

DEFINICION DE LOS ESMALTES CERAMICOS

Una de las definiciones que se suelen dar para conceptuar el esmalte es : “un esmalte es un vidrio supercongelado”. Esto obedece a la similitud con el agua que a temperatura $>$ a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ se licúa adoptando su estado físico normal, y a temperaturas $<$ a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ se solidifica formando el hielo. Igualmente un esmalte cerámico o los compuestos que en él intervienen funden a una temperatura determinada, creando un estado fluido, más o menos viscoso, y escurriendo al llegar a ciertas temperaturas. La diferencia se establece dado que el esmalte por su viscosidad tiene un amplio rango en su cambio de estado físico, y por otra parte nos interesa interrumpir este cambio de estado, grados antes de que empiece a fluidificarse, en el punto en el que se ha dado el tiempo y temperatura suficiente para que los compuestos hayan formado una estructura molecular denominada “silicatos”, se haya integrado al soporte (arcilla) formando la interfase y antes de que por exceso de temperatura adquiera una fluidez excesiva provocando el deslizamiento o escurrimiento del esmalte.

A partir del punto de la fusión el esmalte adquiere su verdadera naturaleza - se crea o se forma el esmalte - y con la interrupción del calor y descenso de temperatura “congelamos” el esmalte formado, el cual volverá nuevamente a su fase líquida si lo elevamos nuevamente a su propia temperatura de reacción.

Otra forma de definir al esmalte cerámico puede ser : un conjunto de materias que funden y vitrifican al ser sometidas a una temperatura determinada. Materias diversas que en conjunción con la sílice incorporada o absorbida del propio soporte y que actúa como vitrificante, crea redes o estructuras moleculares denominadas silicatos de acción irreversible.

Actualmente el concepto con el que se define al esmalte es :

“Esmalte es todo compuesto, o mezcla de ellos, que funden total o parcialmente a temperaturas superiores a 650°C y que a merced a esta vitrificación se une íntimamente con un soporte que puede ser una pasta cerámica, un vidrio o un metal”.

Ello quiere decir que la definición de esmalte es muy general y engloba gran cantidad de compuestos que en principio podrían parecer distintos. Sin embargo, todos ellos cumplen dos requisitos :

- 1° se obtienen a temperaturas relativamente elevadas
- 2° se aplican sobre un soporte.

Otros nombres con los que se suele definir al esmalte cerámico son : barniz, cubierta o vidriado. Estos conceptos debieran de emplearse cuando se trata de esmaltes vitrificados de superficie brillante y reservar el nombre de “esmalte” para designar al concepto más general.

CLASIFICACION DE LOS ESMALTES

Los esmaltes según su grado de transparencia y brillo se clasifican en :

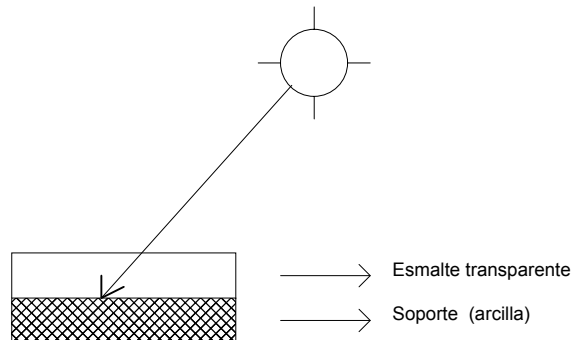
- TRANSPARENTES.
- OPACOS BRILLANTES
- OPACOS MATES
- SEMITRSPARENTES, SEMIOPACOS, SEMIMATES Y SEMIBRILLANTES
- Y en cada caso : INCOLOROS O COLOREADOS (Los opacos y semiopacos no coloreados siempre parten de una coloración blanca).

Posteriormente se clasificarán en otros subgrupos dependiendo de la composición (alcalinos-plúmbicos, borácicos, feldespáticos, ...), de la temperatura (esm. de gres, porcelana...), y de los efectos y sistemas de cocción (craquelados, cristalizaciones, raku, reflejo, tenmokus, cenizas, salinos, aventurinas, etc.).

En esta información nos centraremos en la primera clasificación.

ESMALTES TRANSPARENTES.

Son aquellos a los que la luz traspasa el magma vítreo dejando ver el soporte sobre el que se aplica.



Los esmaltes transparentes pueden ser incoloros (alcalinos y borácicos o con bajo contenido de plomo, y feldespáticos), levemente coloreados - con un matiz amarillento - si son de plomo, o coloreados si se le adicionan óxidos metálicos o colorantes. Algunos esmaltes borácicos incoloros aplicados sobre arcilla roja pueden dar coloraciones o visos azulados por reacción con el óxido de hierro inherente en la propia arcilla.

La transparencia de un esmalte se debe a la capacidad de disolución de los materiales que lo constituyen por efecto del calor, y esta facultad, inherente en mayor o menor medida en todos los materiales, se implementa con la temperatura y el ciclo de cocción ; es decir, a mayor temperatura más se disuelven los óxidos dando mayor grado de transparencia. El mantenimiento a la temperatura de maduración o un enfriamiento más lento también lo favorece.

En los esmaltes transparentes (coloreados o no) tiene una gran influencia sobre el resultado de coloración final el color de la propia arcilla de soporte, principalmente si se trata de arcillas rojas o negras ⁽¹⁾, dado que esa tonalidad siempre tenderá a predominar, "apagando" el propio tono del esmalte y más si es de tonalidad clara. En tal caso y si se utilizan este tipo de arcillas será preferible utilizar esmaltes opacos o bien cubrir la arcilla mediante un engobe blanco. Es obvio que los esmaltes transparentes coloreados son más apropiados para esmaltar arcillas blancas donde se desarrollará y apreciará mejor el color.

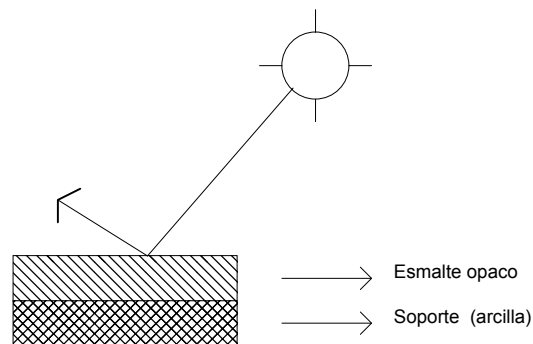
⁽¹⁾ Al referimos a arcillas negras se trata de las arcillas que una vez cocidas dan una tonalidad negruzca (arcillas ferruginosas con manganeso), no a las que en crudo presentan ese color, pues esto en la mayoría de los casos es debido al contenido de materias orgánicas que desaparecen una vez cocidas quedando un color blanco en la arcilla.

El aspecto “brillante”, desde un punto de vista cuantitativo, se verá afectado en primer lugar por los materiales que intervienen en su composición ; por ejemplo : los compuestos de Pb favorecen más el brillo que los de Boro, la alúmina disminuye el brillo y la transparencia ; y en segundo término por la temperatura, un esmalte que ha quedado corto en temperatura presentará un brillo y transparencia deficientes, además de otros defectos propios, como el poco estirado, etc.

Estos esmaltes transparentes pueden colorearse con la adición de óxidos colorantes (pigmentos, calcinas) o con ox. metálicos naturales como hierro, manganeso, cromo, cobalto, cobre, níquel, antimonio, vanadio, etc., en proporciones del 0,5 al 5% dependiendo de la capacidad de coloración del propio óxido, de la temperatura y de la tonalidad que se pretenda.

ESMALTES OPACOS.

Es el caso inverso a los transparentes. En ellos intervienen elementos denominados opacificantes como el ox. de estaño, ox. zirconio, ox. de cerio, arsénico, alúmina, etc. Estos opacificantes en la fusión desprenden partículas de escasa capacidad de disolución, quedando en suspensión y sin disolver en el magma del esmalte, opacificando la estructura del propio esmalte por lo que la luz se refleja desde la propia superficie.



En los esmaltes opacos la tonalidad del soporte tiene escasa influencia, por lo que son los más apropiados para esmaltar sobre arcillas ferruginosas.

Los esmaltes opacos pueden ser brillantes o mates, blancos o coloreados.

Como se ha comentado, la naturaleza brillante o mate dependerá de los materiales que intervengan y de la temperatura de cocción. Cualquier esmalte opaco brillante podrá volverse mate con la adición de elementos matizantes como el ox. de zinc, el bióxido de titanio, etc., aumentando proporciones de alúmina en su formulación incluida como caolín, feldespato, etc., o por infracocción. Del mismo modo una sobrecocción o una capa insuficiente de esmalte restarán opacidad. También por saturación de color, con ox. colorantes o con ox. naturales tienden a opacificarse y matizarse.

Al igual que con los esmaltes transparentes los opacos se colorean con ox. colorantes preparados o bien con ox. metálicos naturales.

ESMALTES SEMITRANSSPARENTES, SEMIOPACOS, SEMIMATES Y SEMIBRILLANTES.

Son los esmaltes que no alcanzan un intenso grado de transparencia, opacificación, mateado o brillo.

Estos esmaltes son muy adecuados cuando se quiere resaltar ciertas zonas en la pieza, como texturas, bordes, etc., y muy en particular cuando se aplican sobre arcillas rojas.

Este efecto intermedio se consigue con pequeñas adiciones de materias opacificantes y mateantes anteriormente descritas.

Conviene señalar que los óxidos con características mateantes tienen también la particularidad de opacificar principalmente a baja temperatura, por lo que una saturación de mateantes provocará también la opacificación del esmalte.

ESMALTES CRAQUELADOS

Se denominan también “cuarteados”, “escarchados” o de efecto “cracking”.

Pueden ser transparentes u opacos.

Son aquellos en los que una vez cocido el esmalte aparece en la superficie del mismo una serie de finas grietas formando una red reticulada o malla más o menos tupida. Afecta solo al esmalte.

Existen varios tipos de cuarteados : longitudinal, retardado, precoz, o por su enfriamiento brusco. Estos más bien son defectos producidos por higroscopía del soporte, elevada viscosidad del esmalte, desajuste entre ambos o por un enfriamiento inadecuado.

Por último está el craquelado propiamente dicho elaborado con fines decorativos y desarrollado intencionadamente balanceando la fórmula partiendo de los diferentes coeficientes de dilatación térmica del esmalte y soporte. En este caso toda la superficie del esmalte se ve cubierta por una red reticulada de finas grietas de mayor o menor profundidad. A éste nos vamos a referir.

Al aumentar la temperatura los cuerpos aumentan su volumen (se dilatan), observando que unos lo hacen con más intensidad que otros. Como toda pasta cerámica y esmalte experimentan su propia dilatación por efecto del calor, al formular un esmalte craquelado basado en este principio se tratará de crear un esmalte cuya dilatación lineal sea superior a la del soporte, de esta forma, al dilatar más en el calentamiento también contraerá más en el enfriamiento lo que dará lugar a la red de finas grietas.

En un cuerpo esmaltado se diferencian dos capas como mínimo, la del soporte y la del esmalte. Cada una de ellas tendrá un comportamiento independiente hasta la vitrificación total o parcial del esmalte. A temperaturas elevadas, próximas a la vitrificación del esmalte, los componentes de éste y del soporte interaccionan formando la denominada interfase, es decir, la zona en la que no es posible distinguir el soporte del esmalte.

A temperatura máxima de cocción el soporte generalmente alcanza el máximo de dilatación, mientras que el esmalte permanece en estado líquido o semilíquido.

Durante el enfriamiento el soporte disminuye su longitud y el esmalte aumenta progresivamente su viscosidad, pero continúa en estado líquido y por tanto se acopla a cualquier cambio de longitud que experimente el soporte. Al descender la temperatura se llega a un instante en que el esmalte ha solidificado totalmente, es la temperatura de templado. Consecuencia de la interfase formada, que actúa a modo de adhesivo, el esmalte y el soporte pasan a ser un solo cuerpo por lo que cualquier cambio que experimente uno de ellos repercutirá en el otro.

El cuarteado aparecerá a partir de la temperatura de templado y se produce, como se ha comentado, al existir una marcada diferencia de dilatación entre los dos elementos.

Así pues, aunque el esmalte debido a su composición tienda a contraer más que el soporte, no podrá alcanzar las dimensiones deseadas por estar adherido mediante la interfase al soporte. Si la elasticidad es insuficiente acabará por agrietarse de forma que cada una de las retículas que aparece rodeada por las grietas pueda absorber la contracción que le corresponde según su composición.

Normalmente el efecto producido por la diferencia de dilatación lo sufre el esmalte desarrollando el craquelado al ser éste más frágil que el soporte que tiene contracción dominante. Puede suceder, cuando el esmalte posee gran espesor o cuando el soporte es delgado, que prevalezca como contracción dominante la del esmalte, produciendo la rotura de la pieza o el agrietamiento de ésta.

COLOREADO Y RESALTE DEL CUARTEADO

Para resaltar el efecto craquelado pueden utilizarse diferentes procedimientos.

Se recomienda no tocar con los dedos las superficies que tengan que colorearse ya que ello puede ser perjudicial para la absorción uniforme del color.

Un método sencillo consiste, una vez cocida la pieza, en “manchar” la superficie frotando con un trapo humedecido con agua y con ox. cobalto, hierro, manganeso, ox. colorantes, carbón, carbono, grafito, etc. Al limpiar después la pieza se verán resaltadas las grietas. Se pueden utilizar también el betún, tinta china, o tintas y colores resistentes a la luz y agua, como las que se usan en los rotuladores.

Las infusiones concentradas y un poco de vinagre (este último actúa como mordiente) producen coloraciones para este fin. En algunos casos el carbono introducido mediante un ahumado posterior - reducción o carbonación - puede producir efectos interesantes.

Se sugiere también introducir la pieza en agua con cobalto, manganeso, u otros óxidos en solución concentrada y dejar hervir varias horas para que penetre por todas las fisuras.

Si se quiere obtener un color gris-negro se puede emplear una solución saturada de azúcar mezclada con una cantidad igual de ácido sulfúrico concentrado. Si la pieza es porosa hay que teñirla con precaución para evitar que el bizcocho absorba demasiada solución bajo el efecto del ácido. A continuación se limpia con cuidado y se calienta la pieza a unos 350°C (punto de ebullición del ácido) ; el ácido se evapora y el azúcar se carboniza.

Si se emplean ox. naturales, ox. colorantes o sales metálicas para colorear, se pueden teñir las grietas y luego fijar el pigmento mediante una cocción suplementaria. Durante el enfriamiento pueden aparecer nuevas grietas que pueden volver a teñirse con un color diferente. También puede cocerse el vidriado a una temperatura inferior a la requerida (80 ó 100°C menos) ; las grietas que resultan en la subcocción se tiñen y se vuelven a cocer a la temperatura conveniente. En este caso la coloración acentuada de las grietas aparecerán bajo el vidriado.

RECOMENDACIONES GENERALES DE UTILIZACION.

PROPORCION DE AGUA.

Los esmaltes para ser utilizados deben ser mezclados con agua y su cantidad dependerá de las características del esmalte y de la naturaleza y porosidad del soporte. En líneas generales se utilizará un 60/80% de agua. Si el esmalte es transparente puede aumentarse la proporción y si se trabaja en monococción un 40 ó 50%. La mezcla se remueve en un molino de bolas, en un mortero a mano o agitándolo con batidora. Es muy conveniente después de mezclado pasarlo por un tamiz de 80 ó 100 # para eliminar partículas que no estén bien molidas y homogeneizar el esmalte. Dejar reposar antes de su aplicación. Las burbujas creadas por agitación en el mezclado pueden ser transferidas con el esmalte a la pieza y pueden causar defectos de ampollado en el resultado final.

ENDURECEDORES Y AGENTES DE SUSPENSION.

Si se observa sedimentación o decantación en el esmalte que dificulta su aplicación, conviene incorporar en seco : 0,3/0,6% de Suspensivo "P" ; 0,1/0,5% de C.M.C. ; 1½ ó 2 de bentonita o de cloruro cálcico. Cuando la pieza ha de ser manipulada con las manos y con riesgo de desprendimiento del esmalte, aplicar Suspensivo "P", C.M.C. (Carboximetilcelulosa), goma arábiga o de tragacanto.

Particularmente se aconsejan los suspensivos en la elaboración de esmaltes alcalinos o cuando el esmaltado se efectúa a pincel.

TIPOS DE SUSPENSIVOS.

BENTONITA

(Al₂O₃ . 4 SiO₂ . 9 H₂O / p.m. 504).

Es una variedad de arcilla coloidal, del grupo de las montmorillonitas, muy plástica, que tiene la propiedad de rehincharse con el agua hasta aumentar su volumen cinco o más veces. Se utilizan principalmente las bentonitas sódicas que tienen más capacidad de hinchamiento que las cálcicas. En la actualidad también se emplean como plastificante otras arcillas activadas denominadas genéricamente como bentonitas.

La bentonita se incorpora en la formulación en seco como un producto más y se mezcla, se bate y tamiza con el resto de los compuestos.

CLORURO CALCICO

(CaCl₂). (CaCl₂ . H₂O)

Se suministra en forma de cristales, gránulos, escamas o terrones. Es un producto delicuescente (absorbe la humedad ambiental y se licúa lentamente). Se disuelve fácilmente en el agua, por lo que se puede agregar al agua que se ha de emplear para mezclar con el esmalte. Es soluble en agua y en alcohol. La solución acuosa es neutra y ligeramente alcalina. Poco tóxico. Se obtiene por acción del ácido clorhídrico sobre carbonato cálcico y cristalización ; como un subproducto en la obtención de sosa Solvay, o recuperación de salmuera.

SUSPENSIVO "P".

Estabilizador de suspensiones para esmaltes, fritas, engobes, colorantes y otros.

CARACTERISTICAS :	- ASPECTO :	Polvo de color crema.
	- SOLUBILIDAD :	Se dispersa en agua (solución gelatinosa)
	- PESO ESPECIFICO APARENTE :	aprox. 500 g/l.
	- VAPOR pH (1%) :	aprox. 9
	- VISCOSIDAD (1%) :	aprox. 300 mPa-1 a 25°C
	- VISCOSIDAD (2%) :	aprox. 5.000 mPa-1 a 25°C

APLICACIONES :

- El Suspensivo "P" es un estabilizador de suspensión de esmaltes y fritas para evitar la sedimentación (decantación). (Los esmaltes alcalinos son muy propensos a la decantación).
- Aumenta la adhesión de esmaltes cerámicos evitando encogimientos, contracciones, arrugas o grietas. Permite y facilita el esmaltado en superficies verticales, corrige irregularidades y evita el deslizamiento del esmalte.
- Proporciona endurecimiento al esmalte/engobe una vez aplicado y seco, favoreciendo el contacto y manipulación de las piezas sin riesgo de que manche o salte el esmalte/engobe en crudo.
- Muy indicado para la aplicación del esmalte o engobe mediante pincel o pinceleta, o esmaltes que dada su composición es dificultosa su aplicación manual (por ejemplo esmaltes de Cd.Se. y blancos de boro-zirconio), dado que facilita el deslizamiento del pincel y su aplicación, corrige las irregularidades y alisa la superficie esmaltada.
- Proporciona al esmalte un buen asentamiento sin que se produzcan abombamientos en los bordes. El suspensivo "P" no produce espuma en los esmaltes. Los esmaltes preparados son muy resistentes al deterioro, pudiendo conservarse durante mucho tiempo sin que se altere la mezcla ni su viscosidad.

PREPARACION

- En la mayoría de los esmaltes se obtiene un efecto idóneo con la adición de un 0,3 al 0,6% de Suspensivo "P" con respecto al esmalte en seco (1.000 gr. de esmalte seco = 3 a 6 gr. de Suspensivo "P"). La mezcla puede hacerse en molino, moliéndolo con el mortero o agitando con la batidora una vez incorporado el agua necesaria.
- También puede prepararse una solución al 1% con agua mediante batidora o agitador rápido y posteriormente incorporar esta solución al esmalte o engobe. Es importante que dicha solución esté bien mezclada con el esmalte.

Ejemplo de mezcla con solución : Solución al 1%.

- 100 partes de agua / 1 parte de suspensivo "P" en seco.

Mezclar bien hasta que desaparezcan los grumos. Tamizar con tamiz de 80 ó 100 #.

Preparación del esmalte. Tabla de proporciones. Aplicar la más adecuada según el esmalte.

% equivalente de Suspensivo "P" en seco	Esmalte en seco	Solución al 1% (Suspensivo "P" + agua)	% equivalente de Suspensivo "P" en seco	Esmalte en seco	Solución al 1 % (Suspensivo "P" + agua)
0,1 %	100 partes	10 partes	0,6 %	100 partes	60 partes
0,2 %	100 partes	20 partes	0,7 %	100 partes	70 partes
0,3 %	100 partes	30 partes	0,8 %	100 partes	80 partes
0,4 %	100 partes	40 partes	0,9 %	100 partes	90 partes
0,5 %	100 partes	50 partes	1,0 %	100 partes	100 partes

Ejemplo : Para incorporar a 350 gr. de esmalte en seco un 0,5% de Suspensivo "P" habrá que añadir al esmalte : $(350 \times 50) / 100 = 175$ gr. de solución al 1%

- Una vez incorporada la solución de suspensivo/agua añadir el resto del agua hasta conseguir la densidad adecuada para ser aplicado el esmalte al bizcocho. La cantidad de agua a añadir dependerá de la naturaleza del esmalte, porosidad del bizcocho y sistema de esmaltado.
- Para pintar a mano resulta muy adecuada la proporción del 0,8% de Suspensivo "P" en seco. Si se aplica en solución al 1% bastará con agregar al esmalte en seco 80 partes de solución agua/suspensivo.

C.M.C. (Carboximetilcelulosa sódica)

R-O-CH₂COONa.

- Es un polímero semisintético soluble en agua e insoluble en líquidos orgánicos. Reacciona con sales de los metales pesados para formar películas que son insolubles en agua, transparentes, relativamente duras e inalterables por materias orgánicas. Tiene propiedades coloidales y tixotrópicas. No es tóxico.
- Se obtiene por reacción de celulosa alcalina y cloroacetato de sodio. Puede emplearse en solución o en seco, aunque es más práctico tenerlo en solución e ir agregando a los esmaltes que se van elaborando. La solución se prepara de la siguiente forma :

Mezclar 30 gr. de C.M.C. con 1 L. de agua (mejor templada). Calentar a fuego lento o baño María hasta que desaparezcan los grumos. Dejar enfriar. De esta solución agregar 80 a 100 gr. por Kg. de esmalte en seco, o bien 50 ó 60 gr. si el esmalte está mezclado con agua.

- Cuando se incorpora el C.M.C. en seco se mezcla en una proporción del 1 al 3 ‰ (0,1/0,3%) respecto al peso del esmalte en seco. Conviene mezclarlo prolongadamente en seco en un mortero con el resto de los componentes del esmalte y después con agua hasta que esté bien disuelto y sin grumos. Tamizar la mezcla con un tamiz de 80 ó 100 #.

GOMA ARABIGA.

- Nombre comercial de la goma de acacia (acacia senegal u otras clases de acacias africanas). Es un carbohidrato polímero complejo.
- Completamente soluble en agua caliente o fría. Insoluble en alcohol. La solución acuosa es ácida al tornasol. No tóxico ; combustible.
- Se puede preparar en las mismas proporciones que el C.M.C.

OTROS.

- Pueden utilizarse también, en similares proporciones, goma de tragacanto, goma de guar, la gelatina o jarabe formado al hervir pepitas de membrillo, etc. El azúcar y la sal también tienen propiedades suspensivas y adhesivas. La sal tiene también propiedades secantes, pudiéndose emplear en proporciones del 0,4‰ (0,04%) cuando interese acelerar el secado del esmalte (pérdida de la humedad superficial). Esto resulta particularmente interesante cuando se esmalta con capas superpuestas para vidriados de monococción o en líneas automáticas de esmaltado.

-
- No conviene excederse en las proporciones de los suspensivos, sobre todo con el C.M.C., dado que producirá el efecto contrario al que se pretende, es decir, lo floculará o espesará dejando inutilizable el esmalte.
 - Los suspensivos orgánicos, C.M.C., goma arábica, etc., cuando se guardan en solución tienden a descomponerse con el tiempo. Esto se distingue por la aparición de un poso o nata en la solución. Para evitar esto, y si se prevé que va ha ser almacenado por un periodo largo, añadir a la solución una vez preparada 2 cm³ de formol por litro de solución.

COLOREADO DEL ESMALTE

Todos los esmaltes blancos y transparentes pueden colorearse con agregados de óxidos colorantes (pigmentos) ref. 14000 / 14020.

Los óxidos naturales pueden utilizarse de igual forma salvo en los casos que se indican en cada apartado. El ox. de cobalto y el de manganeso pueden provocar burbujas en los esmaltes borácicos y alcalino-borácicos.

APLICACIÓN DEL ESMALTE

Es importante verificar la capa de esmalte que se deposita sobre el bizcocho. Si la capa es insuficiente quedará absorbida por la arcilla, y si es excesiva podrá "chorrear" o abrirse. También es conveniente que la capa sea uniforme para evitar diferencias de coloración y conseguir superficies lisas. Recomendamos los siguientes espesores de capa :

- Esmaltes transparentes : ¼ mm./½ mm.
- Esmaltes opacos : ½mm./ 1 mm.
- Esmaltes de Cadmio/Selenio : 1 mm./ 2 mm.

Conviene comprobar la densidad del esmalte y la porosidad del bizcocho antes de la aplicación y efectuar los ajustes necesarios. Si el bizcocho absorbe ávidamente el agua del esmalte no dejándolo correr, convendrá aumentar la proporción del agua o humedecer con una esponja el bizcocho. Si por el contrario no queda depositado esmalte por exceso de agua, dejar decantar y eliminar parte del agua o bien templar el bizcocho.

La pieza a esmaltar debe estar completamente limpia, sin grasa y carente de polvo. Muchas veces las "calvas" o zonas sin esmaltar que se aprecian después de la cocción son producto de suciedad en la pieza o transmitida con los dedos al manipularla.

APLICACIÓN A PINCEL

(Ver instrucciones en información de pinceles).

Para esmaltar zonas se debe emplear pinceletas planas de pelo suave y buena carga y para pequeños detalles pinceles de punta también suaves.

El esmalte se aplica depositándolo sobre la pieza, desplazando el pincel o pinceleta subiendo y bajando mientras cae el esmalte y sin arrastrarlo. Una vez ha sido esmaltada una zona amplia puede desplazarse suavemente sobre el esmalte para alisar la capa. La superposición de capas en sentido contrario facilita la uniformidad. Cuando se superponen aplicaciones la capa siguiente se aplica cuando desaparece el agua superficial de la anterior pero aún estando húmeda. Si la capa inferior se seca absorberá con rapidez el agua de la siguiente aplicación dando lugar a cuarteamientos y poros.

En cualquier caso resulta muy útil agregar cuando se prepara el esmalte un 0,3/0,6% de Suspensivo "P" para facilitar el esmaltado.

ESMALTADO POR INMERSION

Ajustar la cantidad de agua a la porosidad del bizcocho. Remover y eliminar las posibles burbujas. La práctica enseña que si al meter la mano y extraerla del esmalte éste fluye y se transparenta la piel, es indicativo que está muy líquido por lo que habrá que dejarlo decantar y retirar el agua sobrante. Si el esmalte queda muy adherido y seco en la mano formando una capa gruesa, le falta agua. El esmalte tiene que fluir de la mano y al finalizar el goteo cubrir la piel reflejando el brillo de la humedad. Otra solución es averiguar el espesor que queda en la pieza rayando ésta con un punzón o similar.

Las piezas se introducen por un costado, se mantienen 1 ó 2 segundos sumergidas y se extraen por el costado opuesto. De esta forma la capa es regular por todas las partes. Dependiendo de la pieza se introducirá con pinzas de esmaltado o a mano y una vez seco al tacto se retocará los puntos que no han quedado esmaltados.

El interior de las piezas se esmaltan llenando éstas hasta la mitad y se va girando lentamente cubriendo mientras se vierte de nuevo el esmalte.

Las bases de las piezas se limpiarán de esmalte mediante una esponja humedecida antes de introducirlas en el horno para evitar que se peguen a las placas refractarias. Como precaución y si no se está seguro de la fusibilidad del esmalte, conviene apoyarlas con trípodes o "patas de gallo".

Otras formas de esmaltado pueden ser mediante el vertido del esmalte sobre la pieza sujeta con la mano o calzada con listones de madera sobre una palangana ; la aplicación por zonas con esponja, aunque esta técnica es más apropiada para engobes ; aplicación con pulverizador bucal y el esmaltado por medio de pistola y compresor. En este caso es rigurosamente necesario esmaltar al aire libre o disponer de una cabina de esmaltado con aspersor y filtros adecuados (lo ideal es con cortina de agua), en una habitación o local apropiado para ello y dotados de máscaras o caretas de protección.

SECADO DEL ESMALTE

Antes de la cocción del esmalte debe de estar completamente seco ; en caso contrario la humedad superficial al evaporarse bruscamente puede provocar que el esmalte se abra, separe, desconche o se formen burbujas.

MONOCOCCIÓN

Los esmaltes en general resultan mejor si se trabajan en bicocción (aplicación del esmalte sobre bizcocho), se consiguen superficies más regulares, tersas, y sin defectos. No obstante pueden ser aplicados en monococción siguiendo las instrucciones siguientes :

- Aplicar el esmalte con menos cantidad de agua ; un 40 ó 50% es suficiente.
- Incorporar a la mezcla de esmalte/agua una pequeña cantidad de Suspensivo "P" o C.M.C. en las proporciones que se indican en los apartados correspondientes.
- Los esmaltes rojos y amarillos de Cd. Se. no deben utilizarse nunca en monococción.
- Algunos esmaltes o cubiertas se fabrican especialmente para este cometido. Ver tabla y características de los esmaltes.

MANTENIMIENTO.

Todo esmalte, salvo en los casos que se especifica lo contrario u otros tiempos, deben ser sometidos a un mantenimiento al final de la cocción durante 15/20 minutos, lo que permitirá eliminar las burbujas y alisar la superficie.

DEFECTOS EN LAS PIEZAS TERMINADAS, POSIBLES SOLUCIONES.

CUARTEO

Se caracteriza por la aparición de finas rajaduras en la superficie vidriada. Este defecto se debe a que el coeficiente de dilatación del esmalte utilizado es excesivamente alto respecto al coeficiente del bizcocho.

Este defecto puede aparecer inmediatamente al salir la pieza del horno, pero frecuentemente aparece cierto tiempo después cuando la pieza sufre cambios de temperatura y humedad. Hay que tener en cuenta que las pastas de baja temperatura tienen la propiedad de ser higroscópicas (absorben humedad ambiental) lo que les confiere un cambio volumétrico (en aumento) que aunque sea ínfimo puede ser suficiente para producir cuarteados en el esmalte.

Posibles soluciones :

- 1- Aumentar la temperatura de cocción del esmalte unos 20-30°C
- 2- Mantener la temperatura final de cocción por un periodo más largo.
- 3- Sustituir el esmalte por otro de más bajo coeficiente.
- 4- Enfriar el horno más lentamente.
- 5- Modificar la composición de la pasta cerámica o sustituir por otra con mayor contenido de cuarzo y menos de feldespato.
- 6- Utilizar cuarzo más finamente molido en la fórmula de la pasta.
- 7- Elevar unos 20-30°C la temperatura del bizcochado.

SALTADO DEL ESMALTE

Es el defecto inverso del cuarteo y es producido cuando el coeficiente de dilatación del esmalte es muy bajo respecto al del bizcocho.

Se detecta por partes del vidriado que saltan o se despegan del bizcocho, particularmente en superficies curvas y bordes. Este problema, generalmente, es causado por defecto del bizcocho, por alto contenido de cuarzo o por estar muy finamente molido.

Posibles soluciones :

1. Bajar el contenido de cuarzo en la composición de la pasta cerámica.
2. Utilizar cuarzo más grueso.
3. Reducir unos 20-30°C la temperatura del bizcocho.
4. Utilizar un esmalte con más alto coeficiente de dilatación.
5. Cuando se retoca la pieza en verde con la esponja húmeda, tener especial atención de que el agua en la cual se limpia la esponja, esté limpia, sin mucha turbiedad.
6. Pasar papel lija por el bizcocho, con esto se logrará una mayor superficie de agarre para el esmalte.

RECOGIDO DEL ESMALTE

El esmalte se recoge dejando ver al bizcocho como si éste no hubiera sido "mojado" por el esmalte. El problema es debido, a veces, a que el tamaño de partícula del esmalte es muy pequeño respecto al de los granos sinterizados del bizcocho.

Posibles soluciones :

1. Cuidar de que el bizcocho a utilizar esté limpio, sin grasa, o polvo suelto sobre su superficie.
2. Utilizar esmalte menos molido.
3. Agregar al esmalte goma arábica, dextrina, C.M.C. u otro tipo de goma orgánica.
4. Evitar el excesivo esponjado de la pieza en verde.
5. Pasar papel de lija sobre el bizcocho.
6. Asegurarse de que el bizcocho no contiene sales solubles, en caso afirmativo un agregado de carbonato de bario a la fórmula de la pasta puede remediar el problema.
7. Prolongar el tiempo de enfriamiento del vidriado.
8. Reducir la temperatura del bizcocho.
9. Reducir el espesor de la capa de aplicación de esmalte.
10. Aplicar el esmalte menos denso, aumentando el contenido de agua en suspensión.
11. Secar más lentamente la pieza ya aplicada.
12. Evitar humedad dentro del horno.

PINCHADO

Se detecta como pequeños poros en la superficie ya vitrificada. Es muy frecuente la aparición del pinchado por causas de contaminación de pequeñas partículas de suciedad que no se aprecian a simple vista. Pero en muchos casos son varios los motivos que producen este problema. Así, aparece pinchado cuando el bizcocho está excesivamente cocido ; cuando el caolín o arcillas utilizadas como aditivo de molienda en el esmalte contiene laminillas de mica, si el agua es muy dura, cuando hay gases en el horno de vidriado, cuando se utilizan esmaltes muy viscosos.

Posibles soluciones :

1. Inspeccionar las operaciones de colado ; los moldes de escayola muy utilizados pueden producir este defecto.
2. Utilizar moldes secos.
3. Antes de aplicar el esmalte, limpiar la pieza con pincel o cepillo.
4. Asegurarse que el bizcocho/esmalte no contiene impurezas orgánicas.
5. Evitar enfriamiento rápido después de la cocción del esmalte.
6. Evitar sobrecocción del esmalte.
7. Puede producirlo la presencia de azufre en la atmósfera del horno.
8. Aplicar el esmalte con menos densidad.
9. Dejar reposar el esmalte durante 24 horas después de haber sido puesto en suspensión, esto es necesario para permitir la evolución de las burbujas de aire atrapadas en la suspensión.
10. Utilizar un esmalte con mayor punto de fluidez.
11. Aumentar 20-30°C la temperatura de bizcochado.
12. Aumentar el ciclo de cocción del esmalte.
13. Mantener más tiempo el pico de temperatura de cocción.

“REVENTADO” DEL ESMALTE

El esmalte ya vitificado salta como si reventara en pequeñas áreas o zonas, dejando ver el bizcocho. Este problema no aparece hasta cierto tiempo después de que la pieza está terminada.

El defecto se debe siempre a que el bizcocho contiene granos gruesos de cal (caliche).

Posibles soluciones :

Controlar rigurosamente las materias primas que entran en la composición de la pasta, eliminar los granos gruesos de cal, aumentar la molienda para facilitar una mejor distribución de la misma.

SUPERFICIE “PIEL DE NARANJA”

La superficie vitrificada no está lisa, presenta un efecto como de pequeños granos u olas, similar al efecto que le da nombre.

Este problema la mayoría de las veces aparece cuando el esmalte es aplicado por pistola. El volumen del aire de atomización por unidad de volumen de esmalte es el factor predominante, también puede influir el ángulo de incidencia, que debe ser de 60° o más.

Posibles soluciones :

- 1- Aumentar la presión de atomización.
- 2- Reducir el paso del esmalte.
- 3- Aumentar la distancia entre pistola y pieza a esmaltar.
- 4- Reducir la aplicación del esmalte.
- 5- Aumentar la densidad del esmalte.
- 6- Reducir la temperatura de cocción.
- 7- Reducir el ciclo de cocción del esmalte.

PIEZAS CRUDAS

Se caracterizan por :

- a) Pequeños cráteres en la superficie del vidriado como consecuencia de un hervido incompleto.
- b) Pinchado, indicación de falta de maduración del esmalte.
- c) Falta de brillo.
- d) Falta de estirado.
- e) Mal desarrollo de los colores de los esmaltes si éstos son coloreados, y de los colores aplicados bajo cubierta.
- f) Cuarteo.

Posibles soluciones :

- 1- Aumentar la temperatura o tiempo de cocción y mantener más tiempo la temperatura pico.

PIEZAS SOBRECOCIDAS

Se caracterizan por :

- a) Pobre desarrollo de los colores, colores atacados por el esmalte muy fluido.
- b) Esmalte corrido por exceso de fluidez.
- c) Piezas deformadas por exceso de temperatura.
- d) Superficie del esmalte con pequeñas burbujas, ampollas, falta de brillo, piel de naranja.
- e) En esmaltes con altos contenidos de fundentes se nota nítidamente el ataque de éstos al bizcocho.

Posibles soluciones :

- 1- Reducir la temperatura o el ciclo de cocción.

SUPERFICIE MATEADA, FALTA DE BRILLO

Posibles causas :

- a) Alto nivel de SO₂ en la atmósfera del horno durante el bizcochado, vitrificado o de ambos. El azufre atacará de distinta manera, según la composición del esmalte y bizcocho.
- b) Desvitrificación por defecto del esmalte, con excesivo contenido de calcio, bajo de plomo ; el agregado de alúmina puede solucionar el problema.

Posibles soluciones :

- 1- Si se comprueba la presencia de azufre en el horno, habrá que revisar el estado de la mufla, controlar el funcionamiento de los quemadores, cambiar de combustible.
- 2- Utilizar una cubierta más adecuada.
- 3- Comprobar si la temperatura de vitrificado es la adecuada.

PERDIDA DE BRILLO

Puede ser debido a :

- a) Absorción del esmalte por el bizcocho.
- b) Excesiva volatilización del plomo del esmalte.
- c) Fórmula del esmalte mal balanceada.
- d) Gases en el horno de vitrificación.
- e) Presencia de azufre en el bizcocho, agua de suspensión o humedad en el horno pueden producir pérdida de brillo.
- f) Falta de temperatura de vitrificación.

Posibles soluciones :

- 1- Eliminar toda posible presencia de azufre.
- 2- Utilizar el esmalte adecuado para ese tipo de bizcocho y cocción.

AREAS SECAS, SIN ESMALTE

Este defecto se nota ya cuando el producto sale del horno y puede ser causado por :

- a) Manipulación inadecuada de la pieza cuando el esmalte está crudo.
- b) Grasa u otro tipo de suciedad en el bizcocho.
- c) Grasa u otro medio utilizado durante la aplicación de calcomanías.
- d) Si aparece en las aplicaciones de color bajo cubierta, el defecto puede deberse a colores demasiado refractarios.
- e) Excesiva aplicación de color bajo cubierta.
- f) Poca aplicación de esmalte sobre el mismo tipo de decoración.

Posibles soluciones en las aplicaciones bajo cubierta :

- 1- Aplicar el color en capa más fina.
- 2- Cambiar el vehículo utilizado, ensayar otros menos grasos y de fácil quemado.
- 3- Agregar al color bajo cubierta un fundente o frita de alto contenido de plomo, un 20-30% generalmente es suficiente.
- 4- Evitar ciclos de cocción muy rápidos, de esta manera el vehículo se podrá quemar completamente antes de que el esmalte comience a fundir.
- 5- Debe eliminarse todo posible ambiente reductor en el horno durante todo el ciclo de bizcochado y vitrificado.

ESCURRIDO DEL ESMALTE

El esmalte escurre excesivamente, presentando la pieza mucho esmalte en su base ; la pieza llega a pegarse a su base de sustentación, los colores se desvirtúan y corren.

Posibles causas :

- a) Excesiva aplicación de esmalte.
- b) Esmalte muy fluido.
- c) Excesiva temperatura de vitrificación.

Posibles soluciones :

- 1- Reducir la capa de esmalte.
- 2- Utilizar esmalte más viscoso.
- 3- Reducir la temperatura de vitrificación en 20°C o más.

TOXICIDAD

Este es un tema bastante controvertido y muchas veces mal interpretado, por defecto y por exceso.

Trabajando la cerámica nos encontramos ineludiblemente con algunos productos que son nocivos o tóxicos, pero ello no quiere decir que no se puedan utilizar. Conviene conocer cuáles son y tomar las medidas oportunas en su manipulación.

En primer lugar conviene diferenciar dos aspectos dentro de la toxicidad con productos cerámicos.

- 1) Toxicidad frente a terceros por la utilización de productos elaborados con esmaltes que tengan desprendimiento de partículas tóxicas. Nos referimos a vajillería o artículos de uso doméstico que tengan que contener alimentos o líquidos.
 - 2) Toxicidad de los elementos y materias empleadas para la elaboración del esmalte.
- 1) Todos los esmaltes comerciales que se indican, y siempre que estén cocidos a la temperatura correcta, son aptos para ser utilizados en artículos que deban contener alimentos y están dentro de las normas de baja solubilidad y desprendimiento de materias nocivas, a excepción de los fundentes y fritas de plomo que como tal no se deben emplear dada su baja fusibilidad sino que se utilizan como agregados para componer esmaltes que vitrifiquen a temperaturas superiores a los 950° C. Aunque estas fritas y fundentes mezclados convenientemente pueden dar esmaltes atóxicos (sin desprendimiento de Pb) y como es imposible facilitar un cuadro lógico dadas las múltiples variables que se pueden presentar con cada frita, es más prudente prescindir de ellas para la confección de esmaltes que tengan esa finalidad. Existen formas empíricas para tabular un esmalte y conocer el grado de toxicidad inherente, o bien mediante análisis químicos de disolución, precisar si están dentro de las normas. No obstante, por la complejidad o el costo que supone merece la pena recurrir a los esmaltes que han sido estudiados para tal fin.

Otra excepción lo constituyen los esmaltes rojos y amarillos de Cd. Se., que en ningún caso se deben utilizar para esmaltar artículos con fines culinarios, salvo que se utilicen esmaltes de cadmio garantizados para estos fines.

Respecto a los esmaltes formulados por uno mismo con compuestos crudos (sin fritar) y a no ser que se tengan conocimientos suficientes de química cerámica como para tabular un esmalte correctamente, aconsejamos evitar las materias que contengan plomo (minio, litargirio, galena = sulfuro de plomo, carbonato de plomo = albayalde = cerusa = blanco de plomo) como fundentes para la elaboración de los esmaltes con fines utilitarios, y en su lugar utilizar compuestos o fritas alcalinas.

- 2) Toxicidad frente a la manipulación de productos.

Hay que tener en cuenta que en las manipulaciones de pesado, mezclado, batido y aplicación del esmalte, se genera polvo que o bien se adhiere a la piel y a la ropa, o se volatiliza, se mantiene en suspensión y se deposita en los elementos propios del taller, volviéndose a remover con la dinámica lógica. Estas partículas son susceptibles de ser inhaladas, por lo que conviene extremar las precauciones de limpieza y manipulación.

Al operar con materias primas tóxicas y con esmaltes de plomo o Cd. Se., se recomienda : no comer ni fumar, protegerse con máscara, utilizar guantes si se manipula el nitrato de plata o el cinabrio (sulfuro de mercurio) u otras sales ya que son corrosivas, evitar crear polvo y limpiar escrupulosamente las manos, ropa, recipientes, mesas y suelos (estos últimos mejor con serrín mojado) después del trabajo.

Si se trabaja con niños es preferible que ellos no manipulen estos productos y se manejen en un ambiente con un máximo de limpieza.

En casos de embarazo extremar las precauciones. Ver las Fichas de Seguridad antes de utilizar los productos.

En las escuelas de cerámica conviene proporcionar a los alumnos la información precisa al respecto e incentivar el orden y la limpieza.

Cualquier producto cerámico (salvo el nitrato de plata y otras sales que como se ha comentado son corrosivas y manchan la piel; y los acetatos, que se absorben por piel) pueden manipularse con las manos siempre y cuando se efectúe después una limpieza adecuada, no obstante, como medida preventiva, no está de más la utilización de guantes.

Evitar toda ingestión de cualquier producto cerámico o la exposición prolongada en un ambiente de polvo.

Si se esmalta mediante pistola y compresor debe de realizarse con cabina de esmaltado con salida al exterior, filtros adecuados o mejor con cortina de agua, protegidos con máscara y en un ambiente lo suficientemente amplio que permita delimitar las zonas, o mejor en una habitación dedicada sólo a ello.

Los compuestos más utilizados en cerámica y que presentan riesgo de nocividad o toxicidad son los siguientes :

Acetatos, Albayalde, arsénico trióxido, barita, bicromato potásico, bióxido manganeso, bióxido titanio, carb. de bario, carb. de cobre, carb. de potasa, carb. de plomo, carb. sódico, cromato de hierro, cromato de plomo, cromita, espato de flúor, galena, litargirio, minio, nitrato de bismuto, nitrato de cobre, nitrato de plata, ox. antimonio, ox. cromo, ox. níquel, ox. vanadio, sulfuro de plomo, y las fritas de plomo, lustres y compuestos de oro y platino líquidos.

PRECAUCIONES DE USO :

Las normales a todos los colores cerámicos y esmaltes considerados como productos nocivos :

- R 22. Nocivo por ingestión.
- R 33 Peligro de efectos acumulativos.
- S 22 No inhalar los polvos.
- S 20 No comer ni beber mientras se utilizan.
- S 02 Mantener fuera del alcance de los niños.

ESMALTES CERAMICOS INDUSTRIALES.




- *TODOS LOS ESMALTES DESCRITOS RESPONDEN A LAS NORMAS DE BAJA SOLUBILIDAD, POR LO QUE PUEDEN SER UTILIZADOS PARA CUALQUIER FIN, NO REPRESENTANDO PELIGRO DE TOXICIDAD EN USOS UTILITARIOS. CON LOS ESMALTES QUE SE INDICAN DE PLOMO CONVIENE TENER PRECAUCIONES EN SU MANIPULACION.*
- *LAS UNICAS EXCEPCIONES, Y CUYO USO DEBE SER RESTRINGIDO PARA FINES DECORATIVOS O COMO ELEMENTO BASICO DE COMPOSICION, SON LOS ESMALTES DE Cd. Se. Y LAS FRITAS Y FUNDENTES DE PLOMO ; ESTAS ULTIMAS, DEPENDIENDO DE LOS AGREGADOS QUE SE LES INCLUYA, PUEDEN LLEGAR A FORMAR ESMALTES INSOLUBLES Y POR LO TANTO UTILIZABLES PARA CUALQUIER FIN.*




PRECAUCIONES DE USO : Las normales a todos los colores cerámicos y esmaltes considerados como productos nocivos :




- R 22. Nocivo por ingestión.
- R 33 Peligro de efectos acumulativos.
- S 22 No inhalar los polvos.
- S 20 No comer ni beber mientras se utilizan.
- S 02 Mantener fuera del alcance de los niños.

SIMBOLOGIA DESCRIPTIVA DE CARACTERISTICAS DE LOS ESMALTES

- **T °C** = Rango de temperatura de cocción. (**F** = Fundente / fritada).
- **T** = Transparente (**ST** = Semitransparente)
- **OP** = Opaco (**SO** = Semiopaco)
- **B** = Brillante (**S** = Satinado)
- **M** = Mate
- **C** = Craquelado
- **MON** = Apropriado para monococción

- **D/C** = Desarrollo de los colores:
 -  = Optimo
 -  = Bueno con la mayoría de los colores
 -  = No es adecuado

- **DEC. S/C** = Comportamiento del esmalte con decoración sobre cubierta.
(Como decoración sobre cubierta se entiende la decoración mediante óxidos colorantes aplicados sobre el barniz en crudo y cocidos a la vez. La también denominada "decoración sobre cubierta" mediante colores vitrificables o a la grasa y que son cocidos en tercer fuego a 750 / 800 °C., puede efectuarse sobre todos los esmaltes).
 -  = Optimo
 -  = Bueno con la mayoría de los colores
 -  = No es adecuado

- **DEC. B/C-E** = Comportamiento del esmalte con decor. bajo cubierta y engobes.
 -  = Optimo
 -  = Bueno con la mayoría de los colores
 -  = No es adecuado

- **A/B** = Alcalino/Borácico. Contiene álcalis y Boro o uno de los dos.
- **Pb** = Contiene Plomo.
- **Tr** = Temperatura de reblandecimiento en °C.

- **Δk** = Coeficiente de dilatación lineal = $\Delta k (x10^{-7}. ^\circ C^{-1})$. (Ver fichas técnicas)
(Coeficiente de dilatación cúbica = $\Delta k \times 3$)

- **Ts** = Tensión superficial en din/cm.
- **la** = Índice de acidez.

CARACTERISTICAS DE LOS ESMALTES INDUSTRIALES (Transparentes y Blancos) (1)

REF.:	T. °C	T	OP	B	M	C	MON	D/C	DEC S/C	DEC B/C-E	A/B	Pb	Tr	Δk	Ts	la
12000	930/980	X		X				☞			X	X	659		319,84	2,65
12005	750/800	X		X				☞				X				
12010	600/800	X		X				☞			X	X	580		257,12	2,07
12015	600/800	X		X				☞			X	X	490		140,79	5,02
12020	900	X		X				☞			X	X	500		156,72	2,97
12025	750/770	X		X				☞				X	419			
12100	960/1000	X		X				☞	☞	☞	X	X				
12105	980/1030	X		X			X	☞	☞	☞	X		640		312,42	3,76
12200	960/1000	X		X				☞	☞	☞		X				
12205	960/1000	X		X				☞	☞	☞	X	X				
12206	950/1000	X		X				☞	☞	☞	X	X	660		304,87	3,09
12210	980/1000	X		X			X	☞	☞	☞	X	X	656		311,21	2,04
12215	930/980	X		X			X	☞	☞	☞	X	X	549		199,56	1,06
12220	950/1000	X		X			X	☞	☞	☞	X	X	591		268,96	1,67
12225	950/1000	X		X			X			☞	X	X	553		217,3	1,35
12255	1000/1100	X		X				☞	☞	☞	X	X	664		314,6	3,05
12280	1000/1300	X		X							X		579		326	1,14
12300	800/950	X		X		X		☞	☞	☞	X		563		228,73	3,79
12305	850/900	X		X		X		☞	☞	☞	X		700			
12310	940/980	X		X		X		☞	☞	☞	X	X	712		265,70	1,37
12400	980/1000		X	X		X		☞	☞		X					
12405	950/980		X	X		X		☞	☞		X	X	736		257,79	1,31
12406	960/1000		X	X		X		☞	☞		X	X	633		312,06	1,72
12415	960/980		X		X	X		☞	☞		X	X	577		249,34	3,42
12500	980/1030		X	X				☞	☞		X	X				
12510	920/980		X	X				☞	☞		X	X	615		280,87	2,75
12511	960/1000		X	X				☞	☞		X	X	633		311,52	3,01
12515	950/1000		X	X				☞	☞		X	X	661		326,87	3,1

CARACTERISTICAS DE LOS ESMALTES INDUSTRIALES (Transparentes y Blancos) (2)

REF. :	T. °C	T	OP	B	M	C	MON	D/C	DEC S/C	DEC B/C-E	A/B	Pb	Tr	Δk	Ts	la
12600	980/1020		X		X						X	X				
12605	980/1000		X		X						X	X	614		317,05	2,02
12610	950/1000		X		X						X	X	623		332,51	1,19
12615	960/980		X		X							X				
12621	960/1000		SO	S	X						X	X			239,84	2,57
12630	960/1000	ST			X						X	X				
12635	950/1000	ST			X						X	X	625		326,7	1,31
12640	950/1000		X	S							X	X	614		238,1	2,39
12700	950/1020		X		X		X				X	X	539		273	1,39
10211	1250/1300	X		X							X		872		386,18	1,19
10212	1240/1300		X	X							X		876		364,8	1,19
10213	1280	X		X		X					X		582		345,47	1,07
10216	1280		X	X		X					X				397,17	0,70
10217	1250/1300		X		X						X		845		404,38	0,53
10218	1250/1300	ST			X						X				418,35	0,28