

Resumen

El presente trabajo consiste en la optimización de la receta de la masa roja gres en la cerámica Coboce, ubicada su planta en el departamento de Cochabamba, provincia de Sacaba, con el propósito de desarrollar una nueva masa con mejores características para satisfacer su mercado buscando mejorar todos sus indicadores.

Se procedió a la realización de pruebas de nuevas recetas de la masa roja gres, sabiendo que la temperatura es un valor estándar establecido por la empresa, con lo cual se trabajó modificando la composición de la receta de la masa roja gres actual e incorporando nuevas arcillas a la receta y la presión, desarrollando la nueva receta mejorando así todos sus indicadores como el corazón negro, contracción, pérdida al fuego, disminución del nivel de absorción de agua y aumento de su resistencia de forma que se eviten pérdidas en el proceso productivo.

Asimismo, se analizaron las características físicas y fisicoquímicas de las arcillas, con el fin de encontrar una nueva receta que sea óptima. Los materiales que se utilizaron fueron equipos de laboratorio como: balanza analítica, cronómetro, molino, tamiz N° 325 , tamiz N° 230, densímetro, viscosímetro, prensa, probeta de 100 ml y 50 ml, por medio de técnicas establecidas y en base de la Norma Boliviana NB-ISO 10545:3 Baldosas cerámicas, teniendo en cuenta las variables de calidad como son: densidad, viscosidad, residuo y luego calculando los datos de las propiedades de un material cerámico, encontrando una solución a este problema con el estudio del mejoramiento de la receta de la masa roja gres y obteniendo un producto con mayor calidad.

Se logró mejorar todos sus indicadores realizando pruebas en laboratorio donde en la receta actual su absorción de agua es 15,25 %, resistencia mecánica en cocido es 97,5 kg/cm², corazón negro es 5,21 %, contracción es 1,38 % y con la nueva receta propuesta cuya absorción de agua es 12,90 %, resistencia mecánica en cocido es 155,86 kg/cm², su corazón negro 0,59 % y su contracción es 2,57 % a escala de laboratorio.

El costo con la nueva receta es de 36669,04 Bs al día.

Después de haber realizado las diferentes propuestas de las recetas se pudo obtener una nueva receta de la masa con la cual se pudo optimizar todos sus indicadores, cumpliendo con el objetivo del trabajo.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

La Cooperativa Boliviana de Cemento Industrias y Servicios COBOCE Ltda. es una empresa con más de 45 años de vida. Está compuesta por las siguientes unidades productivas:

- Coboce Irpa-Irpa: Unidad dedicada a la producción de cemento.
- Coboce Construcción: Unidad dedicada a la construcción habitacional.
- Cerámica Coboce: Unidad dedicada a la producción de pisos y revestimiento cerámicos.
- Ceramil Coboce: Unidad dedicada a la producción de ladrillos y tejas.
- Coboce Hormigón: Unidad dedicada al hormigón premezclado.
- Opinión: Diario de circulación nacional.
- ECCSA (Empresa Constructora Cochabamba S.A): Unidad dedicada a la construcción civil vial.
- Fondo de la Comunidad: Fondo financiero privado.

Cerámica COBOCE inició sus actividades como una planta piloto de experimentación de arcillas dependientes de la unidad COBOCE Irpa-Irpa en mayo de 1988.

En el mismo año, la Cooperativa de Cemento, Industrias y Servicios, COBOCE Ltda., creó la unidad Cerámica COBOCE, produciendo inicialmente 10000 m²/mes de cerámica sin esmalte.

- **Ampliación de la planta:**

En el año 1993 se dan los primeros pasos para concretar el proyecto de ampliación de la fábrica con el firme propósito de modernizar el proceso y producir pisos esmaltados de alta calidad, mostrando así el año 1995 los resultados de dicha ampliación, cuando la Cerámica COBOCE alcanza una capacidad productiva de 30000 m²/mes de pisos y revestimientos de alta calidad, capaz de competir con los productos nacionales e importados existentes en el mercado.

A partir de ese momento, la unidad comienza su fase de expansión en el mercado nacional, ganando prestigio de calidad entre sus competidores locales y nacionales.

En el año 1998, ante la demanda creciente de sus productos, la unidad se ve obligada a ampliar su producción, iniciándose la segunda ampliación de la planta, donde se adquirió nueva maquinaria y se realizaron mejoras en el proceso productivo, aumentando de esta forma su capacidad productiva a 50000 m²/mes de cerámica esmaltada para pisos y revestimientos.

Después de su tercera ampliación, Cerámica COBOCE, fue capaz de cumplir con los requisitos más exigentes del mercado internacional, logrando así ingresar al mercado peruano, exportando al vecino país 122000 m²/mes de pisos y revestimientos, mereciendo de esta forma el año 2001 el premio otorgado por la cámara de exportadores de Cochabamba, CADEXCO, “Producto nuevo de exportación”.

En la actualidad, la unidad tiene una capacidad de producción de 450000 m²/mes y ha logrado presencia nacional, teniendo agencias en las ciudades de Cochabamba, La Paz, Santa Cruz de la Sierra, Potosí, Oruro, Trinidad, Sucre, Riberalta, Tarija y El Alto. En lo referente al mercado internacional se ha consolidado la presencia con representantes de venta en países como Perú, Ecuador, Chile, Estados Unidos, Paraguay y Brasil.

▪ **Productos**

Cerámica COBOCE produce una amplia gama de pisos en una variedad de colores, texturas y diseños que van desde estilos rústicos, hasta estilos sobrios y elegantes, con aplicaciones en baños, cocinas, salas de estar, locales de medio y alto tráfico (tiendas, restaurantes, oficinas, galerías comerciales, etc.).

También produce elegantes y delicados revestimientos de pared para cocinas, baños y paredes exteriores, que le dan a los ambientes un toque de elegancia y distinción.

▪ **Proceso cerámico**

El proceso cerámico comprende de 6 pasos principales:

- Preparación de las materias primas.
- Conformación de la pieza.
- Esmaltes: Preparación y aplicación. Decoración.
- Secado de piezas conformadas.
- Cocción de las piezas.
- Clasificación y embalaje.

El proceso de elaboración de la cerámica de pisos y revestimiento comienza con la incorporación de arcillas, siendo la materia prima en la cerámica; las arcillas son obtenidas de las canteras ubicadas al exterior de la planta, transportadas de diferentes lugares del departamento de Cochabamba y explotadas a cielo abierto. Existen 3 tipos de arcillas incorporadas para la elaboración de la cerámica roja (gres), las cuales son:

- Arcilla 1.- Arcilla plástica.
- Arcilla 2.- Arcilla arenosa.
- Arcilla 3.- Arcilla Semi plástica.

Posteriormente dicha materia prima es transportada a la planta, donde se almacena en un depósito; la arcilla es un agente de unión que provee plasticidad para que los pisos

puedan moldearse; también se introduce feldespatos que otorgan resistencia mecánica en las piezas cerámicas.

En un molino de alta envergadura, se realiza la molienda en una proporción o mezcla de las arcillas en una cantidad denotada en toneladas con un 32 % de agua. Estos molinos trituran la materia, ya que en su interior cuentan con esferas de alúmina de diferentes diámetros para realizar la molienda correcta.

La mezcla de las arcillas más el agua en esta molienda resultan en lodo consistente, éste pasa por una serie de controles antes de realizar su descarga, su color es café, para secarlo y convertirlo en polvo se hace pasar el lodo por unas bombas de pistón, las mismas que conducen a un atomizador a una alta presión de bombeo, se llega al atomizar por efecto de aspersión, se calienta y seca con aire caliente, evaporando el agua presente en cada partícula. El polvo precipita, llegando a tener una granulometría fina para luego ser prensado y convertirse en una baldosa cerámica cruda.

En una prensa hidráulica de 21 kg/cm^2 se realiza el trabajo de prensado, en su interior el polvo se tamiza a los moldes que dan forma a las piezas cara abajo, luego la prensa oprime la parte posterior de la pieza y la moldea, la prensa deja una cuadrícula irregular detrás de cada pieza, esto ayudará a una mejor adherencia, sin esta cuadrícula en la cerámica se podrían desprender de la pared. Cuando los bizcochos salen de la prensa, un dispositivo giratorio los voltea para que su cara lisa se ubique hacia arriba, luego se transporta a una máquina secadora que reduce al máximo el porcentaje de humedad, el calor también desprende las partículas sueltas de las piezas.

Posteriormente una máquina pulidora quita todas las partículas sueltas de la pieza, mediante la cinta transportadora las piezas son transportadas a la zona de esmalte para ser bañadas por una capa de engobe y otra de esmalte, luego se transporta el producto a decoración, es decir la serigrafía del diseño final de la pieza.

Finalmente entra al horno monoestrato de rodillos para ser cocido a una temperatura de 1150 °C a 1200 °C variando en función del tiempo y resistencia por cada formato que puede ser entre 30 a 50 minutos. En la cerámica Coboce la cocción se realiza mediante hornos monoestratos, las piezas se mueven por encima de los rodillos y el calor necesario para su cocción es aportado por quemadores gas natural-aire, situados en las paredes del horno, la cual cuenta con tres hornos:

1^{er} Horno, con una capacidad de producción de 50000 m²/mes.

2^{do} Horno, con una capacidad de producción de 150000 m²/mes.

3^{er} Horno, con una capacidad de producción de 250000 m²/mes.

Generando una capacidad total de producción de 450000 m²/mes, este proceso unitario es la transferencia de calor a través del contacto directo de la llama de quema a cada una de las piezas. Teniendo en cada horno tres etapas, las cuales son: zona de calentamiento, zona de quema y zona de enfriamiento.

A la salida del horno, se realiza la selección y embalaje de las piezas cerámicas, para poder ser expuestas a la venta.

OBJETIVOS

Los objetivos que se pretenden con la realización de este proyecto de optimización de la receta de la masa roja gres en cerámica Coboce son:

Objetivo General

Realizar la optimización de las propiedades y características de la masa gres roja de cerámica COBOCE.

Objetivos Específicos

Los objetivos principales para la realización de este proyecto de grado son las siguientes:

- Optimizar la liberación de las arcillas de forma que se alcance y certifique una alta calidad de las arcillas, con el fin de mantener un buen producto y asegurar que la formulación planteada sea sostenible con el tiempo.
- Identificar las características de las arcillas de la receta actual y comparar con las arcillas propuestas, para el mejoramiento y aprovechamiento de la materia prima usada en la producción de la cerámica COBOCE.
- Proponer un método para el mejoramiento de la receta de la masa roja, que nos ayude a optimar la característica actual y mediante la cual formular una nueva receta para lograr una mayor calidad en sus productos, mejorando así todos sus indicadores como ser la absorción de agua de la categoría de clasificación de un grupo BIIb ($6 \% \leq E < 10 \%$) a un BIIa ($3 \% \leq E < 6 \%$), siendo el porcentaje de absorción de agua óptimo para la producción de cerámica de la masa roja gres.

JUSTIFICACIÓN

En la búsqueda de la mejora continua, Coboce Cerámica desea desarrollar una nueva masa con excelentes características para satisfacer su mercado, corrigiendo todos sus indicadores como el corazón negro, contracción, pérdida al fuego, resistencia mecánica cocida y absorción de agua, de forma que se evitará pérdida en el proceso productivo. En la actualidad se trabaja la absorción de agua con el 7 % y se pretende llegar a 4 %, la contracción menor a 7 %, la pérdida al fuego menor a 8 %; para tal efecto se desarrollará una receta con una nueva formulación en la composición de arcillas con el fin de llegar a estos valores.

Mediante el muestreo de liberaciones de arcillas y pruebas a realizarse en laboratorio del control de calidad se podrá obtener las características fisicoquímicas de las arcillas con el objetivo de tener una materia prima estandarizada tanto en la arcilla de incorporación como la de consumo y así obtener una receta de masa gres roja de buena calidad, buscando una solución a este problema realizando su estudio.

Conformación de la receta de masa roja gres en Cerámica COBOCE

En la cerámica Coboce la receta de la masa roja gres está compuesta por diferentes tipos de arcillas, siendo su composición actual de:

48 % Arcilla 1.- Arcilla Plástica

27 % Arcilla 2.- Arcilla Arenosa

25 % Arcilla 3.- Arcilla Semi plástica

Justificación técnica

La explotación de estas arcillas se la realiza a partir de una muestra. Para la implementación del proceso productivo cada una de ellas debe cumplir con las características ya mencionadas, sin embargo al ser minerales de la naturaleza, su composición es variable, puesto que por esta situación se deben realizar dichas liberaciones o aprobación de las mismas. La composición dentro la estructura de la formulación determinará los coeficientes de dilatación contracción y así el de la absorción de agua, por este motivo se estudiará el comportamiento físico y de las propiedades de cada una de ellas, para poder llegar a una mejor receta.

Justificación económica

Las canteras de arcillas que son aprovechadas y explotadas en la cerámica Coboce de pisos y revestimientos, actualmente son de uso exclusivo para su producción, siendo su materia prima que entra directo al sector de barbotina, sector donde se realiza la molienda o trituración de la misma, la obtención del polvo atomizado y luego su almacenamiento en silos.

En este aspecto es importante el estudio de costo-beneficio, para obtener una relación de qué porcentaje de materia prima se implementará en la nueva receta de masa roja gres, donde el costo de la arcilla no debe ser mayor al costo establecido por la empresa Cerámica Coboce.

Si la cerámica Coboce mejora la calidad de sus productos para pisos y revestimientos cerámicos, logrará más clientes satisfechos, aumentando así su comercialización, generando mayores ingresos económicos a la empresa y para la inversión de las canteras de arcillas.

Justificación ambiental

Con la elaboración del presente trabajo se pretende lograr un cambio en la composición y consumos de los diferentes tipos de arcilla, contribuyendo de esta forma a la sostenibilidad de las materias primas, mediante una correcta ejecución en los procesos de liberación de las mismas, sin causar daños al entorno ambiental. Por otro lado la empresa seguirá manteniendo su compromiso a través de su manifiesto ambiental en las diferentes canteras.

La explotación sostenible de arcillas, actualmente cuenta con la ficha ambiental correspondiente, al mismo tiempo se generan barricadas para evitar el deslizamiento del material y se construyen diques de agua para el riego los cuales cuentan con la señalética correspondiente, indicando los lugares de explotación, con el fin de evitar accidentes.

Al mismo tiempo se realizan plantaciones de árboles alrededor de las canteras con el fin de evitar la erosión y derrumbes de los taludes. Estas acciones son llevadas a cabo por el compromiso de responsabilidad que tiene la empresa con el entorno.

Justificación personal

La finalidad de este trabajo es mejorar los parámetros de control de la receta de la masa roja gres, formulando una nueva receta, mejorando la materia prima y sus indicadores propios de la industria cerámica y que la nueva formulación esté dentro de las exigencias de las Normas Bolivianas NB-ISO 10545:4 Baldosas cerámicas.

Mediante este estudio también deseamos aplicar los conocimientos obtenidos durante los 5 años como estudiante de la carrera de ingeniería química, elaborar un óptimo trabajo y aportar con beneficios a la empresa con este trabajo de Proyecto de Grado.