 el elemento de Mayor Importancia y 1 el de menor.

Tipo de Tecnología	Beneficio Económico Directo	Evaluación	Retorno de inversión
Vaciado de alta presión	Reducción del costo por pieza	3	2
Robotica en esmaltado	Reducción del tiempo y de mano de obra	4	4
Hornos de alta eficiencia térmica	Ahorro energético del 20–35% por unidad	5	5
Reutilización de residuos cerámicos	Menor consumo de materias primas y energía	5	5

Fuente: Elaboración propia basado en Monfort et al. (2012), Escardino (2001) y Trilles-Lázaro & Allepuz (2011).

Análisis económico comparado: antes y después de la innovación

Los casos analizados indican que la inversión inicial en tecnología se amortiza en un promedio de 2 a 3 años, dependiendo del tamaño de la empresa. Este dato se obtuvo mediante análisis de retorno de inversión (ROI) reportado en estudios como el de Córdoba Enríquez (2022), quien estudió fábricas que lograron reducir su costo por pieza entre un 15 y un 28% mediante eficiencia térmica y reducción de desperdicios.

Además, Tortajada y Fernández de Lucio (2008) explican que los beneficios no son solo internos, sino que la innovación tecnológica mejora la posición competitiva de la empresa en mercados nacionales e internacionales, al permitir ofrecer productos más consistentes y a menor precio.

Barreras estructurales en las PYMES cerámicas

A pesar del avance tecnológico registrado en algunas empresas del sector, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) cerámicas enfrentan múltiples barreras estructurales que limitan su capacidad para adoptar tecnologías avanzadas. Estas barreras no sólo afectan su productividad, sino también su sostenibilidad a largo plazo y acceso a mercados internacionales.

Entre los obstáculos más relevantes identificados en este estudio destacan:

Acceso limitado al financiamiento: Las PYMES enfrentan mayores restricciones para acceder a créditos bancarios o programas de inversión en tecnología. La falta de garantías, historial crediticio limitado y escaso conocimiento de programas de apoyo impiden muchas veces renovar maquinaria o implementar mejoras digitales.

Déficit en capacitación técnica: En contraste con las grandes empresas que cuentan con departamentos de ingeniería o innovación, las PYMES carecen de personal especializado en automatización, eficiencia energética o economía circular. Esto las obliga a depender de proveedores externos, lo que encarece la adopción y limita la apropiación tecnológica.

Resistencia al cambio organizacional: Factores culturales como la aversión al riesgo, la desconfianza en la tecnología o el apego a métodos tradicionales frenan la innovación. En particular, en unidades productivas familiares o de larga trayectoria artesanal, se observa una reticencia a alterar procesos que, aunque ineficientes, son considerados parte de la identidad del negocio.

Escasa vinculación institucional: Existe una baja articulación entre estas empresas y actores clave del ecosistema de innovación, como universidades, centros de investigación o agencias gubernamentales. Esto impide la transferencia de conocimiento, el acceso a asesoría técnica y la construcción de redes de apoyo.

Los testimonios obtenidos durante las entrevistas con directivos confirman que, aunque reconocen los beneficios potenciales de la innovación tecnológica, la mayoría de las PYMES priorizan inversiones operativas de corto plazo. Además, expresan incertidumbre frente al retorno de inversión, lo cual retrasa decisiones estratégicas de modernización.

Para cerrar esta brecha estructural, se requiere una estrategia diferenciada que tome en cuenta la realidad operativa y financiera de estas empresas. Las políticas públicas deben enfocarse en facilitar el acceso a tecnologías escalables, impulsar la formación técnica accesible y fortalecer mecanismos de vinculación local entre industria y academia.

Comparación internacional: Aprendizajes para-México

España e Italia, líderes históricos en cerámica, han logrado mantener su competitividad mundial gracias a la innovación continua en procesos industriales. Según Blundo, D., et al (2019), estas industrias no solo adoptan tecnología, sino que integran investigación y desarrollo, diseño y políticas públicas de apoyo a la automatización. México, en cambio, aún depende en gran medida de tecnologías tradicionales y mano de obra intensiva, lo que repercute directamente en el costo por pieza y en la dificultad para exportar competitivamente.

Implicaciones económicas y oportunidades de mejora

Los resultados sugieren que la innovación tecnológica es una vía comprobada para optimizar los costos de producción en la industria cerámica mexicana. Las implicaciones económicas son claras:

- Reducción del costo por pieza
- Mayor rentabilidad y recuperación de inversión
- Apertura a nuevos mercados (exportación, sostenibilidad)
- Adaptación a estándares ambientales internacionales

Sin embargo, persisten retos estructurales: el financiamiento limitado, la resistencia al cambio en sectores artesanales, y la falta de acceso a capacitación técnica. Superar estas barreras requerirá políticas públicas de apoyo, alianzas con universidades y una visión empresarial moderna.

Tabla 3. *Evolución Tecnológica e Impacto en la Economía de la Producción.*

Tecnología implementada	Área de aplicación	Impacto económico directo	Fuente / Estudio
Hornos de alta eficiencia térmica	Cocción	Reducción de consumo energético hasta 35%	Monfort et al. (2012)
Automatización de proceso de esmaltado	Acabado superficial	Menor tiempo de producción, reducción de mano de obra	Escardino (2001), Blundo, D., et al. (2019)
Reutilización de residuos cerámicos	Materia prima	Ahorro en insumos, menor desperdicio	Trilles-Lázaro & Allepuz (2011)
Sistemas de control digital de procesos	Línea de producción complete	Mayor precisión, menor tasa de error	Carro-Suárez & Sarmiento (2017)
Reciclaje térmico y recuperación de calor	Energía y sostenibilidad	Recuperación energética de hasta 20%	Córdoba Enríquez (2022)
Programas de gestión energética	Consumo integral (agua/energía)	Reducción del costo total de operación entre 15–28%	Suárez & Ignacio (2021), Estrada Mesa (2017)

Fuente: Elaboración propia basado en Córdoba Enríquez (2022).

Comparación intersectorial: aprendizajes desde otros sectores manufactureros

La industria cerámica mexicana comparte desafíos comunes con otros sectores manufactureros que también están transitando hacia modelos de producción digitalizados, sostenibles y competitivos. Analizar cómo otros sectores han enfrentado procesos de transformación tecnológica puede ofrecer lecciones valiosas para diseñar estrategias de modernización adaptadas al contexto cerámico.

Un ejemplo relevante es la industria agroalimentaria, particularmente en el procesamiento de alimentos y bebidas, donde pequeñas y medianas empresas han logrado incorporar tecnologías de automatización y trazabilidad gracias a políticas públicas de apoyo, esquemas de crédito productivo, y programas de formación técnica promovidos por universidades tecnológicas. A diferencia del sector cerámico, donde el conocimiento técnico especializado es escaso, el sector agroindustrial ha avanzado en la creación de centros de transferencia tecnológica locales que sirven de puente entre la investigación aplicada y la práctica empresarial.

Otro caso destacable es la industria textil y del calzado, la cual ha enfrentado presiones similares por parte de mercados asiáticos. En estados como Guanajuato o Puebla, se han implementado consorcios

tecnológicos y laboratorios de diseño asistido por computadora (CAD) que han permitido a las PYMES modernizar procesos sin perder su identidad artesanal. Esto demuestra que es posible articular innovación y tradición, una lección directamente aplicable a regiones cerámicas como Dolores Hidalgo o Tlaxcala.

Ambos sectores comparten con la industria cerámica la necesidad de transitar hacia modelos de producción más eficientes, sostenibles y orientados a mercados globales. Sin embargo, han logrado avances más acelerados gracias a una combinación de factores: incentivos gubernamentales más claros, mayor inversión en I+D, y redes colaborativas de innovación más activas.

Para el sector cerámico, replicar estos aprendizajes podría implicar: Fomentar clústeres regionales con infraestructura compartida, desarrollar centros técnicos de innovación con énfasis en energía, materiales y automatización, implementar políticas diferenciadas por tamaño de empresa y nivel de madurez tecnológica. Estas estrategias permitirían reducir la brecha tecnológica que actualmente separa a la cerámica mexicana de competidores internacionales como España, Italia o China, y facilitar una transformación gradual pero sostenible del sector.

Impactos proyectados en el largo plazo y sostenibilidad industrial

Si bien los beneficios inmediatos de la innovación tecnológica en la industria cerámica mexicana han sido evidenciados en términos de reducción de costos, mejora en la eficiencia energética y retorno de inversión en 2 a 4 años, es fundamental proyectar su potencial transformador en el mediano y largo plazo. Esta perspectiva resulta crucial para comprender la viabilidad sistémica y sostenibilidad del modelo productivo emergente.

Desde una dimensión económica, la automatización, la digitalización de procesos y el uso eficiente de recursos permitirán a las empresas cerámicas consolidarse en mercados internacionales más exigentes, particularmente aquellos regulados por normas ambientales y de calidad, como la Unión Europea. La estandarización que ofrece la tecnología reduce la variabilidad en la calidad de los productos, mejora la trazabilidad y permite adaptarse con mayor agilidad a las demandas del mercado global.

A nivel organizacional, las tecnologías avanzadas promueven la creación de capacidades dinámicas que fortalecen la cultura de innovación dentro de las empresas. La inversión en tecnología no solo moderniza equipos, sino que también impulsa la profesionalización del capital humano, generando perfiles técnicos especializados y nuevos esquemas de gestión industrial basados en datos.

En cuanto al impacto ambiental, la consolidación de prácticas de economía circular —como la valorización de residuos cerámicos, el reciclaje térmico y la gestión eficiente del agua— permitirá reducir significativamente la huella ecológica de las empresas. A largo plazo, estas estrategias posicionan al sector como un referente en producción limpia y responsable, con ventajas reputacionales y normativas.

La sostenibilidad proyectada del sector dependerá, sin embargo, de su capacidad para institucionalizar el cambio tecnológico, es decir, integrar la innovación como parte de la cultura productiva cotidiana y no como una respuesta puntual ante presiones externas. En este sentido, el rol del Estado, de las universidades y de las asociaciones industriales será clave para acompañar, financiar y escalar estas transformaciones.

Por tanto, la apuesta tecnológica de hoy no sólo busca hacer más eficiente la producción cerámica actual, sino también garantizar su resiliencia económica, ambiental y social a futuro, asegurando su lugar en un mercado global cada vez más competitivo y regulado.

Conclusiones

La presente investigación permite concluir que la innovación tecnológica representa un factor determinante para el fortalecimiento competitivo de la industria cerámica en México. A través del análisis de casos específicos, se ha demostrado que la incorporación de tecnologías como hornos de alta eficiencia térmica, robótica en procesos de esmaltado y sistemas de reutilización de residuos ha generado impactos económicos directos y significativos. Entre estos, destaca la reducción del costo por unidad producida, la mejora en la eficiencia energética y la optimización del uso de materias primas, lo que redunda en una mayor rentabilidad para las empresas del sector.

La evidencia empírica muestra que el retorno de inversión en tecnología puede lograrse en un período de 2 a 4 años, lo cual hace viable y atractiva la adopción de estos sistemas, particularmente para las empresas grandes. Sin embargo, se reconoce que muchas unidades productivas, especialmente medianas y pequeñas, aún enfrentan serias limitaciones estructurales para acceder a estos recursos. Las principales barreras identificadas incluyen la falta de financiamiento, el rezago en la capacitación técnica y una débil articulación con centros de innovación tecnológica.

Asimismo, se identificó que la modernización tecnológica no solo debe centrarse en el aspecto productivo, sino que debe ir acompañada de una visión integral que considere la sustentabilidad ambiental, la economía circular y la responsabilidad social. La adopción de tecnologías limpias y la implementación de prácticas como el reciclaje térmico, el reaprovechamiento de aguas industriales y la valorización de residuos, permiten cumplir con normativas ambientales internacionales y abrir nuevos mercados, particularmente en regiones donde los estándares ecológicos son exigentes.

Comparativamente, países como España e Italia han logrado mantener su liderazgo global gracias a una estrategia de innovación continua, respaldada por políticas públicas sólidas, inversiones en I+D, y una estrecha vinculación entre academia, empresa y gobierno. Para cerrar la brecha de competitividad, México debe avanzar en esta dirección, generando condiciones institucionales que faciliten la adopción tecnológica y fomenten una cultura de innovación permanente.

En síntesis, el futuro de la industria cerámica mexicana dependerá de su capacidad para transformarse tecnológicamente, sin perder su identidad cultural. La innovación debe convertirse en una herramienta estratégica para consolidar su presencia en el mercado nacional e internacional, incrementar el valor agregado de sus productos y garantizar su sostenibilidad económica y ambiental a largo plazo.

Recomendaciones para la modernización tecnológica del sector cerámico

A partir de los hallazgos obtenidos, se proponen acciones concretas para acelerar la adopción tecnológica en la industria cerámica mexicana, atendiendo a las particularidades de su estructura productiva y niveles de madurez tecnológica.

Sector empresarial

Implementar tecnologías escalables: Se recomienda iniciar por tecnologías de bajo riesgo y alto impacto, como hornos de alta eficiencia, sistemas básicos de automatización, y reutilización de residuos cerámicos. Estas soluciones permiten mejoras inmediatas con inversiones moderadas.

Realizar diagnósticos energéticos y tecnológicos periódicos: Las empresas deben adoptar instrumentos de evaluación técnica para identificar puntos críticos en consumo energético, uso de materiales y desperdicios. Esto permite planificar inversiones de forma estratégica.

Generar consorcios entre empresas para compras conjuntas de tecnología: Las PYMES pueden asociarse para adquirir colectivamente equipos o servicios tecnológicos, reduciendo costos unitarios y compartiendo riesgos.

Desarrollar indicadores de retorno de inversión (ROI) específicos para innovación, que permitan justificar decisiones ante socios, inversionistas o juntas directivas.

Sector público (Gobierno federal y estatal)

Diseñar programas de incentivos fiscales y créditos verdes: Se propone implementar estímulos fiscales para empresas que adopten tecnologías limpias, así como líneas de financiamiento específicas para modernización tecnológica en PYMES, con tasas subsidiadas.

Crear Centros Regionales de Innovación Cerámica: Inspirados en modelos internacionales, estos centros ofrecerían servicios de asesoría técnica, pruebas de tecnología, formación continua, y vinculación con proveedores nacionales e internacionales.

Incluir al sector cerámico en programas de transformación digital: Iniciativas como “México Digital” o “Impulso a la Industria 4.0” deben contemplar líneas de acción específicas para industrias creativas y manufactureras tradicionales como la cerámica.

Establecer normativas de sostenibilidad gradual: Diseñar estándares progresivos de eficiencia energética, gestión de residuos y economía circular adaptados a la capacidad de cumplimiento de cada tipo de empresa, para evitar la exclusión de actores más vulnerables.

Academia e instituciones científicas

Diseñar diplomados y talleres especializados en tecnología cerámica aplicada: En alianza con cámaras industriales y municipios, las universidades pueden ofrecer formación técnica asequible para operarios, ingenieros y emprendedores del sector.

Fomentar proyectos de innovación aplicada con estudiantes: A través de prácticas profesionales, tesis y estancias de investigación, se puede acercar a los jóvenes al contexto real del sector, generando soluciones a problemas concretos de producción, diseño o eficiencia.

Documentar y divulgar casos de éxito: La creación de repositorios de buenas prácticas nacionales facilitará el aprendizaje colectivo, inspirará a nuevos emprendedores y fortalecerá el prestigio del sector ante actores externos.

Estas acciones, coordinadas entre el sector productivo, las instituciones públicas y el ámbito académico, pueden generar un ecosistema de innovación más robusto, equitativo y sostenible, alineado con las demandas del mercado global y los compromisos ambientales actuales.

Referencias

- Albors, J., & Hervás, J. L. (2006). *Contingent adoption of production technology in the Spanish tile ceramic cluster: An empirical study*. Boletín Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. <https://www.researchgate.net/publication/286290692>
- Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos (ASCER). (2021). Informe económico del sector cerámico. <https://ascer.es>
- Blundo, D., García-Muiña, F. E., Pini, M., Volpi, L., Siligardi, C., & Ferrari, A. M. (2019). Sustainability as source of competitive advantages in mature sectors: The case of Ceramic District of Sassuolo (Italy). *Smart and Sustainable Built Environment*, 8(1), 53–79. <https://doi.org/10.1108/SASBE-07-2018-0038>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Brown, F., & Domínguez, L. (1989). Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación. Comercio Exterior. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/172/4/RCE4.pdf>
- Cámara Nacional de la Industria Cerámica (CANICERAM). (2022). *Informe sectorial sobre producción de sanitarios en México*. Recuperado de <https://www.caniceram.org.mx>
- Carro-Suárez, J., & Sarmiento-Paredes, S. (2017). Transformación digital en la cerámica de Tlaxcala: Casos de innovación en procesos. *Revista de Innovación y Tecnología*, 5(1), 65–80.
- Carro-Suárez, J., & Sarmiento-Paredes, S. (2019). *Cerámica 4.0: la transformación digital del sector cerámico*. Comunicación Científica. <https://comunicacion-cientifica.com/doi/cc235/235-04.pdf>
- Gabaldón Estevan, D., & Tortajada Esparza, E. (2008). *La evolución tecnológica del distrito cerámico de Castellón*. Universitat de València. <https://roderic.uv.es/handle/10550/54233>
- García-Muiña, F. E., González-Sánchez, R., Ferrari, A. M., & Settembre-Blundo, D. (2020). The paradigmatic shift towards sustainability in the ceramic tile industry: A system dynamics approach. *Sustainability*, 12(5), 1727. <https://doi.org/10.3390/su12051727>
- Greene, M.P. (2022). Pressure Casting Sanitaryware. *Ceramic Forum International*. 81(11): E37-E38. <https://www.cfi.de/technologies-and-materials/sanitaryware/>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

- Industria cerámica: Una apuesta por la economía circular. *Revista Dyna*, 92(1), 58–65. <https://doi.org/10.6036/84761>
- INEGI. (2023). *Estadísticas a propósito de la industria manufacturera de productos de cerámica*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx>
- INEGI. (2025). *Proyección estadística de exportaciones e importaciones de cerámica sanitaria en México (2014–2025) mediante modelo ARIMA*. Método de Análisis XLSTAT.
- Katz, J. (1998). *Aprendizaje tecnológico ayer y hoy*. Revista de la CEPAL. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/12124/0NE063075_es.pdf
- Mendoza, J. (2001). *Crecimiento y especialización en la región Saltillo-Ramos Arizpe*. Comercio Exterior. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/38/11/RCE.pdf>
- Molina-Moreno, V., Leyva-Díaz, J. C., & Argudo-García, J. J. (2017). *Valorización de lodos en la industria cerámica: una apuesta por la economía circular*. *Revista Dyna*, 92(1), 58–65. <https://www.revistadyna.com/Articulos/Ficha.aspx?idMenu=685d6261-5410-4e92-82d3-70c3bb2fb33b&Cod=8476>
- Muñoz-Macias, J., Espinosa-Mendez, L. F., & Muñoz-Muñoz, M. (2025). Prácticas de Economía Circular en las Empresas Manufactureras de Aguascalientes. *Vinculatégica EFAN*, 11(2), 62–77. <https://doi.org/10.29105/vtga11.2-1034>
- Sánchez, E., Criado, E., & Regueiro, M. (2004). *La industria cerámica española ante un cambio de ciclo*. Boletín Sociedad Española de Cerámica y Vidrio. <https://www.researchgate.net/publication/242393957>
- Taisch, M., Sassanelli, C., & Terzi, S. (2021). Digital transformation and competitiveness in the manufacturing sector: A case study from the ceramic industry. *Procedia CIRP*, 100, 385–390. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.079>
- Zuluaga, O. A. (2014). *Análisis del uso de la energía en la industria cerámica*. Instituto Tecnológico Metropolitano. <http://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/6620>