

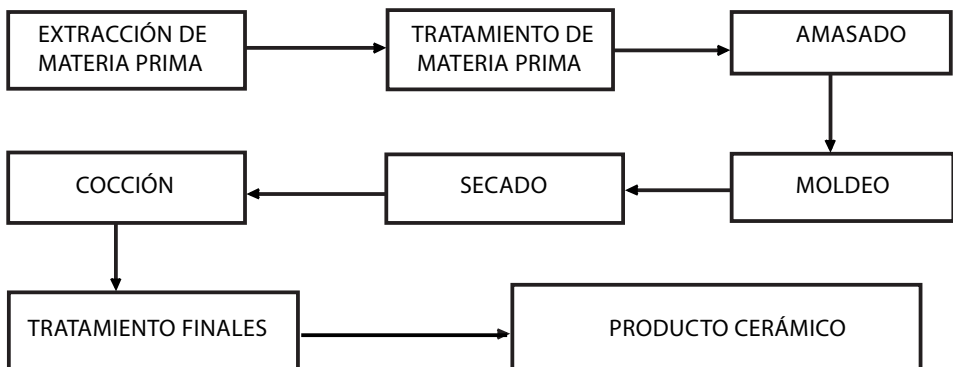
CAPÍTULO 2

PROCESOS DE FABRICACIÓN

El proceso cerámico es la agrupación de procedimientos de carácter físico-químico que transforman la materia prima (principalmente arcillas para la construcción de cerámicas) en un material con unas propiedades características que la hacen adecuada para diversos usos. Algunas de las propiedades sobresalientes del material cerámico son: dureza elevada, resistencia mecánica alta, durabilidad, estabilidad en su composición con el tiempo y valor estético, si se trata de piezas vistas.

El proceso cerámico básicamente está constituido por las siguientes etapas: obtención de la materia prima, tratamiento y preparación de la materia prima, amasado, moldeo, secado, cocción y tratamientos (hidrofugación, decoración, etc.) (Velasco, s.f.).

Figura 1. Proceso general de fabricación de cerámicas



Fuente: Velasco (s.f.).

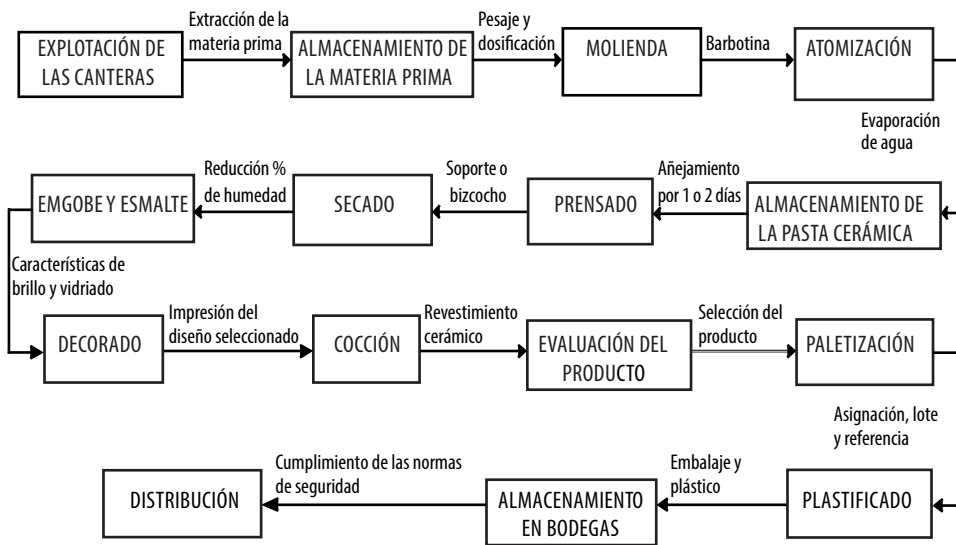
Los principales procesos cerámicos tradicionales son:

2.1 Baldosa cerámica

Según las normas EN-UNE y las recientes normas ISO, las baldosas cerámicas son placas de poco grosor, generalmente utilizadas para revestimientos de suelos y paredes, fabricadas a partir de composiciones de arcillas y otras materias primas inorgánicas que se someten a molienda o amasado, se moldean y seguidamente son secadas y cocidas a temperatura suficiente para que adquieran establemente propiedades requeridas (Guía de la baldosa cerámica, 2006).

En la figura 2 se ilustra el proceso realizado por las empresas de la región para la elaboración de productos cerámicos esmaltados.

Figura 2. Diagrama de bloques de los procesos para la elaboración de productos cerámicos esmaltados



Fuente: Elaboración de autores.

2.1.1 Explotación de las canteras

El proceso de revestimiento cerámico inicia con la explotación de las canteras para obtener la materia prima a utilizar en el procedimiento de fabricación de productos cerámicos.

Figura 3. Explotación de materias primas

Fuente: Tomada por los autores.

2.1.2 Almacenamiento de la materia prima

Se realiza el almacenamiento de los diferentes tipos de arcilla en el patio de materias primas y se miden las cantidades de cada tipo de arcilla a emplear en la elaboración de revestimientos cerámicos, para esto se aplica una fórmula.

Un operario de cargador es quien se encarga de depositar las cantidades correspondientes de arcilla en un contenedor llamado tolva, esta dispone de una báscula que mide el pesaje de la materia prima necesaria mientras se realiza un cargue. Una vez alcanzado el peso calculado con la fórmula, la materia prima es llevada por medio de bandas transportadoras hasta las tolvas de los molinos.

2.1.3 Molienda

En el proceso de molienda un operario carga el molino con la materia prima, a esta se le adiciona agua, defloculante y bolas de alúmina (bolas esféricas resistente que se emplea como cuerpo molidor), el resultado de este proceso se llama “barbotina” (líquido oloroso que se almacena en cisternas).

Figura 4. Molino

Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018a).

2.1.4 Atomización

Las bombas hidráulicas son las encargadas de conducir la barbotina a lo alto del atomizador, allí un quemador alimentado por gas crea una llama que genera un flujo de aire a más de 500 °C, que al encontrarse con la barbotina evapora el agua de esta y la transforma en un material pulverizado que se conoce como “pasta cerámica”.

2.1.5 Almacenamiento de la pasta cerámica

La pasta cerámica se debe dejar reposar por uno o dos días para luego ser llevada al área de prensado.

2.1.6 Prensado

Dosificadores surten a la prensa de pasta cerámica, la cual aplica una fuerza alrededor de 250 kg/cm² que compacta el material en lo que se conoce como soporte o bizcocho. A la baldosa por la parte inferior se le imprime una cuadrícula, este ayudará a que se fijen las cerámicas durante su instalación.

Figura 5. Prensa hidráulica



Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018b).

2.1.7 Secado

Eliminación de humedad hasta conseguir un peso constante, se reduce su porcentaje de humedad por debajo del 1 %. Proceso que aumenta su resistencia mecánica durante su recorrido en la línea de producción.

2.1.8 Línea de esmaltado

Dos rodillos giratorios retiran las partículas o residuos que se pueden adherir en ambas caras del soporte, luego se le rocía agua para reducir la temperatura superficial y mejorar las condiciones de adherencia.

Posteriormente es llevado a las campanas de engobe y esmalte. El engobe cubre el tono cobrizo de la baldosa y homogeniza la superficie del soporte, lo que optimiza el acoplamiento del esmalte, mientras que el esmalte será el que aportará a la cerámica la característica de brillo y vidriado, las baldosas transportadas por las correas que atraviesan las campanas de engobe donde se aplica una capa delgada del mismo; el esmalte es aplicado de igual manera.

En el área de decorado, el sistema de impresión kerajet estampa el diseño seleccionado sin siquiera tocar el soporte.

2.1.9 Cocción

El soporte ingresa al horno donde se somete a temperaturas por encima de los 1.100 °C, esta es la operación más importante de todo el proceso de producción, debido a que se transforma las materias primas del soporte en un nuevo material de composición cristalino, esto es, cuando ya el efecto es un revestimiento cerámico.

Figura 6. Horno serie Eko



Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018c).

2.1.10 Evaluación del producto

Una máquina llamada Qualitron, a través de cámaras de alta tecnología, evalúa los tonos de cada baldosa, mientras que los sensores examinan las características dimensionales. Además, revisa la superficie para detectar cualquier tipo de curvatura.

2.1.11 Paletización

Es realizada por un robot paletizador quien se encarga de apilar las cajas según la programación establecida, a cada una de ellas se le asigna un tipo de lote y referencia, así queda rotulada con la información del producto.

2.1.12 Plastificado

Un montacarguista lleva la estiba hasta una plastificadora, la cual la embala en plástico. Posteriormente el montacarguista dirige el producto estibado y embalado al área de selección, donde los auditores de calidad realizan un proceso de revisión.

2.1.13 Almacenamiento en bodega

Se almacenan en las mejores condiciones técnicas de calidad y de seguridad. Antes del inicio de la logística de transporte el material es ubicado en un área delimitada cumpliendo con las normas de seguridad base que aseguran las cargas y envío para brindar mayor seguridad a los clientes.

2.1.14 Distribución

Las estibas son cargadas en los camiones designados para los envíos. Se realiza la inspección del cargue de los vehículos confirmando que lo cargado corresponda con la orden de alistamiento.

2.2 Procesos en las ladrilleras para la elaboración de productos

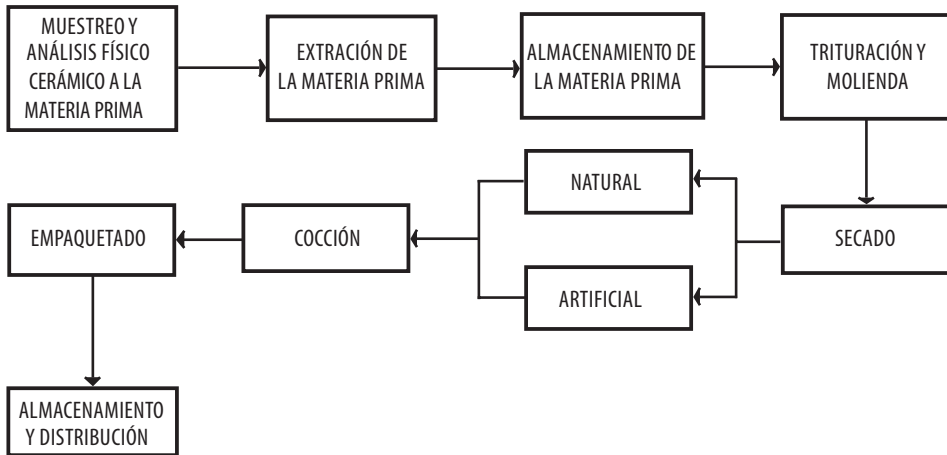
Ladrilleras pequeñas: este tipo de industria está mucho más tecnificada y realiza la extracción en forma mecanizada, pero a una mayor escala (buldócer o retroexcavadora), incorporando criterios de selección y calidad de las materias primas. La extrusión se realiza al vacío para eliminar aire y agua y utilizan hornos tipo colmena (Centro de Investigación de Materiales Cerámicos –CIMAC, 2010).

Ladrilleras medianas: se puede encontrar algún tipo de automatización en sus procesos de producción (secadores artificiales tipo túnel). En cuanto a las etapas de extracción, molienda y homogenización, son muy parecidas a la pequeña industria. La mano de obra utilizada es calificada y aunque se presenta una planificación y adecuación de terrenos en la etapa de extracción, esta sigue siendo insuficiente (CIMAC, 2010).

Ladrilleras grandes: presenta el mayor grado tecnológico complementado con una serie de etapas planeadas y programadas técnicamente (caracterización y

selección de materias primas), y personal técnico calificado que se ocupa de la extracción de arcillas mediante técnicas de terraceo y programas de recuperación de la capa vegetal removida que le dan un buen grado de estabilidad a las áreas implicadas. La cocción de los materiales es permanente y se realiza en hornos tipo túnel y rodillos con dispositivos de control y simulación digital (CIMAC, 2010).

Figura 7. Diagrama de bloques de los procesos de fabricación de productos en las ladrilleras



Fuente: Elaboración de autores.

2.2.1 Muestreo y análisis físico-cerámicos a la materia prima

Se realizan visitas a las canteras o zonas de explotación donde se hacen unos muestreos y análisis físico-cerámicos a la materia prima en el laboratorio a fin de conocer si es apta para el proceso.

2.2.2 Extracción de la materia prima

En el proceso de explotación se utilizan máquinas retroexcavadoras que arrancan la arcilla de las canteras y se transporta en volquetas desde las minas hasta los patios de preparación de la mezcla.

2.2.3 Almacenamiento de la materia prima

La arcilla es almacenada en los patios, y a través de unos resultados de laboratorio se hace la mezcla, donde está compuesta por una cierta cantidad de arcilla y arena. Una vez realizada la mezcla se utiliza un cargador, volquetas (para hacer la medida) y un buldócer para hacer la homogenización, que consiste en el sistema o técnica de lechos de mezclado sobre capas.

Figura 8. Almacenamiento de la materia prima en los patios



Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

2.2.4 Trituración y molienda

A través de unos cajones alimentadores se deposita la mezcla, se dosifica hacia los molinos de martillo que bajan la granulometría y se pasa por medio de unas zarandas (tamiz número 12). Luego se deposita en los silos y desde allí se transportan a las líneas de producción.

Figura 9. Trituración y molienda



Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

2.2.5 Extrusión

En el extrusado se pueden fabricar bloques, pisos, tejas, enchapes, ladrillos, teja S, teja española, entre otros (existe variedad de formatos y texturas). El material

homogeneizado es transportado hacia la máquina extrusora que le proporciona la forma deseada a la pieza. Una vez formado el producto se pasa por medio de un sistema de rodillos que la transporta hacia una cortadora.

Figura 10. Extrusión



Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

2.2.6 Secado

Natural: algunos productos como el formato 30x30 hojilla, requieren un secado natural o reposo de al menos 6 días para luego llevarlo a los secaderos artificiales.

Figura 11. Secadero natural



Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

Artificial: se realiza en secaderos de doble cámara, los cuales aprovechan el calor extraído de los hornos colmena que están en enfriamiento.

Figura 12. Secadero artificial



Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

2.2.7 Cocción

La cocción se realiza mediante hornos colmena (el combustible empleado en este tipo de hornos es el carbón).

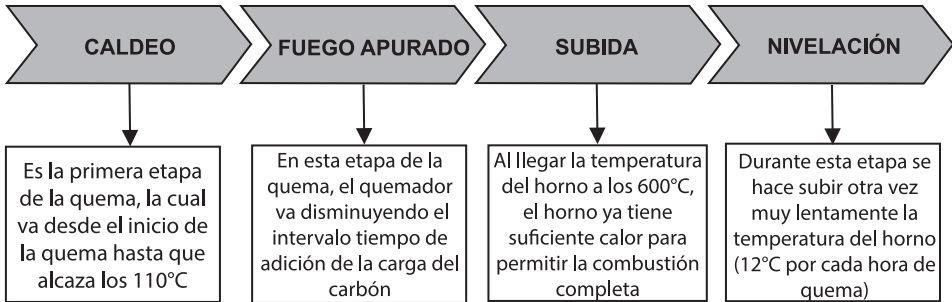
Figura 13. Horno colmena



Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

Las etapas de cocción son:

Figura 14. Etapas de cocción en el proceso de fabricación de productos en las ladrilleras



Fuente: Elaboración de autores.

2.2.8 Empaquetado

Una vez terminado el enfriamiento en el horno, el material es descargado a través de carretas hasta los módulos de selección, en los cuales es clasificado de acuerdo con el tono y la calidad (primera, comercial o segunda). Es empaquetado de dos formas: manual y mecánica.

Figura 15. Empaquetado del producto terminado



Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

2.2.9 Almacenamiento y distribución

El material empaquetado es almacenado en las bodegas para su respectivo orden de despacho.

Figura 16. Almacenamiento del producto

Fuente: Ladrillera Sigma (16 de agosto de 2018).

2.3 Procesos de fabricación de productos en los chircales

La palabra chircal proviene del nombre del árbol que se empleaba como leña para la cocción de tejas, tablones y ladrillos durante la época colonial: el chilco *Bacharis latifolia*, arbolito que aún se encuentra en el pie de monte de los cerros orientales, donde encuentra las condiciones ambientales (humedad y suelo arcilloso) que fomentan su crecimiento y desarrollo. La relación entre el nombre del árbol que sirvió de leña, y el horno para cocinar tejas y ladrillos, la hacen Tobón y Rufino José Cuervo (Simbaqueba, 1958).

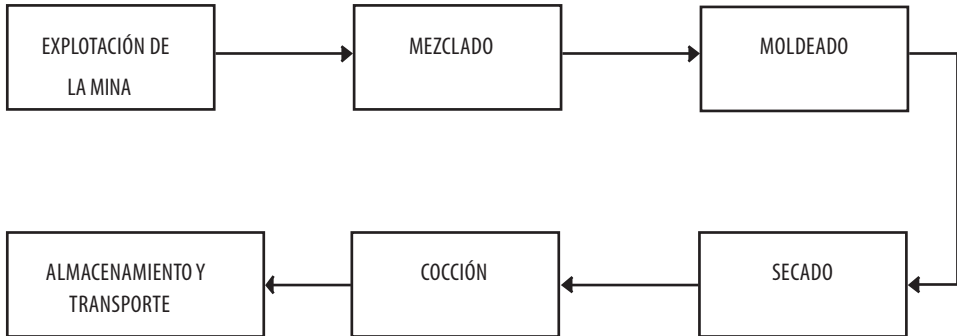
Los chircales artesanales son microempresas familiares que actualmente demandan importancia en su estudio por la situación socioeconómica en la región, pues cumplen una labor que requiere de grandes sacrificios, con una remuneración mínima y poco o ningún apoyo de las entidades públicas y privadas del departamento. No obstante, estas microempresas elaboran productos de gran calidad y su conocimiento es único debido a que manejan las operaciones empíricamente, lo que ha sido su única herramienta de trabajo (Grupo de Investigación en Tecnología Cerámica –GITEC & Semillero de Investigación de Materiales Cerámicos –SIMAC, 2004).

Chircales artesanales: son un tipo de industria artesanal, bastante arraigada entre grupos familiares con condiciones de trabajo precarias. La extracción de la arcilla se realiza manualmente (pico y pala) y se caracteriza por la gran movilidad de los sitios de explotación y transformación (GITEC & SIMAC, 2004).

Chircales mecanizados: la extracción de la arcilla en los chircales mecanizados se caracteriza por realizarse mediante maquinaria (buldócer o retroexcavadora). La

transformación involucra también procedimientos mecanizados sin alto grado tecnológico y en hornos tipo árabe que son similares a los hornos fuego dormido, pero cuentan con una mayor capacidad (GITEC & SIMAC, 2004).

Figura 17. Diagrama de bloques de los procesos para la elaboración de productos en los chircales



Fuente: Elaboración de autores.

2.3.1 Explotación de la mina

La arcilla es explotada a cielo abierto. Un obrero se encarga de picar la arcilla con el uso de una herramienta manual; generalmente se utilizan la pica y una carretilla para transportar el material hacia el patio de recibo. En dicho patio se deja aproximadamente un día para que el material se añeje.

Figura 18. Explotación de la mina en los chircales



Fuente: Tomada por los autores.

2.3.2 Mezclado

Teniendo la arcilla junto a la pila, se introduce el mineral dosificado con agua, en la cantidad apropiada a la dosificación requerida, y se hace la mezcla correspondiente, utilizando como aditivo cascarilla de arroz o en su defecto arena de río. El uso de este aditivo es primordial para evitar la rotura del material en el secado. La pasta se deja en la pila (2x3 x 0.50 m) alrededor de 24 horas y luego se pisa para ablandarla, durante dos o tres horas.

Figura 19. Pila de mezclado



Fuente: Tomada por los autores.

2.3.3 Moldeado

Es una operación donde se dan las dimensiones y geometría al material que se desea obtener como herramienta de molde. Los artesanos utilizan gaveras que pueden ser metálicas o de madera; la pasta se introduce dentro del molde, se comprime manualmente, luego se realiza el corte y se retira el molde. Se debe tener en cuenta que el piso en el que se moldea debe ser plano y la superficie cubierta con cenizas de los hornos para evitar que los productos se deformen al levantarlos. Un operario puede moldear aproximadamente 900 a 1.000 ladrillos día, en una jornada laboral de 8 a 10 horas.

Figura 20. Gaveras

Fuente: Tomada por los autores.

2.3.4 Secado

Esta operación es fundamental puesto que se puede comprometer gran parte del proceso productivo si las condiciones ambientales no son favorables. Este tipo de secado se denomina secado natural y tiene un tiempo de dos a tres días. Después de secado, el material se levanta del patio y se almacena bajo cubierta (enramadas), mientras se contemplan las unidades necesarias para cargar el horno.

Figura 21. Secado natural

Fuente: Tomada por los autores.

2.3.5 Cocción

Después del secado se procede a cargar los hornos para la cocción. El tiempo de cocción depende de la cantidad de material cargado y el tipo de horno y combustible utilizados. En un horno de fuego dormido, el cargue toma un tiempo promedio de una jornada laboral de un día, para una capacidad de aproximadamente 10.000 a 20.000 unidades/carga, con tiempo promedio de quema de 12 a 15 días. Luego de la cocción del material, se deja enfriar en el horno 3 días y se procede al descargue.

Figura 22. Horno de fuego dormido



Fuente: Tomada por los autores.

2.3.6 Almacenamiento y transporte

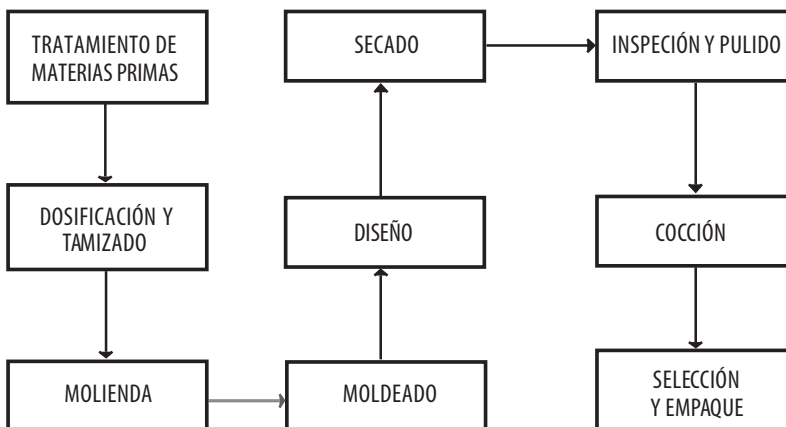
El almacenamiento de los productos terminados es la última etapa que se realiza. El material es retirado del horno y almacenado para la venta, donde el tiempo promedio oscila entre 8 y 30 días dependiendo de la demanda del producto, la cual es discontinua.

Figura 23. Almacenamiento de producto terminado

Fuente: CIMAC (2010).

2.4 Proceso de fabricación de sanitarios

La siguiente figura ilustra el proceso de fabricación de sanitarios cerámicos:

Figura 24. Diagrama de bloques para el proceso de fabricación de sanitarios cerámicos

Fuente: Elaboración de autores.

2.4.1 Tratamiento de materias primas

El laboratorio químico es el encargado de someter a estrictos controles de recepción las materias primas utilizadas, principalmente arcilla, caolines, cuarzos y feldespato.

2.4.2 Dosificación y tamizado

Mediante un proceso completamente automatizado son dosificadas las materias primas y se diluyen en agua, tamizándose. A esta pasta resultante se le denomina pasta de colado, y le dará forma al aparato sanitario. De la misma manera se procede en la fabricación de los esmaltes que se aplicarán sobre los sanitarios.

2.4.3 Molienda

Antes de la dilución en agua y tamizado final, las materias primas siguen un tratamiento de homogenización en molinos de bolas, tras la elaboración de la pasta de colado y los esmaltes, se almacenan en los depósitos de maduración quedando listos para su distribución en las salas de colado y esmaltería respectivamente.

2.4.4 Moldeado

Se llenan los moldes con la pasta de colado, que dará forma al aparato sanitario correspondientemente. Este complejo proceso de llenado, desmolde y manipulación de la pieza es realizado mediante la más alta tecnología en sistemas de automatización.

Figura 25. Desmoldeo inodoro al suelo



Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018d).

2.4.5 Diseño

Una vez obtenida la pieza se procede a realizar delicadas operaciones de pulido y acabado hasta completar el diseño final de la misma.

2.4.6 Secado

Es realizado en secadores estáticos y en cadenas dinámicas de secado que la transportan a la sección de esmaltado.

Figura 26. Secaderos en continuo para sanitarios



Fuente: RIEDHAMMER (s.f, p.8)

2.4.7 Inspección y pulido

Una vez que las piezas están completamente secas se procede a su pulido, soplado e inspección, posteriormente se aplican diversas capas de esmalte mediante pulverización con pistolas.

2.4.8 Cocción

Durante el extenso y complejo proceso de cocción la pieza adquiere sus características finales de dureza, vitrificación de esmalte y color, para ello las piezas se colocan en vagonetas que automáticamente las introducen en los hornos. Durante la cocción se realiza un estricto control de la temperatura, presión y velocidad de marcha.

Figura 27. Horno intermitente

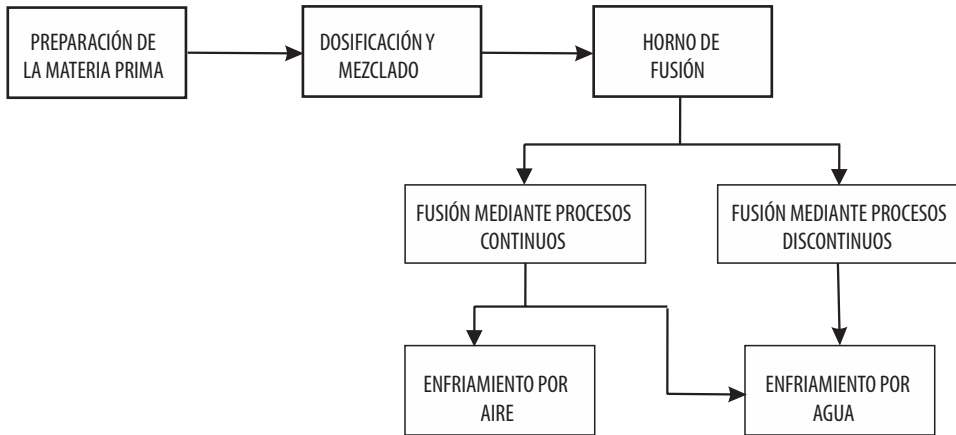
Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018f).

2.4.9 Selección y empaque

Todos y cada uno de los aparatos sanitarios son inspeccionados para garantizar el cumplimiento de las normativas y las exigentes especificaciones internas. Después, se procede a empaquetar las piezas.

2.5 Proceso de fritas

Las fritas se definen como compuestos vítreos, insolubles en agua, que se obtienen por fusión y posterior enfriamiento rápido de mezclas controladas de materias primas. El proceso de fritado será aquel que implique la insolubilización de los componentes solubles en agua tras un tratamiento térmico, generalmente a elevadas temperaturas (entre los 1.300 °C y 1.500 °C) y con el que ese consiga el fundido de las materias primas y la obtención de un vidrio (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

Figura 28. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de fritas

Fuente: Elaboración de autores.

2.5.1 Preparación de la materia prima

Las materias primas utilizadas deben tener garantizada una composición homogénea constante, así como la ausencia de partículas refractarias que puedan convertirse en núcleos de desgasificación (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

2.5.2 Dosificación y mezclado

El proceso comienza con una dosificación de las materias primas, previamente seleccionadas y controladas, en la proporción establecida (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

2.5.3 Horno de fusión

La alimentación del horno se lleva a cabo mediante un tornillo sin fin, cuya velocidad controla el flujo másico de material alimentado al horno.

A. Fusión mediante proceso continuo

La industria de fritas cerámicas utiliza principalmente hornos de fusión continuos, en los cuales el enfriamiento se realiza por aire o por agua (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

B. Fusión mediante proceso discontinuo

Este procedimiento es utilizado en raras ocasiones (cuando se trata de una frita con poca demanda) en hornos rotatorios y enfriamiento por agua (Escribano,

Carda & Cordoncillo, 2001). La elección del tipo de horno depende de la escala de producción y de la formulación del producto. Los hornos de fritado utilizan gas natural y las temperaturas comunes en los hornos oscilan entre los 1.350 °C y los 1.550 °C.

2.5.4 Enfriamiento

La masa fundida debe enfriarse rápidamente a la salida del horno. Existen dos procedimientos de enfriamiento: por agua y por aire.

A. Enfriamiento por aire

La frita fundida se pasa a través de dos rodillos laminadores refrigerados en su interior por agua. Estos rodillos laminan la pasta vítrea dando lugar a un producto delgado (laminado) que cae sobre un quebrantador-vibrador, que las reduce a pequeñas escamas (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

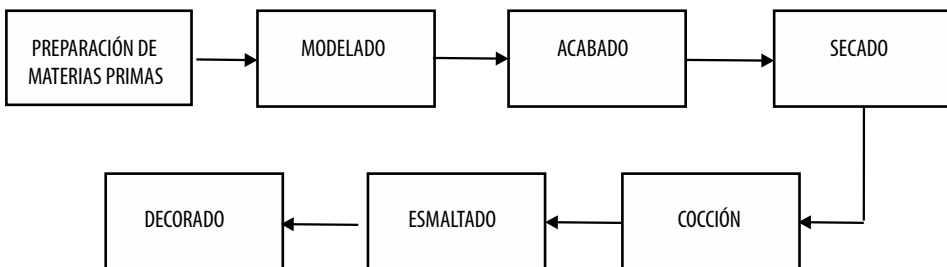
B. Enfriamiento or agua

La masa fundida va a parar a un rebosadero, cayendo en forma de cortina en un depósito con agua a temperatura ambiente, donde se solidifica rompiéndose en pequeños trozos. Este fraccionamiento de la masa sólida facilitará su posterior molienda (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

2.6 Proceso de vajillas cerámicas

La siguiente figura ilustra el proceso de fabricación de vajillas cerámicas:

Figura 29. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de vajillas cerámicas



Fuente: Elaboración de autores.

2.6.1 Preparación de materias primas

Las materias primas son transportadas y almacenadas en las dependencias de la industria. En la mezcla, el líquido más comúnmente utilizado es el agua. Algunos agentes son añadidos a la mezcla cerámica para ayudar en el proceso, tales como defloculantes, surfactantes y antiespumante. En la homogeneización de la mezcla se emplean los turbodisolutores y agitadores.

Figura 30. Turbomezcladores

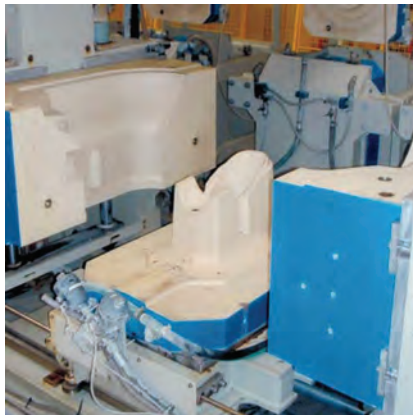


Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018a).

2.6.2 Modelado

La mezcla es introducida en el molde por el aire comprimido y prensada contra el punzón del molde que normalmente está revestido. Dependiendo del molde empleado varía la forma del obtenido, ya que puede ser cuadrado, plano, redondo, hexagonal, entre otros (SACMI Ibérica, 16 de agosto de 2018h).

Figura 31. Moldes de resina



Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018g).

2.6.3 Acabado

La pieza de cerámica pasa por una máquina para eliminar las asperezas de la superficie o las vetas, o para modificar la forma. Los métodos empleados incluyen equipos de desgaste superficial, que suavizan la superficie de la cerámica, y de perforación para dar forma, crear hoyos o cavidades.

2.6.4 Secado

El método más comúnmente usado para secar la cerámica es por convección, en la cual el aire caliente se hace circular alrededor de la cerámica. A menudo el secado con aire es realizado en hornos de túnel, que por lo general usan calor recuperado de la zona de enfriamiento del horno. También se emplean hornos periódicos u operaciones de secado en *batch*.

2.6.5 Cocción

La cocción es el proceso mediante el cual la cerámica es consolidada térmicamente en un cuerpo denso y cohesivo constituido por granos finos y uniformes. El método de cocción convencional se logra mediante el calentamiento de la cerámica cruda a una temperatura aproximada de dos tercios de la de fusión, a presión atmosférica, y manteniéndola por un tiempo específico en un horno túnel o periódico.

Figura 32. Cocción continua



Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018f).

2.6.6 Esmaltado

Cuando el producto a esmaltar (como tazas, platos y piezas especiales) presenta cierta porosidad se aplica el esmaltado por inmersión. Para artículos sinterizados

como porcelana a base de huesos, porcelana china, cerámica y gres, durante la cocción del bizcocho a alta temperatura y los que se producen por monococción, se emplea el esmaltado por pulverización (Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial –IMPIVA, 1990).

Figura 33. Esmaltado por inmersión



Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018i).

2.6.7 Decorado

Las vajillas cerámicas son procesadas aún más para potenciar sus características. La decoración se realiza empleando:

- Calcomanías especiales.
- Partículas de materiales que permiten su total adherencia a la pieza de cerámica.
- Pigmentos de colores.
- Oro, platino, cobalto.
- Con pigmentos especiales (a mano).

2.7 Proceso de fato a mano

2.7.1 Extracción de la arcilla

Se hace de forma manual; el artesano utiliza picas y palas, una vez extraída la arcilla se transporta en carretillas hasta el patio de maduración. No existe un control del material que se extrae de la mina.

Figura 34. Extracción de la arcilla



Fuente: Tomada por los autores.

2.7.2 Almacenamiento de la materia prima

Inicialmente la arcilla permanece amontonada, luego se extiende en un patio.

2.7.3 Molienda

Una vez ha pasado el periodo de maduración la arcilla es golpeada con unos mazos para reducir los terrones.

Figura 35. Molienda



Fuente: Tomada por los autores.

2.7.4 Mezclado

La mezcla de aditivos se hace principalmente para evitar roturas en el secado.

Figura 36. Mezclado



Fuente: Tomada por los autores.

2.7.5 Humectación de la arcilla

La arcilla se introduce en la pila y se le agrega agua hasta alcanzar la consistencia adecuada. La arcilla permanece en la pila alrededor de 24 horas, luego se procede a pisarla para ablandarla.

Figura 37. Humectación de la arcilla



Fuente: Tomada por los autores.

2.7.6 Moldeado

Es una operación donde se dan las dimensiones y geometría al material que se desea obtener, como herramienta de moldeo los artesanos utilizan gaveras que pueden ser metálicas o de madera. La pasta se introduce dentro del molde y se comprime manualmente. Luego se realiza el corte y se retira el molde.

Figura 38. Moldeado

Fuente: Tomada por los autores.

2.7.7 Secado

Tiene un tiempo de dos a tres días en condiciones climáticas favorables. Después de secado el material se levanta del patio y se almacena bajo cubierta mientras se obtienen las unidades necesarias para cargar el horno.

Figura 39. Secado

Fuente: Tomada por los autores.

2.7.8 Cocción

Para la cocción de este tipo de productos se utiliza un horno pequeño llamado horno botella. El combustible empleado es el carbón.

Figura 40. Horno



Fuente: Tomada por los autores.

2.7.9 Almacenamiento

El almacenamiento de los productos terminados es la última etapa que se realiza. El material es retirado del horno y almacenado para la venta, donde el tiempo promedio oscila entre 8 y 30 días dependiendo de la demanda del producto, la cual es discontinua.

Figura 41. Almacenamiento del producto terminado

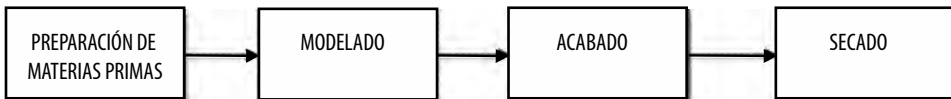


Fuente: Tomada por los autores.

2.8 Proceso de fabricación de esmaltes

Tal término es atribuido a todo revestimiento vidrioso dotado de una densa opacidad. Característico de esto es el esmalte denominado “mayólica”, que viene aplicado, en un espesor más grueso, en el bizcocho de cerámica al fin de dar al producto terminado un aspecto blanco y brillante. La opacificación se obtiene introduciendo en la composición de fritar un agente opacificante (silicato de circonio, óxido de estaño, óxido de titanio) (Durán & Hevia, 2002).

Figura 42. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de esmaltes



Fuente: Elaboración de autores.

2.8.1 Dosificación de materias primas

Las materias primas son pesadas y dosificadas para la composición del esmalte determinado (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

2.8.2 Molienda y homogeneización

Se muelen las materias primas dosificadas en un molino de bolas, que se debe realizar por vía húmeda (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001). En este proceso las maquinas utilizadas son: molinos de bolas o *alsing*, tamices, bomba de trasiego, depósitos y agitadores, mezcladores y dispersores para polvos y líquidos, molinos refinadores, jarras, molinos rápidos, entre otros (SACMI Ibérica, 16 de agosto de 2018j).

Figura 43. Molinos para esmaltes



Fuente: SACMI Ibérica (16 de agosto de 2018j).

2.8.3 Almacenamiento

Se deposita el esmalte en los tanques de homogeneización. En dichos tanques se incorporan varias moliendas, de modo que se logre acoplar la densidad y viscosidad de la barbotina. Las propiedades reológicas de la barbotina se pueden ver afectadas durante el almacenamiento. Para lograr que la barbotina quede lo suficientemente viscosa y estabilizarla ante la sedimentación, se agregan sustancias suspensantes (arcilla o caolín), sustancias absorbentes (pueden causar contracción por secado) o sustancias como goma arábiga o adhesivos celulósicos no espumantes (colas, carboximetilcelulosa, CMC) (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001; SACMI Ibérica, 16 de agosto de 2018j).

2.8.4 Transporte

El transporte a las líneas de esmaltado se lleva a cabo de dos maneras distintas, por medio de depósitos, es decir, de forma manual, o mediante bombeo a través de canalizaciones fijas (Escribano, Carda & Cordoncillo, 2001).

