

**Ministerio de Comercio Industria y Turismo
Artesanías de Colombia S.A.**

Fundación Arturo Calle

**Centro de Diseño para la Artesanía
y la Pequeña Industria**

**Proyecto Fortalecimiento de la competitividad de la artesanía
desarrollada por los indígenas del departamento del Guainia.**

Taller Fundamentos de la cerámica

ALEJANDRO RINCÓN DÍAZ D. I.

Bogotá mayo de 2004

INTRODUCCIÓN

El barro no existía como tal al principio de los tiempos, pero se ha ido formando durante millones de años como alteraciones de rocas de origen ígneo como el granito. Las acciones físicas y químicas como la acción del viento, la lluvia, la erosión y los gases causan la continua descomposición de la roca en barro, mientras la tierra exista el barro seguirá formando.

Químicamente es un silicato de aluminio hidratado cuya fórmula es $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$. La diferencia de los barros se debe a la proceso geológico original y a la ubicación del yacimiento.

La plasticidad es la propiedad física más importante del barro y que no posee ningún otro material en la tierra, permite que al mezclarlo con agua se pueda conseguir cualquier forma y de cualquier tamaño, cuando se seca, consigue mantener la forma, al cocerse mantiene la forma y se endurece, se torna denso y vuelve a tener la misma consistencia de la roca y nunca varía. La cerámica cocida al rojo y a más temperatura permanece siempre igual a no ser que se rompa. Los barro más puros son los blancos al cocer, los que necesitan la temperatura de cocción más alta, los menos plásticos y los más difíciles de encontrar. Las impurezas aportan color y plasticidad al barro.

Los distintos tipos de barro se pueden clasificar en una escala que vaya del menos plástico al plástico propiedad que depende de su formación geológica y de las impurezas resultantes del desplazamiento de su lugar original a otro.

Los barros naturales como existen en la tierra difieren en flexibilidad, textura y color, del crudo al cocido, esto se debe a la yuxtaposición con otros materiales de la naturaleza y depende de si el desplazamiento del lugar de su formación original fue debido a un glacial, un volcán, al agua o a otros motivos. Los ceramistas escogen entre los muchos barros que se comercializan o lo extraen de la tierra y generan las arcillas según las propiedades que necesitan para su trabajo.

Factores básicos en el trabajo con la arcilla:

- La arcilla se contrae al secar
- Cuanto más húmeda esté mayor será la contracción
- Las arcillas secas se contraen menos que las grasas con igual contenido de humedad
- La arcilla se agrieta al secarse a menos que esté libre para adaptarse al movimiento de contracción
- Un secado uniforme reduce las tensiones de contracción
- Cuanto mayor sea la diferencia del contenido de humedad de dos arcillas mayor será la resistencia a una unión firme entre sí
- El aumento del contenido de agua reduce la capacidad de la arcilla de sostenerse a sí misma
- La arcilla se torna quebradiza al secarse
- Sólo se pueden unir con seguridad las arcillas húmedas si las superficies de contacto han sido adecuadamente rayadas, humectadas e integradas

TIPOS GEOLÓGICOS DE BARROS NATURALES

- **CAOLÍN O CHINA CLAY** : El caolín primario también llamado caolín residual, se encuentra en el lugar exacto donde se formó; no se ha desplazado. Es el barro más puro y blanco después de cocerlo y el menos plástico. Se emplea para elaborar la

mejor porcelana, la mayoría de la porcelana inglesa está elaborada con caolín primario, como la china, japonesa, india, alemana y coreana. El caolín secundario o china clay también denominado caolín secundario, ha sufrido un desplazamiento. Es casi tan puro como el primario, ligeramente más amarillo, más plástico y menos refractario.

El caolín que se utiliza para crear la porcelana madura a 1480 grados centígrados o más.

- **ARCILLA DE BOLA:** Es un tipo de arcilla que ha sido desplazada por agua, debajo del agua o con agua. Contiene sustancias carbónicas que muchas veces le aportan el color gris o marrón cuando está cruda pero que desaparece al cocerse. Se trata de una arcilla de grano fino y muy plástica, sin embargo es la que presenta un mayor porcentaje de encogimiento.

Al cocerla se consigue un color marfil, no es una arcilla muy común, madura a temperaturas de aproximadamente 1300 grados centígrados. Las pastas blancas y la de porcelana cocidas a cualquier temperatura, pueden contener solo caolín o caolín y arcilla de bola. Siempre que sea posible es mejor usar un poco de arcilla de bola para aumentar la plasticidad.

- **GRES:** Término que algunos geólogos utilizan para denominar un barro natural que se encuentra entre la arcilla de bola y la refractaria; en lo que respecta a la textura, la plasticidad, el color, el encogimiento y la gama de cocción. El barro de gres es muy difícil de encontrar, probablemente sea más fácil que lo coja usted mismo del suelo, que encontrar un yacimiento de donde se extraiga y se comercialice.

El gres debe cocerse a temperaturas elevadas, los efectos sutiles del gres se consiguen con una cocción reductora por ello es aconsejable usar un horno de gas, ya que en él la potencia puede reducirse rápidamente, o incluso desconectarse. La cocción del bizcocho se realiza a 1000 grados centígrados y la del esmalte 1200 a 1300 grados centígrados.

- **BARRO REFRACTARIO:** Se suele desplazar por el viento y la erosión y se vuelve a depositar con óxidos metálicos y sílice puro, lo que provoca que al cocerlo se obtenga una amplia variedad de colores y que sea de grano grueso y duro. Este tipo de barro que abunda en todo el mundo se encuentra en las montañas y en los desiertos, muchas veces sobre el suelo o en el estrato superior de la roca.

Se utiliza para altos hornos, ladrillos para chimenea, tuberías, revestimiento para los cañones de chimeneas, jarras de cerveza, recipientes, etc.

La mayoría de barros refractarios gresifican a 1200-1300 grados centígrados y los colores que se obtienen una vez cocidos, van desde los amarillos claros y grises, hasta rojos oxidados y marrones más oscuros.

El barro refractario de piedra (tipo especial) contiene demasiado sílice o alúmina, sirve para dar dureza a las arcillas y hace que sea más fácil realizar las grandes obras.

- **BARRO COMÚN DE SUPERFICIE:** Se encuentra en todas partes y todos conocemos, por los utensilios de culturas primitivas. Este tipo de barro se ha desplazado geológicamente mucho, se ha vuelto a depositar por fuerzas naturales y se ha vuelto a depositar otra vez. A lo largo de este proceso, coge impurezas que le dan color y más plasticidad, y también hace que se vuelva compacto a temperaturas más bajas que otros barros.

El barro común de superficie se encuentra en estratos compactos y el rocas basálticas, se ha usado a lo largo de la historia como esmalte, ya que se funde lo suficiente para formar esmalte a temperaturas sobre los 1150 grados centígrados.

El barro común se puede hallar en cualquier parte o se puede adquirir en cualquier fábrica de ladrillos, por sí sólo se pueden crear piezas de baja temperaturas o en combinación con otros barros, como colorantes o sustancias plásticas. El barro común se puede cocer a temperaturas altas o puede servir de ayuda a los refractarios para que maduren a temperaturas bajas.

La densidad se da a los 1100 grados centígrados a 1200, aunque este barro se torna duro y resistente a temperaturas más bajas.

CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS DE BARRO COCIDO

Los siguientes puntos relevantes que vamos a tratar son las características básicas de los diferentes tipos de barros y la composición de las pastas o arcillas una vez cocidas. Excepto en el caso de obras de arte de barro crudo, el barro se suele cocer al rojo como mínimo a unos 700 grados centígrados para que adquiera dureza y resulte duradero; cuanto mayor sea la temperatura de cocción mayor será la densidad y la resistencia. Los hornos en los talleres van desde la hoguera al aire libre hasta los 1370 grados o cono 14 como máximo, aunque algunos no alcanzan temperaturas tan altas. Algunos barros, especialmente el caolín, siguen endureciéndose mas allá del cono 14: en un punto determinado todas las arcillas se vitrifican.

Las obras de barro acabadas se clasifican en tres categorías, según la densidad de cocción: baja temperatura, gres y porcelana. Estos términos pueden determinar otras características como flexibilidad, calidad táctil y color, pero la definición exacta corresponde a la densidad después de la cocción. En otras palabras, baja temperatura, gres y porcelana, no existen en la tierra por si mismas, son los nombres de piezas acabadas. El ceramista utiliza las características básicas de los barros naturales, también puede combinar el barro con otros materiales, para producir los siguientes resultados.

BAJA TEMPERATURA.

Baja temperatura es cualquier obra de barro que posea entre el 10 y el 15% de absorción tras la cocción, es decir, cuando una pieza cocida se hierve en agua, su peso aumenta entre el 10 y el 15%. La baja temperatura es relativamente blanda, gredosa porosa, se rompe con facilidad, los líquidos se filtran, no es resistente ni a los ácidos ni a los tintes y pesa poco debido a los vacíos de aire que tiene. Los barros comunes de superficie, que muchas veces contiene hierro y que frecuentemente se cuecen a abaja temperatura, nos hacen pensar que la baja temperatura es rojiza, como los ladrillos y la materas. En realidad, un cuerpo de baja temperatura se puede cocer a cualquier temperatura y puede ser blanco y casi de cualquier color siempre que entre dentro de la definición de densidad.

El grado de densidad o porosidad de una pieza de barro cocido determina su resistencia y durabilidad, y también el encogimiento del cuerpo durante la cocción. Todos los barros se encogen al secarse, pero el encogimiento que tiene lugar durante la cocción depende de lo denso que se torne el barro; a medida que la densidad se va acercando a la vitificación el barro se encoge más. La baja temperatura, con un factor de encogimiento bajo, puede resultar la elección adecuada para realizar formas grandes y complicadas u obras decorativas; sin embargo, el alto porcentaje de absorción hace que sea porosa y frágil. Por otro lado las piezas de baja temperatura presentan una cierta resistencia al choque térmico debido a su porosidad, lo que acrecienta la utilidad para ciertos utensilios de cocina y esculturas de exterior en lugares de clima frío y caluroso.

EL GRES

Gres es el nombre con que se denomina a cualquier obra de barro que tenga entre 2 y 5% de absorción después de la cocción, esto es, que su peso aumenta entre el 2 y 5 % en agua. El gres, con su resistencia y durabilidad suele parecer piedra al tacto debido a su peso y densidad. En la industria, se emplea para realizar productos de cerámica resistentes, como por ejemplo, tubería y ladrillos refractarios para altos hornos y utensilios de cocina. A los ceramistas les gusta la pasta de gres por el aspecto de densa superficie sin esmaltar, en el canto la textura es pedregosa y característico color jaspeado. Las pastas de gres son duras y no es necesario tratarlas con cuidado ni en la fase húmeda plástica ni durante la cocción o después de ella. El gres suele cocer a temperaturas altas, aunque acepta casi cualquiera.

PORCELANA

Porcelana es cualquier pieza de barro que tenga entre 0 y 1% de absorción.

Generalmente es blanca y translúcida si tiene paredes delgadas; el color en una pasta de porcelana tiende a disminuir la translucidez. La porcelana cocida es fuerte, duradera y resistente a los ácidos y a las bacterias, por lo tanto, posee muchos usos industriales.

Una pasta de porcelana típica está hecha con los barros más blancos y cocidos a temperaturas superiores a 1200 grados centígrados con el fin de conseguir la densidad necesaria. Una pasta de porcelana atípica se puede cocer a baja temperatura (1040) si se le añaden los fundentes adecuados.

Los barros más puros son los menos plásticos y los más difíciles de trabajar durante el proceso de fabricación. Una pasta de porcelana no sólo resulta difícil de trabajar en estado plástico, sino también es difícil de cocer por que alcanza la densidad casi en el punto de fusión. Las pastas de porcelanas se agrietan y se rompen con suma facilidad y hay que tomar muchas precauciones durante el proceso de cocción. E incluso entonces, lo normal en los productos industriales es un porcentaje de recuperación del 50%; es decir, una de cada dos piezas sale defectuosa, esto influye directamente en su alto costo.

PREPARACIÓN DE ARCILLAS

Antes de elaborar piezas cerámica, es vital saber qué tipo de barro se va a utilizar. Los cuerpos de barro de grano fino son plásticos y se tornean con facilidad; los de grano grueso tienen buena textura y solidez modelable y son excelentes para trabajarlos a pellizco o golpearlos. Conocer el barro lleva tiempo y puede ser frustrante, sin embargo, no debe sobreestimar la importancia de una buena pasta. Todos los barros hay que prepararlos con sumo cuidado antes de empezar a trabajarlos.

El barro se puede extraer, refinar y mezclar o una pasta se puede formar a partir de otros materiales. Se pueden comprar pastas ya mezcladas de diferentes colores y para diferentes temperaturas.

Tanto si forma la pasta a partir de materiales básicos como si la adquiere ya mezclada, cada vez que trabaje el barro deberá volver a amasarlo. Todos los ceramistas han de aprender a notar cuándo el barro está listo para empezar a modelarlo.

La mezcla de barro no ha de presentar grumos, ni duros ni blandos, ha de estar húmeda o seca de forma uniforme. Para trabajarlo en torno tiene que ser relativamente blanda; para trabajarlo a mano ha de ser un poco más consistente.

El barro plástico que se comercializa ya está listo para empezar a trabajarlo, a veces se le ha extraído el aire, pero sin embargo se debe amasar para que sea más fácil de modelar. El amasado en espiral es el más efectivo para eliminar burbujas de aire, el barro gira y nunca se levanta.

Cuanto mas tiempo pase tras haber mezclado el barro y cuanto más se trabaje, más modelable será.

PROCESO DE PRODUCCION DE OBJETOS EN ARCILLA

El barro se puede modelar de numerosas formas ,no obstante, a nosotros nos interesa las tres maneras más comunes: a mano, con torno, vaciado o con molde de apretón. Saber el método que hay que saber para fabricar una pieza concreta depende de la experiencia con los materiales, los gustos personales, el tamaño, la forma o los requerimientos de una técnica en concreto.

El torno resulta sensual, rítmico e hipnótico, y muchos ceramistas aprecian esas cualidades. Sin embargo, los artistas que trabajan con rollos o con enormes bloque de barro también encuentran el modelado a mano igual de atractiva.

El torno una vez aprendido su manejo, es el método más fácil para elaborar una forma pero toma años dominar la técnica. Las técnicas de rollo y de pellizco son inevitablemente lentas, pero con ella se pueden conseguir texturas diferentes. El trabajo con grandes planchas se puede realizar si al barro se le añade para darle más estabilidad, malla de nylon o fibra de nylon. Asimismo se puede combinara varios métodos.

Algunos métodos son más apropiados para determinadas formas. La utilización de rollos produce con facilidad formas redondas; la elaboración con planchas, formas planas y angulares, pero con cualquiera de los dos se puede fabricar cualquier forma. Con el torno se moldean formas redondeadas que también se pueden conseguir golpeando o cortando.

Los principiantes practican todos los métodos. Los artistas escogen según su intuición o el que resulte más apropiado para la obra.

Cuando se modela barro hay que tener en cuenta otras cuestiones generales, como por ejemplo: el secado, el encogimiento, las bolsas de aire y la necesidad de que , antes de modelarlo, ha de ser homogéneo.

SECADO

El barro ya contiene agua , pero se le añade más para conseguir una mayor plasticidad. La evaporación del agua debe ser uniforme en toda la pieza, ya que este material encoge cuando se seca. Si la pieza se seca por el exterior y no por dentro, o si se secan sólo por los borde, algunas se encogerán de manera diferente, se separará y se romperán. Durante la elaboración es mejor mantener el barro bastante húmedo para poder manipularlo o dejar que se endurezca lentamente para que acepte nuevas adiciones. El barro puede estar siempre envuelto en plástico y se puede humedecer agregando un poco de agua. Se puede reconocer cuando una pieza se está secando mirándola y tocándola. El barro se torna más ligero a medida que se seca. En todas las fases del secado se le denomina barro crudo. Cuando se seca, también se nota más caliente al tocarlo; si no se ha secado completamente es frío al tacto.

HUMEDAD Y ENCOGIMIENTO

El barro no se seca por completo a temperatura ambiente. Durante la cocción se evapora y se reduce más. Generalmente las formas son huecas y de paredes relativamente delgadas, porque el agua que queda retenida en una pared gruesa puede provocar explosiones por la dilatación del vapor que se produce durante las fases iniciales de la cocción.

Las pastas se pueden preparar químicamente para que no presenten ninguna reducción, mezclándola con pequeñas cantidades de barro y grandes cantidades de materiales que

se encogen poco o nada. Sin embargo, al hacer esto se pierde la plasticidad y el cuerpo de barro no se puede manejar con la flexibilidad que le caracteriza.

Una solución para el problema de secado y encogimiento consiste en elaborar paredes delgadas. Cuanto más delgadas sean las paredes, más fácilmente perderán el agua y más suavemente se reducirán. El grosor de pared óptimo es de 1 a 2 cm. A medida que la pieza aumenta de grosor o de tamaño, resulta más difícil controlar su secado y cocción además el tiempo necesario para estos dos procedimientos es mayor. Una pieza gruesa debe cocerse muy lentamente, aumentando la temperatura poco a poco y enfriándola lentamente. Las obras de barro crudo no presentan este problema.

Al barro se le puede agregar materiales inertes para disminuir la reducción, mitigar la deformación del secado y algunas veces para ayudar en el modelado. Al mismo tiempo estos materiales pueden añadir color o textura, reducir la plasticidad y variar la densidad. Materiales como la comida seca de animales (y otros productos alimenticios que pueden ser combustibles, como en el caso del grano de café) se queman y dejan agujeros; la arena añade color y textura; los hilos de nylon o de fibra de vidrio aportan más soporte durante el modelado; tierra, chamote, mica, cemento, piedra molida y minerales metálicos impuros añaden interés al acabado de la pieza y disminuyen la reducción.

BOLSAS DE AIRE

El aire que queda retenido en las paredes de una pieza de barro es un peligro. Al cocer la pieza las burbujas de aire se forman por el método de construcción o por el grosor de la pared. El aire atrapado forma bolsas en las que la humedad puede transformarse en vapor durante la cocción, con tanta fuerza que la pieza puede explotar durante la cocción. Puede entrar aire al unir dos piezas, al crear una estructura con capas de barro, al doblar la arcilla o al hacer un perfil por eso se debe ser extremadamente cuidadoso. Aunque el barro se puede moldear en estado sólido y después vaciarlo antes de que se seque es mejor elaborar piezas huecas de la base a los bordes o añadir trozos antes que se seque para controlar el grosor de la pared todo el tiempo. Si se requiere mucho grosor se pueden practicar diminutos agujeros en el material para que se seque más fácilmente y la cocción sea más segura. Las formas huecas cerradas han de tener un pequeño agujero para eliminar la humedad y el aire.

FUNDENTES

El feldespato forma un puente entre las arcillas y los esmaltes, materia prima de todos los esmaltes. Funde a temperaturas superiores a 1093 grados centígrados.

Una arcilla con suficiente feldespato se puede convertir en un esmalte si se le cuece a cierta temperatura. El feldespato es una de las primeras sustancias que se descomponen durante la desintegración geológica de las piedras madres y forma las arcillas.

Muchos feldespato contiene arcilla o viceversa, de allí viene el nombre de arcilla feldespática.

La mayoría de los feldespato funde a 1150 grados centígrados y actúan como fundentes en gres y porcelana, así como en esmaltes sobre gres y porcelana.

La composición química del feldespato es parecida a la composición química de un esmalte, el feldespato se puede usar por sí sólo como esmalte de alta temperatura (restregado sobre la superficie para dar brillo) o como base de un esmalte de alta temperatura.

Existen tres tipos de feldespato, de calcio, de sodio y de potasio; con alúmina y sílice.

Los feldespatos naturales son mezcla de al menos dos de los álcalis anteriores más alúmina, se definen como espato de sodio, potasio o calcio; según el mineral que predomine, funden a cono 5 (1180 grados centígrados) y cono 10 (1300 grados centígrados).

NOTA: El tamaño de la partícula hace una gran diferencia en el tiempo de fusión de un material, a menor tamaño de partícula (por ejemplo tamizado con malla 100 o 120) la temperatura de fusión es inferior.

ORIGEN DE LOS ESMALTES

Definimos esmalte como una sustancia que en una cocción a cierta temperatura se funde hasta quedar en estado vítreo.

El esmalte fue descubierto probablemente por los egipcios entre el 12,000 y el 3,000 antes de Cristo como resultado accidental de la combinación de arena y sal en una hoguera.

Los egipcios añadieron arcilla a dicha mezcla y descubrieron que se adhería a una superficie vertical. Ellos fueron los primeros en usar esmaltes alcalinos (a base de sodio)

El esmalte se diferencia del vidrio por su composición química, aunque el esmalte es un tipo de vidrio, el vidrio toma forma al fundirse y la mantiene al secarse; mientras que el esmalte se adhiere al barro o metal.

VIDRIO: Se hace con sílice más óxidos metálicos, más óxidos que disminuyen el punto de fusión, más sodio y plomo.

ESMALTE: Contiene como mínimo un elemento más para que el vidrio fundido se aglutine en la superficie vertical.

La alúmina (óxido de aluminio AlO_2) es el aglutinante del esmalte y controla su viscosidad. La arcilla es el fundente habitual del esmalte.

Los chinos crearon esmaltes de alta temperatura en el 2000 antes de Cristo, usando materia descubrieron que la ceniza se adhería a la pared de la cerámica y la hace mas brillante, además los chinos poseían depósitos naturales de rocas feldespáticas y plomo, estos depósitos naturales además contenían cenizas de huesos calcinada que agregada a la pastas de porcelana producen gran resistencia y translucidez.

El plomo fue usado en China desde el 500 a.c. para la elaboración de esmaltes, proporcionaba distintos colores de acuerdo al óxido que se añade especialmente el cobre que produce azul turquesa sobre una base alcalina y verde amarillentos sobre un esmalte con base en plomo.

El esmalte puede ser: mate, brillante, opaco, translúcido, rugoso, suave, coloreado y no coloreado. Es decorativo, impermeable, duradero, fácil de limpiar y resistente a ácidos.

ELABORACIÓN DEL ESMALTE

La mejor forma de controlar el color, la textura y calidad del esmalte, es preparándolo uno mismo; aún así cualquier variación en la mina o durante su proceso de envase puede variar sus características finales.

Los especialistas consideran que existen 1100 variables posibles en una pieza de cerámica, para controlar esto se puede ser más autosuficiente y extraer uno mismo la materia prima, controlando la depuración y luego experimentando con ellas.

Los proveedores de cerámica tienen esmaltes ya preparados y algunos de ellos suministran instrucciones de uso; los esmaltes líquidos reaccionan con los envases plásticos y no se pueden almacenar por mucho tiempo.

En cuanto al color un esmalte de bajo cubierta es equivalente a un engobe y los colorantes son equivalente a los pigmentos.

Siempre que adquiera un esmalte industrial haga pruebas con ellos, la aplicación es tan importante como la cocción, así que se debe practicar para dominar la técnica y controlar la más.

Un estudio completo del esmalte implica aprender la composición química de las materias primas, las características de los óxidos de cada material a diferentes temperaturas y por último los cálculos químicos y matemáticos de los esmaltes.

Si se divide el esmalte molecularmente según la valencia del oxígeno y se elabora una fórmula matemática se comprende la composición del esmalte completamente, pero este es un método extenso y complicado.

MATERIALES PARA ESMALTES

La siguiente es una lista de materias primas para la elaboración de esmalte, éstas se pueden mezclar en proporciones de 50 y 50, o añadiendo 10% de barro común como aglutinante y 10% de sílice para crear esmaltes.

- Barro común de superficie: Se convierte en esmalte por sí sólo a los 1093 grados centígrados. Se caracteriza por tener contenidos de hierro.
- Carbonato de Bario : Material matizante de esmalte de baja temperatura. A altas temperaturas es un fundente. Proporciona color verde al esmalte.
- Bentonita: Es silicato de aluminio muy parecido a la arcilla. Agrega plasticidad a la pasta y es un agente suspensor del esmalte, pero es muy variable.
- Fosfato tricálcico (ceniza de hueso): Es un fundente poco activo de alta temperatura. Utilizado en pastas y esmaltes.
- Bórax: Fundente alcalino de baja temperatura para esmaltes.
- Carbonato de Calcio: Fundente poco activo y blanqueador. Provoca endurecimiento del esmalte.
- Dolomita: Compuesto de magnesio y calcio utilizado para esmaltes mates.
- Borato de calcio: Fundente para esmaltes de todas temperaturas.
- Ilmenita o titanio de hierro: Utilizado como colorante.
- Carbonato de plomo: Fundente de baja temperatura, debe usarse como frita. No apto para vajillas.
- Carbonato de magnesio: Material matizante, único óxido que proporciona color púrpura.
- Magnetita: Oxido de hierro negro, utilizado para jaspear pastas y esmaltes.
- Rutilo: Oxido de titanio impuro, colorante naranja en pasta o esmalte. Sirve para hacer esmaltes mates.

- Sílice: Todos los materiales cerámicos contienen sílice materia prima de todos los esmaltes. Aporta el 50% de vitrificante al esmalte.
- Carbonato de sodio: Fundente activo soluble en todas las temperaturas.
- Talco o silicato de magnesia (piedra jabón o esteatita): Utilizada para la elaboración de pastas y matizar esmaltes.
- Óxido de estaño: Opacificante de muchos esmaltes, puede dar un tono rosado en atmósfera de reducción y es fundente de alta temperatura. También se utiliza en tintes rosa de cromo.
- Óxido de zinc: Blanqueador del esmalte, en un 25% o más producirá cristales en el esmalte si la temperatura es la adecuada.

MEZCLA TÉCNICA DE UN ESMALTE

Aglutinantes: El esmalte necesita un aglutinante para que se adhiera a la pared de la arcilla durante la cocción, la alúmina de la arcilla funciona como tal. La mayoría de los esmaltes necesita un 50% de sílice como vitrificante, los fundentes se emplean para disminuir el punto de fusión de la alúmina y el sílice, por lo tanto un esmalte está formado por:

- Sílice
- Alúmina
- Fundente
- Aglutinante
- Vitrificante

Agentes suspensores : se puede usar un agente suspensor para mejorar el esmalte, los materiales del esmalte son pesados y tienden a irse al fondo o endurecerse con el tiempo, para evitar esto se puede usar goma arábiga, CMC (carbometil celulosa).

En la mayoría de los esmaltes la aplicación de una capa gruesa o delgada crea mucha variaciones visuales. Los efectos causados por la aplicación del esmalte sobre o bajo del esmalte es uno de los enigmas de la cerámica. Existe tantas posibilidades como métodos de aplicación.

MATERIALES FUNDENTES PARA ESMALTE

Otra forma de experimentar con el esmalte es empezar con un material compuesto que se funda a una temperatura determinada como por ejemplo una frita, para baja temperatura o un feldespatos para alta.

Muchas veces un esmalte de baja consiste en una frita como fundente, más 10% de arcilla y 10% de sílice; los feldespatos suelen ser los principales componentes de un esmalte de alta. Las cenizas orgánicas pueden funcionar como base de un esmalte en reemplazo del feldespatos o una frita.

FRITA: Proceso mediante el cual se calcina los óxidos solos o mezclados entre sí para reducir su toxicidad y su coeficiente de dilatación.

Es difícil lograr esmaltes de baja temperatura al usar fritas por ser fundidos previamente se funden mejor la segunda vez por esta razón son aptos para esmaltes de baja temperatura.

La mayoría de las fritas se catalogan como fritas de plomo o de boro, puesto que éstos son los fundentes activos de baja temperatura.

La frita de plomo aportan brillo y una fusión activa, aunque el plomo produce colores amarillentos.

Las fritas alcalinas son transparentes o translúcidas e incoloras, el clásico esmalte de dos fritas contiene 40% de una frita de plomo, 40% de una frita alcalina, 10% de barro y un 10% de sílice.

Se elaboran fritas especiales para esmaltes vitrificables para vidrio y porcelana. Además de colores especiales como rojo fuego, naranja intenso y amarillo limón. Estos colores se queman a alta temperatura (frita) y se usan como esmalte de baja temperatura 1177 grados centígrados.

El óxido de cadmio y selenio producen colores naranja y amarillo.

Las fritas se pueden colorear fácilmente con óxidos metálicos. Se pueden emplear también para alta pero algunas de ellas forman burbujas arriba de los 1093 grados centígrados; algunas veces con resultados interesantes.

La composición de la frita o del esmalte influyen en el color del acabado.

FELDESPATOS

Considerados las fritas de la naturaleza. Se recomienda experimentar con ellas como esmalte de baja temperatura, 80% de feldespato, 10% de arcilla y 10% de sílice.

Recordemos que existen tres tipos de feldespato, de sodio (sienita), de calcio (nefelina) y de potasio (pegmanita). La composición del feldespato influyen en los diversos colorantes que se añaden al esmalte, en baja tanto como en alta.

CENIZA ORGANICA

Uno de los materiales más antiguos para la fabricación de esmaltes, según la temperatura, cantidad de madera y el tiempo de cocción pueden crear superficies brillantes sobre el bizcocho. Se puede controlar más si se agrega agua a la ceniza y se aplica sobre el bizcocho como si fuera esmalte o si se extienden las piezas curdas sobre las cenizas. Distintos tipos de ceniza crean distintos efectos; para conocerlos mejor se deben hacer pruebas a diferentes temperaturas. Las cenizas de madera contienen alcali y sílice y posee casi todas las propiedades necesarias para formar un esmalte pero le faltaría un aglutinante es decir el barro.

El esmalte sería entonces 50% de ceniza, 50% de barro común cocidos a cono 5 y 10.

Otra fórmula también puede ser 75% de ceniza y 25% de barro.

La ceniza de cualquier material orgánico puede funcionar como esmalte.

MATERIAS ORGANICAS COMO INGREDIENTES PARA LA FABRICACIÓN DE ESMALTES

Las cenizas de materias orgánicas más agua se deben probar a varias temperaturas, mezcladas en proporción de 50% -50%, 60%-40%, etc. Con un componente de esmaltes o con mezclas de esmaltes.

Probar las cenizas de plantas con varios tipos de barro: rojo, caolín, arcilla de bola, refractario en proporciones de 50-50 para mantener las cenizas en suspensión se puede agregar barro o bentonita, agentes suspensores o sales.

CENIZAS ORGANICAS QUE FUNCIONAN COMO ESMALTES

- Carbón
- Eucalipto
- Caléndula
- Hoja de pino
- Rosa
- Bambú
- Baganvilia
- Ave de paraíso
- Paja.

Haciendo pruebas se pueden obtener varios resultados usando cenizas blancas y negras.

Las cenizas lavadas en agua difieren de las no lavadas ya que pierden las impurezas. Cuando no se lavan es más difícil controlarlas sobre el esmalte.

Las cenizas tienen fluidez, un color verdusco y una superficie con textura dependiendo de lo que se mezcle con ella.

Usando algas de agua dulce o agua salada se pueden obtener resultados interesantes, envolviendo las piezas en ella o usando sus cenizas.

ESMALTES ELABORADOS CON RESIDUOS

Usando alimentos, flores, cortezas, hojas y raíces se pueden lograr resultados interesantes si se les amontona sobre o alrededor de las piezas crudas.

En los supermercados hay una gran fuente de materias primas identificando en la etiqueta alimentos que contengan minerales que también se usan en la fabricación de esmaltes. Podemos utilizar estos alimentos como base en la preparación de esmaltes. Probar también minerales que desconozca como el potasio, el sodio, el magnesio, el calcio, la dolomita, zinc, cobre, que se encuentran en productos como cloruros, nitratos, fosfatos, carbonatos, sulfatos. Estas pruebas se deben realizar con los materiales aislados o mezclados con sílice, arcilla y feldespato para acabados bajo y sobre esmalte.

COLORES

En el proceso de coloración del esmalte se usan óxidos metálicos que provienen de la tierra.

Elaboración de una paleta personal: El ceramista debe crear su propia paleta de acuerdo al rango de temperatura que maneja. Esta paleta se hace con muestras de esmaltados de prueba. Esta tarea es más difícil con esmaltes comerciales pues no todos los fabricantes revelan los ingredientes y composición de los esmaltes.

Todos los esmaltes comerciales y los colorantes están coloreados de forma artificial para obtener un color similar al que presentan.

OXIDOS METÁLICOS: Los óxidos metálicos naturales que soportan la temperatura de los hornos son mínimos por lo tanto la paleta de colores es limitada. Algunos óxidos metálicos se encuentran como metales con diferentes valencias de oxígeno, por ejemplo: óxido de hierro rojo Fe_2O_3 , óxido de hierro negro FeO y magnetita Fe_3O_4 .

Algunas moléculas de óxidos metálicos nos llegan en forma de carbonato, los óxidos tienen un átomo de oxígeno y tres de carbono, más tres átomos de oxígeno, más tres

átomos de metal. Los carbonatos tienen un color más débil que los óxidos, se puede usar más carbonato o menos óxido para obtener el mismo color, entonces el óxido proporciona un color fuerte y el carbonato un color claro.

Las sales de metales como los cloruros, los nitratos y los sulfatos también se pueden emplear como colorantes. Estos son aún más débiles debido a la alta valencia de oxígeno y a la cantidad de ácido por átomo de metal. Las sales son usadas principalmente para dar brillo o para dar color sobre y bajo esmalte.

Los siguientes son porcentajes de óxidos para la elaboración de esmaltes, para la elaboración de engobes multiplicar estos valores por 3.

- Cadmio y Selenio en proporciones del 10 al 15 % producen colores rojos y amarillo en baja temperatura y en atmósfera de oxidación.
- Cromo entre el 1 y 2 % de óxido de cromo se produce color verde oscuro, el color se mantiene igual durante la oxidación y la reducción pero en presencia de zinc el verde puede tornarse rosado o coral.
- Cobre, existen tres posibilidades, el óxido de cobre negro, rojo y carbonato de cobre. Se añade en proporciones del 3 al 6%. Si se añade 6% de cobre se obtiene verde negruzco metálico. En esmalte con base de plomo se obtiene verde hierba. En esmaltes alcalinos se obtiene turquesa siempre y cuando no haya plomo ni zinc. Durante la reducción el cobre se torna rojo, emplea entre el 0.5 y 2% en base alcalina y quémlolo a cono 04 (1160 grados centígrados)
- Cobalto, existen dos posibilidades de agregar cobalto al esmalte, uno como óxido de cobalto y otro como carbonato de cobalto; entre el 0.5 y 1% produce un azul medio, entre el 2 y 4% produce un azul noche, si agregamos zinc a la fórmula se intensifica el tono del azul, si agregamos magnesio se torna púrpura, si agregamos óxido bórico se torna rojizo. Se puede cocer a cualquier temperatura, en altas temperaturas funciona como fundente.
- Ilmenita, compuesto de hierro y titanio, $FeTiO_3$ entre el 1 y 6% para tonos cálidos y marrones, para esmaltes o para la coloración de pastas.
- Hierro, óxido de hierro rojo y negro del 2 al 4% color ámbar, del 5 al 8% rojo amarronado y del 8 al 15% marrón oscuro. Los alcalos y el potasio intensifican los tonos rojos, el calcio aclara y amarillea los colores, el zinc los oscurece y en atmósfera de reducción produce tonos verdes, de acuerdo al porcentaje de la mezcla.
- Magnesio o dióxido de magnesio o carbonato de magnesio, del 2 al 10% cocido con cono 10 (1300 grados centígrados) ofrece color dorado, su color natural es café rojizo pero cuando se prepara en esmaltes a base de bórax se produce púrpura. El hierro y el magnesio resultan buenos colorantes y son económicos.
- Níquel del 0.5 al 1% producen negro y verde, en menos cantidad produce gris verdoso. Si se utiliza con otros óxidos puede producir azules. Además es refractario.
- Rutilo, dióxido de titanio puro TiO_2 entre el 5 y 10% produce color blanco, del 10 al 15% amarillo naranja y naranja oscuro, cuando se cuece en atmósfera reductora se torna gris.
- Estaño, el óxido de estaño es popular para crear blanco cremoso, se utiliza especialmente en baja temperatura, se pueden obtener tonos rosas en algunos esmaltes en proporciones del 5 al 10%, también se utiliza como opacificador de los esmaltes.
- Circonio, se utiliza combinado con sílice para opaquizar, entre el 10 y 15% para generar blanco, no lo afectan los cambios de atmósfera

COLORANTES INDUSTRIALES

Son elaborados a partir de óxidos colorantes básicos, combinados con otros elementos que los estabilizan. Se usan en un porcentaje mayor que los óxidos metálicos.

Se usan principalmente para decoración sobre y bajo esmalte.

Los porcentajes de colorantes que aparecen a continuación están calculados para esmaltes, si son utilizados para engobes deben ser multiplicados por 2 o 3, la mayoría de ellos son estables a altas temperatura.

- Colorantes azules

- tipos de cobaltos del 1 a 2%
- azules pálidos de alúmina del 8 a 10%
- verde azulado de cromo y cobalto del 2 a 4%
- turquesa de vanadio del 8 a 10%
- azules de cobre del 4 a 6%

- Colorantes verdes

- verde oliva de cromo del 2 a 4%
- esmalte sin zinc (el zinc hace que el cromo se torne amarronado)
- verde de vanadio y cobre del 4 a 12%

- Colorantes de cadmio rojo, naranja y amarillos
cadmio y selenio entre el 10 y 15%. Requieren baja temperatura y atmósfera de oxidación

- Colorantes amarillos

- amarillo Nápoles, antimonio al 10% para esmaltes de baja temperatura, funcionan mejor en una base con plomo y zinc.

Amarillo de cromato de plomo 10% sólo por debajo del cono 5.

Amarillo limón , amarillo mostaza de estaño y vanadio 8 y 10%, produce gris y no amarillo en reducción.

Amarillos, naranjas de praseodimio entre 4 y 12%, estables a cono 10.

Amarillos de vanadio y zirconio 10%, estables a cono 10, los mejores resultados se obtienen en esmaltes con bajo contenido de boro.

- Colorantes rojos amarronados

- Rojos amarronados y azules rosados de cromo y estaño 10% utilícelos en bases que no contengan zinc y con opacificador de estaño o circonio, muchos son estables a altas temperaturas.

Rojos amarronados y rosas de magnesio 10% estables a altas temperaturas, cono 12.

- Colorantes melocotón

- Rosas de cromo y estaño entre 10 y 12 %, en esmaltes que no contengan zinc; utilice el estaño como opacificador

Rojos y violetas de magnesio entre el 2 y 10 % estables a altas temperaturas.

Rojos de cromo y alúmina entre el 10 y el 12 % se obtienen los mejores resultados en esmaltes con contenidos de zinc.

- Colorantes marrones

- Marrones rojizos de hierro entre 2 y 4 % para ámbar; 10 % para marrón oscuro, adecuados para cualquier base de esmalte.

Tostados de Cromo, alúmina y zinc, entre 5 y 10 % el zinc en la base del esmalte mejora el color.

- Colorantes negros Negros de hierro, entre 2 y 10 %; negro amarronado Negro de cobalto, entre 2 y 5 %; negro azulado

Negro de cobalto y cromo, entre 2 y 5 %; negro verdoso.

Negro sin cobalto, entre 2 y 5%; normalmente negro grisáceo.

RESUMEN DE LOS USOS DE LOS COLORANTES

- Mezclados con engobes para dar color
- Mezclados con pasta de barro para dar color
- Mezclados con esmaltes para dar color
- Aplicados en serigrafía y calcomanías para dar acabados sobre esmalte
- Pintados con esponja sobre bizcocho para dar texturas

HERRAMIENTAS PARA COLOREAR CERÁMICA

- Para fabricar sus propias herramientas de decoración comienza a partir de una pasta blanca a la que se le añaden colorantes.
- Para hacer lápices de color ponga la pasta coloreada en una dulla (jeringa metálica para decoración) y haga barras de 12cm de largo y 7mm de diámetro. Cuézalas entre 815 y 927 grados centígrados que es la temperatura adecuada para que endurezcan y marquen sobre el bizcocho.
- Para hacer lápices de cera, agregar cera a la pasta de barro coloreada sin agua. Se dejan secar al aire libre y no se cuecen.
- Para hacer tizas modele a mano la pasta coloreada de tal forma que se pueda sujetar con la mano. Cuézalos entre 815 y 927 grados centígrados.

VARIACIONES EN LOS ESMALTES

Es útil saber convertir cualquier esmalte transparente básico en opaco o mate a cualquier temperatura. Esto se puede hacer con la adición de un solo ingrediente.

Esmalte mate, se toma un esmalte transparente básico y se le añade creta, zinc, carbonato de magnesio, dolomita o caolín al 5%.

Esmalte opaco, el término opaco se usa para definir un esmalte blanco opaco, sin embargo se puede añadir color y conservar la opacidad; los opacificantes de zirconio se mantienen blancos a cualquier atmósfera añadiendo del 10 al 15% de óxido de zirconio.

TÉCNICAS PARA PINTAR CON ESMALTE

Lo primero es limpiar la pieza con una esponja húmeda en alcohol, el área de trabajo debe permanecer limpia cuando se va a aplicar esmalte o recién han sido aplicados no se debe barrer el suelo, tampoco se debe usar lija sobre las piedras crudas o bizcochadas; no usar cremas de mano a menos que se usen guantes; estos factores afectan principalmente a esmaltes de baja temperatura, los esmalte de alta son más resistentes y tienen composición química diferente.

Para pintar con pincel primero se moja y se seca el pincel con una esponja húmeda, se vierte el esmalte en un plato y se sujeta el pincel a 15 grados pasándolo sobre el líquido o sumergiéndolo literalmente en él.

La pincelada se compone de tres movimientos: abajo, a lo largo y arriba.

El esmalte se puede aplicar uniformemente con 3 o 4 capas en direcciones opuestas.

Practique las pinceladas sobre papel periódico con agua y tinta china. Sujete el pincel con firmeza pero con suavidad, moviendo todo el brazo para dar grandes pinceladas. Para hacer pinceladas grandes y pequeñas sujete el pincel con flexibilidad.

ERRORES DEL ESMALTE

Los siguientes son los errores más comunes que se presentan durante o después de la cocción. En cerámica la mayoría de errores se pueden corregir. Muchas veces los errores de esmaltes son causados por pastas inadecuadas o por técnicas de cocción incorrectas. Es necesario comprobar todas las posibilidades para encontrar la causa.

- **CUARTEADO:** Especialmente causado cuando el esmalte se dilata más que la pasta. En ocasiones es intencional y se llama craquelado. Si la superficie se cuarteas se ha de aumentar la expansión de la pasta o disminuir la del esmalte, este ajuste es posible pero se deben realizar pruebas.

El sílice posee un coeficiente de dilatación muy bajo, añadiendo sílice al barro se aumenta la dilatación, si se le añade al esmalte se disminuye la dilatación relativa a los otros óxidos del esmalte. Comienza añadiendo 10% de sílice a la pasta o al esmalte pero nunca a los al tiempo. También se puede añadir óxido de sodio o magnesio (alto coeficiente de dilatación) en reemplazo del sílice o mezclado con él.

Un craquelado grande indica que el esmalte está cerca de ser el adecuado, uno pequeño y abundante indicará lo contrario.

Para aumentar el craquelado aumentar la cantidad de óxidos de alto coeficiente de dilatación como el óxido de sodio o de potasio.

Embellezca el craquelado utilizando tinta china o jarabe de azúcar carbonizado, diluido en agua y aplica con brocha sobre la pared craquelada.

- **CLAROS Y ESCURRIMIENTOS:** Los claros pueden ser causados por impurezas, polvo, grasa de las manos. Para evitarla limpie muy bien la superficie de la cerámica con una esponja húmeda en alcohol, en ocasiones estos claros son originados por los químicos del esmalte. Esto se corrige añadiendo una sustancia esponjosa al esmalte, como el carbonato de magnesio, comenzando con un 10% hasta que desaparezca el efecto.

El escurrimiento es causado por una capa muy gruesa de esmalte o por una quema a temperatura muy alta.

- **ROTURAS:** Son causadas por enfriamiento. También pueden aparecer cuando la temperatura aumenta aunque esto también se puede dar por tensiones debido a errores en la fabricación.

Las roturas son pues causadas por el barro y aparecen más en la pastas finas muy densas y sin chamote.

- **PICADURAS:** Son provocadas por los siguientes factores:

Burbujas de aire creadas durante la aplicación del esmalte sobre un bizcocho al que no se le ha limpiado el polvo.

Temperatura de cocción baja que provoca mala relación entre la pasta y el esmalte.

Cocción de bizcocho muy baja que no ha eliminado por completo los gases presentes en la arcilla.

Una elevada cantidad de sustancias que hierven en el esmalte durante la cocción, por ejemplo el boro. Esto se puede controlar mediante la adición de un 5% de óxido de zinc.

- **DESCONCHADO:** El esmalte se comprime demasiado y explota u oprime el barro de tal manera que se rompe, cuando esto ocurre en la superficie del labio, en el borde de una asa o en un canto, puede ser causada por el número excesivo de retoques o a las numerosas pasadas de la esponja durante la fabricación.

Se cree que el sílice y el chamote que ascienden a la superficie durante la quema causan este problema. Mucha arcilla refractaria o sílice también pueden causarla.

PRUEBA DE HORNO PARA ESMALTE

- En una plancha de la misma arcilla usada para los productos, bizcochada de 3cm de ancho por 10cm por 4mm de espesor aplicar una placa de esmalte con el método habitual y cocer a la temperatura adecuada.
- Si no se deforma no hay tensión ni compresión.
- Si se arquea produciendo una concavidad hay tensión, lo que indica que el coeficiente de dilatación del esmalte es superior a la pasta.
- Si se arquea en sentido contrario (convexo) hay compresión, esto significa que el coeficiente de dilatación de la pasta es superior a el esmalte.

PRUEBA DE DENSIDAD DEL ESMALTE

De acuerdo al tipo de pared sobre el que se va aplicar el esmalte, se debe controlar la densidad del mismo cuando está líquido. Esto se logra con la siguiente prueba de laboratorio; primero se toma una pipeta con capacidad de 100cc y se pesa, luego se agrega el esmalte líquido y se pesa de nuevo. A ese resultado se le resta el peso de la pipeta y se divide entre 100. Esto nos da como resultado el peso específico o la densidad (densidad del agua =1)

- Bizcocho muy poroso, menos de 700 grados centígrados: densidad =1.3 a 1.4
- Bizcocho de baja temperatura, 700 a 900 grados centígrados: densidad = 1.4 a 1.5
- Semi vitrificados, 900 a 1000 grados centígrados: densidad = 1.6 a 1.65
- Vitrificados, 1000 en adelante: densidad = 1.7 a 1.8

ESPESOR DE CAPA PARA CADA ESMALTE

- Esmalte transparente, de 0.8 a 1mm de espesor
- Esmalte opaco, de 1.2mm de espesor
- Cristalinos, de 2mm

Aplicación del esmalte por vía húmeda, diluido al 50% en agua
500cc de agua X kg esmalte en polvo.

TABLA GENERAL DE OXIDOS FORMADORES DE ESMALTES

BASICO		anfoterico mixto		Acido	
Ro	RO2 (Monóxidos)	R2O3 (Trióxidos)		RO2 (Dióxidos)	
Oxido de Plomo	PbO	Alumina	Al2O3	O. Sílice	SiO2
Oxido de Bismuto	BiO	Oxido Borico	B2O3	O. Estaño	SnO2
Oxido de Sodio	Na2O	Oxido Bismuto	Bi2O3	O. Titanio	TiO2
Oxido de Potasio	K2O	Antimonio	Sb2O3	O. Zirconio	ZrO2
Oxido de Zinc	ZnO	Arsénico	As2O3		
Oxido de litio	Li2O				
Oxido de Calcio	CaO				
Oxido de Estroncio	SrO				
Oxido de Bario	BaO				
Oxido de Magnesio	MgO				

ACIDO		ACIDO	
R2O5 (Pentoxidos)		R	(Elemento)
Oxido Fósforo	P2O5	Fluor	F
Vanadio	Sb2O5		
Antimonio	Sb2O5		
Arsénico	As2O5		

CALCULO DE UN ESMALTE DE 780 A 800 GRADOS CENTÍGRADOS Esmalte transparente de baja temperatura (momo silicato de plomo)

La formula química del esmalte es: 1PbO 1SiO2

Si el oxido de plomo lo incluimos en forma de minio, multiplicaremos 1 por su peso equivalente (229). Igualmente, multiplicaremos 1 por el peso equivalente del cuarzo (60), que nos aporta la sílice, y obtendremos la siguiente formula en peso:

Minio = 229

Cuarzo = 60

Para obtener los porcentajes de cada material, primero se suman los pesos de todos los materiales de la receta, y luego se dividirá el peso de cada uno de ellos multiplicado por cien por el peso de toda la receta:

$$\frac{229 \times 100}{289} = 79$$

$$\frac{60 \times 100}{289} = 21 \quad 229+60= 289(\text{peso de la formula})$$

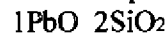
Peso equivalente del: Minio = 229
Cuarzo = 60

79 % de Minio
21 % de Cuarzo

BISILICATO DE PLOMO

Calculemos ahora otro esmalte cuyo contenido de plomo no sea tan soluble al contacto con los alimentos (vajilla), para lo cual se incluirá más sílice que en el esmalte anterior, con lo cual ascenderá la temperatura de fusión, a razón de unos 15 o 20 grados por cada 0.1 moléculas de sílice. Se incluirán dos moléculas de sílice por cada una de plomo, con lo que obtenemos un bisilicato de plomo poco soluble. Llegamos así a otra mezcla eutectica, cuya temperatura de fusión es de unos 900 grados cuando esta fritado (crudo es más lento para fundir, como todo esmalte). Para disminuir la solubilidad del plomo habría que agregar un poco de alumina a este esmalte cosa que por ahora no haremos.

Formula química:



El calculo se efectúa así: se multiplica el oxido de plomo por su peso equivalente (1 X 229), y la sílice por el suyo (2 x 60). La receta por lo tanto, es :

Minio 229

Cuarzo 120

El plomo también podría ser incluido como Litargirio o como carbonato de plomo, en cuyo caso se multiplicara su peso pedido en la formula por el peso equivalente de esos materiales. Nosotros hemos usado Minio, dado que es mas puro que el Litargiro y menos volátil que el carbonato del plomo al manipularlo. Reduzcamos ahora la formula practica a porcentaje:

$229 + 120 = 349$. dividamos ahora cada ingrediente multiplicado por cien por el peso total obtenido: $229 \times 100 : 349 = 65.616$ y $120 \times 100 : 349 = 34.383$. se tiene entonces la siguiente receta (despreciando el pequeño error decimal):

Minio 65.61 %

Cuarzo 34.38 %

Que es exactamente la misma receta, pero reducida ahora porcentaje.

COMO DEDUCIR LA FORMULA QUÍMICA DE LA FORMULA PRACTICA O RECETA

Supongamos que tenemos la formula practica de un buen esmalte, y que queremos deducir de ella la formula química, a fin de determinar si responde a las características generales de los esmaltes típicos o para estudiar la correlación de sus equivalentes. Analizaremos un esmalte de buena calidad, transparente, para 1020 a 1040 grados.

Formula practica:

Minio 62 %

Cuarzo 21.5 %

Arcilla 11.5 %

Carbonato de calcio 5 %

En primer lugar debemos dividir el porcentaje con que cada material aparece en la formula dada por su peso equivalente, según el o los óxidos que aporta cada uno de esos

materiales (recordemos que la arcilla aporta una molécula de alumina y dos de sílice, y que el feldespato aporta una molécula de alumina, una de álcalis y seis de sílice).

Minio $62 / 229 = 2.270 \text{ PbO}$
Cuarzo $21.5 / 60 = 0.358 \text{ SiO}_2$
Carbonato de calcio $5 / 100 = 0.050 \text{ CaO}$
Arcilla $11.5 / 258 = 0.44 \text{ Al}_2\text{O}_3$
Arcilla $11.5 / 129 = 0.089 \text{ SiO}_2$

Sobre los cocientes obtenidos se recompone la fórmula del siguiente modo, sumando puntos a aquellos óxidos que entren dos o más veces separadamente, en este caso la sílice, que entra con la arcilla y también con el cuarzo.

0.270 PbO 0.044 Al₂O₃ 0.447 SiO₂
0.050 CaO

pero como la suma de los óxidos básicos debe reducirse a la unidad con respecto a la totalidad de la fórmula, deberemos dividir por $(0.270 + 0.050) 0.32$ los cuatro equivalentes moleculares, para así obtener la fórmula definitiva en que los óxidos del grupo básico sumen 1 en total:

0.843 PbO 0.137 Al₂O₃ 1.396 SiO₂
0.156 CaO

Cuando los materiales implicados en la fórmula sean muchos, se efectuará un cálculo tabular para facilitar las operaciones.

FORMULAS PARA ESMALTES

Esmalte transparente de 950 grados (oxidación)

Minio 75 %
Cuarzo 25 %
Óxido de cromo 1.500

Esmalte opaco 950 grados (oxidación)

Minio 75%
Cuarzo 25%
Cromo 2.500

Esmalte opaco oscuro 950 grados (oxidación)

Minio 68.140%
Cuarzo 5.98%
Óxido Cromo 5.500 %
Carbonato de calcio 3.320 %
Caolín 17.140 %

Esmalte base para 1020 grados centígrados (oxidación)

Minio 66%
Cuarzo 21%
Feldespato 13%

Oxi. Estaño 12 %

Esmalte de Hidroburacita, base para oxido de cobre al 2.5 % para 1040 grados centígrados (oxidación)

Feldespato 10.8%
Hidroburacita anhidrida 61.06 %
Carbonato de Bario 59.22%
Oxido de zinc 8.14 %
Cuarzo 7.8%

Esmalte para Gres, 1160 a 1180 grados centígrados (oxidación)

Blanco opaco base para agregar oxidos.

Borax Anhídrido 12.2 %
Feldespato 3.5%
Carbonato de calcio 24.8 %
Arcilla Blanca 25.07 %
Cuarzo 34.183%

Esmalte base para 1020 grados centígrados (oxidación)

Bisilicato de Plomo 68%
Caolín 12%
Pegmatita 15%
Creta 5%

Esmalte base para 1020 grados centígrados (oxidación)

Feldespato 52%
Carbonato de Bario 16%
Oxido de zinc 12 %
Caolín 10%
Sílice 10%

Esmalte para 1040 grados centígrados (oxidación)

Feldespato sodico 44%
Creta 18%
Caolín 10%
Sílice 28%

Formula para pastas de 1230 grados centígrados

Arcilla aluminosa 50%
Caolín 20%
Chamote aluminoso 30%

Formula para placas de horno

30% de arcilla aluminosa sin cal
30% de caolín
40% chamote mediano (de ladrillo refractario o porcelana)

*Trabajarla seca y a presión, el espesor debe ser de 2.5 cm aprox. Temperatura de cocción 1200 grados

Formula para cemento refractario para hornos.

25% de arcilla blanca aluminosa sin cal

40% de caolín puro

35% de polvo de ladrillo poroso (sobrante de fabricas de ladrillo)

20cc silicato de sodio (como desfloculante por cada kilogramo)

Para cemento que se aplique cerca de resistencias agregar mayor porcentaje de silicato.

BIBLIOGRAFÍA

Fernández Chiti Jorge, Manual de esmaltes cerámicos, ediciones Condorhuasi, Argentina 1987 tomos 1, 2, 3 y 4.

Peterson Susan, Artesanía Arte y Barro, Blume, Singapur 1992

Chisty Geraldine, Pearch Sara, Escuela de arte paso a paso, cerámica, Blume Hon kong 1993.

Harvey David, Cerámica creativa, Ediciones CEAC, España 1984.