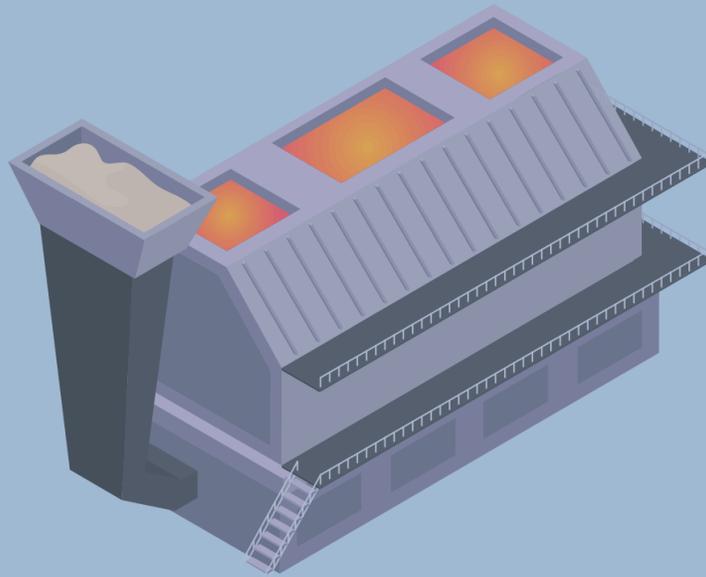


PROCESOS Y PRODUCTOS DE VIDRIO Y CERÁMICA



TEMARIO OFICIAL ACTUALIZADO

1. El sector vidriero. Características socio-económicas. Estructura organizativa, funcional y tecnológica de las empresas. Evolución de las tecnologías de fabricación.

Introducción

El sector vidriero representa una de las actividades industriales más antiguas y especializadas de la humanidad, con una notable evolución desde sus orígenes artesanales hasta las actuales líneas de producción automatizadas de alta tecnología. En la economía actual, esta industria desempeña un papel esencial no solo como proveedor de materiales fundamentales en sectores como la construcción, la automoción, el envasado o la energía solar, sino también como motor de innovación en campos emergentes como la electrónica flexible o el vidrio inteligente. Su impacto económico es significativo, con una presencia destacada en el tejido industrial de numerosas comunidades autónomas, generando empleo cualificado y aportando a la balanza comercial a través de las exportaciones.

Desde el punto de vista social, el sector vidriero está estrechamente vinculado al desarrollo sostenible, dada la naturaleza reciclable del vidrio y los esfuerzos constantes por optimizar los procesos de fabricación desde una perspectiva energética y medioambiental. El empleo en esta industria exige una preparación técnica rigurosa y actualizada, lo que convierte a la Formación Profesional en un instrumento estratégico para garantizar la cualificación del personal técnico especializado y la adaptación a los nuevos retos tecnológicos y organizativos.

En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. Esta premisa se convierte en un eje vertebrador para los programas formativos vinculados a la industria del vidrio, favoreciendo el aprendizaje técnico aplicado, la innovación productiva y la capacidad de adaptación a las transformaciones del entorno industrial.

La comprensión del sector vidriero desde una perspectiva integral implica analizar no solo sus características productivas y tecnológicas, sino también su estructura organizativa, las dinámicas de mercado, la evolución de sus procesos de fabricación y su inserción dentro del marco de desarrollo industrial sostenible. A ello se suma la necesidad de conocer los cambios que han experimentado las tecnologías aplicadas al vidrio a lo largo del tiempo, desde las técnicas tradicionales hasta la incorporación de automatización, control digital y nuevos materiales.

Por todo ello, abordar el estudio del sector vidriero y su evolución tecnológica permite contextualizar de manera adecuada las necesidades formativas en la especialidad de Procesos y Productos de Vidrio y Cerámica, ofreciendo una base sólida para entender el entorno profesional en el que el alumnado deberá desenvolverse. A continuación, se desarrollarán los

aspectos más relevantes que configuran la estructura, el funcionamiento y la proyección tecnológica de esta industria clave para la economía productiva.

El sector vidriero

El sector vidriero constituye un pilar fundamental dentro de la industria manufacturera debido a la versatilidad de sus productos, su carácter estratégico en múltiples cadenas de valor y su impacto ambiental positivo, derivado de la alta reciclabilidad de sus materiales. La actividad industrial relacionada con el vidrio abarca desde la extracción y tratamiento de materias primas hasta los procesos de fusión, conformado, acabado y control de calidad, abarcando una diversidad de aplicaciones que incluyen envases, construcción, automoción, energía, óptica y tecnologías avanzadas. Su análisis requiere una aproximación integral que contemple la naturaleza del material, los tipos de productos que genera, las tecnologías implicadas y su encaje en el sistema productivo.

Composición y características del vidrio

El vidrio es un material inorgánico de origen mineral, no metálico, que se caracteriza por presentar una estructura amorfa, es decir, sin un orden cristalino definido. Esta condición le confiere propiedades ópticas y mecánicas específicas, como la transparencia, la dureza superficial, la resistencia química y térmica, así como la maleabilidad durante su conformado térmico. Su principal componente es el dióxido de silicio (SiO_2), al que se añaden fundentes como el carbonato sódico (Na_2CO_3) y estabilizantes como la caliza (CaCO_3), modificando su punto de fusión y sus propiedades mecánicas y térmicas.

Existen diferentes tipos de vidrio en función de su composición química y sus usos: vidrio sodocálcico (el más común, empleado en envases y ventanas), vidrio borosilicato (resistente al choque térmico, utilizado en laboratorios), vidrio de plomo (de gran densidad óptica, usado en cristalería fina y pantallas), o vitrocerámicos (estructuras parcialmente cristalinas con alta resistencia térmica). Esta variedad permite que el sector vidriero se diversifique ampliamente según la demanda industrial y comercial.

Clasificación industrial del sector vidriero

Desde una perspectiva productiva, el sector vidriero se clasifica habitualmente en cinco grandes subsectores:

1. **Vidrio para envases:** Botellas, tarros y frascos utilizados en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Es uno de los subsectores más automatizados y altamente recicladores.
2. **Vidrio plano:** Utilizado en la construcción (ventanas, fachadas, aislamientos) y en la industria automovilística (parabrisas y lunas), incluye productos como el vidrio flotado,

templado o laminado.

3. **Fibra de vidrio:** Empleada en aislamiento térmico y acústico, refuerzo de plásticos y construcción naval o aeronáutica. Se fabrica mediante extrusión y técnicas de hilado.
4. **Vidrio técnico o especial:** Englobando productos para la óptica, instrumentos de laboratorio, pantallas, microelectrónica y biotecnología.
5. **Cristalería artística y decorativa:** Incluye desde manufacturas artesanas hasta diseño industrial de alta gama.

Cada subsector presenta características específicas en cuanto a procesos, normativas técnicas, requisitos de calidad y demanda energética, por lo que el conocimiento detallado de cada uno resulta imprescindible para el desarrollo profesional en el área.

Principales procesos industriales

El ciclo de producción del vidrio comienza con la preparación de las materias primas y su dosificación controlada. A continuación, el proceso de fusión se realiza en hornos a temperaturas que superan los 1500 °C, dando lugar a una masa viscosa que se moldea por técnicas como prensado, soplado, estirado o flotado, según el tipo de producto final.

Posteriormente, el vidrio se somete a tratamientos térmicos como el recocido, que elimina tensiones internas, y a procesos de acabado, como el corte, pulido, templado o serigrafiado. Finalmente, se realiza un riguroso control de calidad, tanto visual como mediante equipos automatizados, y el empaquetado adecuado para su distribución.

Un aspecto destacado es la creciente incorporación de tecnologías de automatización, sensorización y control digital en los procesos, lo que permite mayor precisión, reducción de residuos, ahorro energético y trazabilidad completa del producto.

Sostenibilidad y economía circular

El vidrio es uno de los materiales más sostenibles del panorama industrial, debido a su capacidad de reciclaje ilimitado sin pérdida de calidad. Este proceso, conocido como "calcín", consiste en reutilizar vidrio postconsumo como materia prima secundaria, lo que permite reducir hasta en un 30% el consumo energético y disminuir las emisiones de CO₂ en los hornos.

La legislación ambiental europea y nacional impulsa activamente el reciclado de vidrio, situando al sector como un referente en economía circular. Esta dimensión sostenible se refuerza con la investigación en nuevos hornos de fusión híbridos (eléctrico-gas), el uso de energías renovables y la reducción de la huella de carbono en los procesos logísticos y de envasado.

Relevancia en la economía industrial

El sector vidriero español mantiene una posición competitiva en el contexto europeo, tanto por volumen de producción como por capacidad exportadora, especialmente en vidrio de envases y vidrio plano. Se trata de una industria intensiva en capital y energía, pero también generadora de empleo técnico especializado, lo que refuerza su importancia como campo de inserción laboral cualificada para los titulados de Formación Profesional.

Su implantación territorial se concentra en comunidades con tradición industrial consolidada, y su papel en sectores clave como la construcción sostenible, la industria alimentaria o la transición energética, asegura su presencia en las estrategias de desarrollo económico a medio y largo plazo.

El conocimiento detallado del sector vidriero permite al alumnado de Formación Profesional comprender el entorno productivo en el que desarrollarán su actividad, identificar oportunidades de especialización técnica y participar de forma activa en la modernización de procesos, como se profundizará a continuación al examinar la estructura organizativa, tecnológica y socioeconómica de las empresas del sector.

Características socio-económicas. Estructura organizativa, funcional y tecnológica de las empresas

La industria vidriera presenta un perfil socioeconómico y organizativo fuertemente determinado por su carácter energético, su integración vertical y su vinculación con sectores estratégicos como la construcción, la automoción, el embalaje o la energía. Las empresas de este sector combinan tradición y tecnología en un marco altamente competitivo, influenciado por las exigencias del mercado global, la presión ambiental y la necesidad constante de innovación en producto y proceso. Comprender la estructura y funcionamiento interno de estas empresas permite contextualizar la actividad profesional del alumnado de Formación Profesional en un entorno técnico complejo y en transformación.

Contexto socioeconómico del sector vidriero

Desde el punto de vista socioeconómico, la industria del vidrio constituye un motor de desarrollo regional en diversas zonas de España, donde se concentra buena parte de su actividad productiva, generando empleo directo en plantas de fabricación e indirecto en actividades logísticas, comerciales y de servicios auxiliares. Esta industria demanda perfiles cualificados y especializados, lo que refuerza su relación con la Formación Profesional como vía prioritaria para la cualificación técnica de sus trabajadores.

El sector está expuesto a dinámicas de mercado internacionales, sujetas a variaciones en el precio de la energía, las materias primas y los costes logísticos. A pesar de ello, mantiene una sólida estructura exportadora en productos de alto valor añadido, como envases especializados, vidrios técnicos y vidrio plano para arquitectura sostenible. Las políticas

públicas en materia de sostenibilidad y economía circular inciden positivamente en su crecimiento, mediante incentivos al reciclaje, la eficiencia energética y la digitalización industrial.

En el ámbito laboral, las empresas del sector suelen aplicar convenios colectivos específicos, con condiciones laborales estables, formación continua y alta tecnificación de los puestos de trabajo. La transformación digital está modificando los perfiles profesionales tradicionales, exigiendo competencias en automatización, mantenimiento avanzado y control de procesos informatizados.

Estructura organizativa de las empresas vidrieras

La organización interna de las empresas del sector vidriero responde a una estructura funcional, frecuentemente verticalizada, que integra diferentes áreas clave: producción, mantenimiento, calidad, logística, ingeniería, administración, comercialización y gestión ambiental. Esta estructura permite una gestión eficiente de los procesos, asegurando la trazabilidad, el control técnico y el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales.

En las grandes plantas industriales, se observa una clara separación entre áreas operativas (turnos de fabricación y mantenimiento) y áreas estratégicas (dirección técnica, I+D, planificación, recursos humanos), con esquemas jerárquicos claramente definidos y herramientas de gestión integradas como ERP (Enterprise Resource Planning) o MES (Manufacturing Execution Systems).

En cambio, las pequeñas y medianas empresas (PYMEs), muy representadas en la cristalería decorativa o el vidrio artístico, presentan estructuras más flexibles y transversales, con un grado elevado de polivalencia entre los trabajadores, lo que favorece la rápida adaptación a demandas de personalización del producto.

La comunicación entre los distintos niveles jerárquicos y funcionales se basa en protocolos estandarizados, reuniones técnicas periódicas y el uso de plataformas digitales de seguimiento de indicadores de producción, calidad y seguridad.

Funcionalidad interna y flujos operativos

La funcionalidad de una empresa vidriera se articula en torno a una cadena de valor industrial que abarca desde el aprovisionamiento de materias primas y la preparación de mezclas, hasta la distribución del producto acabado. Este flujo operativo está segmentado en áreas como:

- **Fusión y conformado:** Núcleo térmico y productivo donde el vidrio se funde y moldea. Requiere personal cualificado en operación de hornos, control de temperaturas, y manejo de líneas automáticas.
- **Tratamientos térmicos y acabados:** Incluye procesos de recocido, templado, serigrafía, corte o ensamblaje. Las competencias técnicas en esta etapa son

fundamentales para garantizar propiedades funcionales del producto.

- **Control de calidad:** Se realiza mediante inspección visual, sistemas de visión artificial y análisis físico-químico. La digitalización ha incrementado la trazabilidad y fiabilidad del proceso.
- **Logística interna y externa:** Movilización de materiales, almacenamiento automatizado y gestión de pedidos forman parte de esta función, cada vez más conectada con sistemas digitales.
- **Servicios de apoyo:** Comprenden mantenimiento industrial, laboratorio, seguridad, medioambiente, prevención de riesgos laborales y formación interna, áreas transversales críticas para la sostenibilidad operativa.

Los procesos están cada vez más interconectados a través de redes industriales (IoT), lo que permite un control en tiempo real de los parámetros de producción y facilita la toma de decisiones basada en datos.

Infraestructura tecnológica y nivel de automatización

La infraestructura tecnológica de las empresas vidrieras varía significativamente en función del subsector y del tamaño de la empresa. En general, las grandes instalaciones industriales cuentan con tecnología de última generación en hornos de fusión, líneas de conformado y sistemas robotizados para embalaje y paletizado. Destacan:

- **Hornos regenerativos y eléctricos:** Con sistemas de control térmico por PLC (controladores lógicos programables) y sensores de consumo energético.
- **Líneas de producción automatizadas:** Con estaciones de inspección visual por cámaras, brazos robóticos para manipulación y maquinaria CNC para cortes de precisión.
- **Sistemas de gestión de producción (MES):** Que permiten planificar, supervisar y ajustar en tiempo real los flujos de trabajo, la eficiencia y la calidad.
- **Tecnologías de simulación y modelado:** Utilizadas en diseño de moldes, análisis térmico y optimización de procesos de enfriamiento o templado.

La transición hacia la Industria 4.0 se encuentra avanzada en los subsectores más tecnificados, como el vidrio para automoción o arquitectura inteligente, mientras que otros, como la cristalería artesanal, preservan técnicas manuales, combinadas con mejoras tecnológicas selectivas.

La implementación de tecnologías sostenibles (hornos híbridos, combustibles alternativos, eficiencia energética) está en expansión, impulsada por las regulaciones ambientales y la presión de los mercados internacionales por reducir la huella de carbono industrial.

La comprensión de estos elementos estructurales y tecnológicos proporciona al alumnado una visión realista de los entornos productivos donde podrán aplicar sus competencias. Además, les prepara para asumir funciones técnicas en un entorno industrial exigente, que será objeto de análisis más detallado al examinar la evolución histórica y tecnológica de los procesos de fabricación del vidrio.

Evolución de las tecnologías de fabricación

La evolución tecnológica en la industria vidriera ha estado marcada por una constante búsqueda de eficiencia, calidad, sostenibilidad y adaptación a nuevas demandas funcionales y estéticas del mercado. Desde sus orígenes artesanales hasta los actuales entornos de producción digitalizados, el proceso de fabricación del vidrio ha experimentado transformaciones profundas que han modificado por completo las condiciones técnicas, organizativas y medioambientales de la actividad industrial. Analizar esta evolución permite entender no solo cómo ha cambiado la técnica, sino también cómo se ha redefinido el papel de los profesionales en el sector, exigiendo una cualificación cada vez más especializada.

De la producción artesanal a la industrialización mecánica

Durante siglos, la fabricación del vidrio fue una actividad manual, basada en técnicas de soplado, moldeado y recocido con hornos de leña o carbón. Estos procesos, propios de talleres artesanales, permitían una producción limitada y altamente dependiente de la destreza del operario. Fue en el siglo XIX cuando comenzaron a consolidarse las primeras transformaciones industriales, impulsadas por la revolución del vapor y la mecanización progresiva del conformado del vidrio.

La invención de la máquina de soplado semiautomático por Michael Owens en 1898 marcó un hito en la fabricación de envases de vidrio, al permitir una producción masiva, uniforme y económica. Este avance tecnológico inauguró la era de la mecanización en el sector, con la proliferación de líneas de producción rotativas y el uso de moldes metálicos estandarizados.

Automatización y control de procesos en el siglo XX

La segunda mitad del siglo XX trajo consigo un salto cualitativo en la tecnología de fabricación del vidrio, con la incorporación de sistemas de control automatizado, hornos regenerativos de gas y la generalización del vidrio flotado. Este último, desarrollado por Sir Alastair Pilkington en los años 50, permitió producir láminas de vidrio plano de gran tamaño y calidad óptica superior mediante el vertido del vidrio fundido sobre un baño de estaño líquido.

La automatización alcanzó también a los procesos de corte, templado, curvado y ensamblaje, con el empleo de controladores lógicos programables (PLC) y sensores que mejoraron notablemente la precisión y la seguridad. En paralelo, se fortaleció la integración vertical de los procesos, desde el tratamiento de materias primas hasta la logística de producto terminado, configurando fábricas altamente especializadas y coordinadas.

El desarrollo de la fibra de vidrio, la aparición de vidrios especiales (laminados, blindados, autolimpiables, fotoeléctricos) y la incorporación de tratamientos térmicos y químicos avanzados marcaron una diversificación tecnológica sin precedentes, ampliando las aplicaciones del vidrio a sectores como la aeronáutica, la óptica, la energía solar o la electrónica.

Digitalización e Industria 4.0

En la actualidad, el sector se encuentra inmerso en una profunda transformación digital impulsada por la llamada Industria 4.0. Esta nueva etapa se caracteriza por la conexión en red de sistemas físicos y digitales, con tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, la simulación de procesos, la robótica colaborativa y el big data aplicado al control de producción.

Los hornos de última generación incorporan sistemas de gestión energética inteligentes que optimizan el consumo en tiempo real, mientras que las líneas de fabricación están equipadas con estaciones de inspección automatizada basadas en visión artificial y algoritmos de aprendizaje automático. La trazabilidad total del producto, desde la mezcla de materias primas hasta la expedición, es posible gracias a sistemas integrados de información (ERP/MES) y plataformas de análisis de datos en la nube.

Además, se están introduciendo tecnologías aditivas para la creación de moldes y prototipos, junto con soluciones de gemelo digital que permiten simular, predecir y mejorar los procesos sin necesidad de interrumpir la producción. Estas herramientas refuerzan la capacidad de respuesta de las empresas ante variaciones del mercado y exigencias de personalización, lo que se traduce en una fabricación más ágil, flexible y sostenible.

Innovación sostenible y desafíos tecnológicos

La evolución tecnológica del sector vidriero está cada vez más orientada a la sostenibilidad, en línea con las exigencias medioambientales nacionales e internacionales. La transición hacia hornos híbridos (eléctrico-gas), el uso de combustibles alternativos, la valorización del “calcín” (vidrio reciclado) como materia prima prioritaria y la implementación de sistemas de recuperación de calor residual son ejemplos de esta tendencia.

En el campo de los materiales, se desarrollan composiciones químicas con menor punto de fusión para reducir el consumo energético, así como nuevos recubrimientos funcionales (antirreflejo, fotocatalíticos, autolimpiables) que amplían la vida útil y el rendimiento de los productos. La investigación en nanotecnología y vidrios inteligentes con respuesta activa a

estímulos térmicos, ópticos o eléctricos abre también nuevas posibilidades para la arquitectura bioclimática, la domótica y la tecnología médica.

La capacitación del personal técnico se convierte así en un eje estratégico para afrontar estos desafíos. La Formación Profesional adquiere un papel central como vehículo para preparar a futuros profesionales capaces de operar, mantener y optimizar sistemas de fabricación complejos, con un enfoque integrado de seguridad, eficiencia y calidad.

A lo largo de este recorrido tecnológico, se han sentado las bases que permiten comprender la relevancia actual del sector vidriero y el papel que desempeñan las nuevas competencias en su consolidación. La reflexión final permitirá sintetizar la importancia de estos conocimientos en el marco de la Formación Profesional y su contribución al desarrollo de un modelo productivo más innovador, sostenible y competitivo.

Conclusión

El sector vidriero representa una de las actividades industriales más consolidadas y al mismo tiempo más dinámicas en términos de innovación tecnológica, sostenibilidad y diversificación productiva. A lo largo del tiempo, ha sabido evolucionar desde procesos artesanales hasta complejas líneas de producción automatizadas, adaptándose a los retos del mercado global, las exigencias medioambientales y las oportunidades tecnológicas. Este recorrido evidencia su relevancia no solo como industria transformadora, sino como referente en prácticas responsables dentro del tejido productivo.

Las características socioeconómicas del sector, fuertemente condicionadas por su capacidad de generar empleo cualificado, su implantación territorial estratégica y su creciente apuesta por la digitalización y la eficiencia energética, configuran un entorno profesional de alto valor para la empleabilidad del alumnado de Formación Profesional. La estructura organizativa y funcional de sus empresas, basada en una gestión técnica precisa y procesos integrados, constituye un marco idóneo para el desarrollo de competencias técnicas, transversales y digitales.

La evolución tecnológica del sector, marcada por hitos clave como la invención del vidrio flotado, la automatización industrial, la incorporación de la Industria 4.0 y la transición hacia modelos sostenibles, demuestra su capacidad de adaptación continua. Esta evolución requiere profesionales que no solo dominen los fundamentos del proceso productivo, sino que también sean capaces de interpretar datos, mantener sistemas automatizados, gestionar la calidad y participar en la mejora continua desde un enfoque colaborativo e interdisciplinar.

Desde la perspectiva educativa, el conocimiento profundo del sector vidriero permite diseñar propuestas didácticas contextualizadas, basadas en metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, simulaciones industriales o resolución de problemas. Estas propuestas no solo contribuyen a la adquisición de saberes técnicos, sino que fomentan el pensamiento crítico, la responsabilidad ambiental, la creatividad aplicada y el trabajo en equipo.

Además, el enfoque hacia la sostenibilidad y la innovación sitúa al sector vidriero en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en particular con aquellos vinculados a la producción y consumo responsables, la acción por el clima, la educación de calidad y el trabajo decente. La Formación Profesional, en este contexto, actúa como un puente entre el aprendizaje y la transformación social, proporcionando a los futuros técnicos las herramientas necesarias para contribuir de manera activa y consciente a un modelo económico más equitativo y resiliente.

En definitiva, la comprensión integral del sector vidriero y de sus transformaciones técnicas, organizativas y económicas permite valorar su impacto actual y potencial, así como la importancia de formar profesionales capaces de afrontar los desafíos del futuro industrial con solvencia técnica, compromiso ético y visión sostenible. Desarrollar estas competencias representa, sin duda, un elemento clave para mejorar el futuro profesional del alumnado y su contribución a una economía más innovadora, verde y conectada.

Bibliografía

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

DeGarmo, E. P. (1994). *Materiales y procesos de fabricación* (J. Vilardell Coma, Trad.; 2ª ed.). Editorial Reverté. (Obra original publicada en inglés como *Materials and Manufacturing Processes*)

Hooson, D., & Quinn, A. (2016). *Guía completa del taller de cerámica: Materiales, procesos y sistemas de conformación*. Promopress.

Morales Güeto, J. (2013). *Tecnología de los materiales cerámicos*. Ediciones Díaz de Santos.

Morales Güeto, J. (2012). El proceso de elaboración cerámico. En *Tecnología de los materiales cerámicos* (pp. 237-294). Ediciones Díaz de Santos.

Teijeira Pernas, T. (2015). *Fiabilidad y sistemas de control en la fabricación de pastas y de productos cerámicos conformados (MF0668_3)*. Editorial Elearning S.L.

Verdeja González, L. F. (2008). *Materiales refractarios cerámicos* (Vol. 24). Síntesis.