

Tesis de Grado

Esmaltes superpuestos: Estudio de estandarización a partir de esmaltes comerciales.

Estudiante: María José Masera

Director: Mgtr. Sergio Eduardo Rosas

Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Arte y Diseño

Licenciatura en Cerámica Industrial

2023

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia por acompañarme todos estos años. A la Facultad, por brindarme el espacio y los saberes. A mis compañeras y colegas, por caminar junto a mí en este construir constante, en especial a María Eugenia Gómez Alsina y a Mariana Ailín Santiago por su apoyo incondicional. A mi director de tesis, Sergio Rosas, y todos los docentes que me acompañaron y brindaron sus conocimientos para mi formación profesional. A todos ellos, muchas gracias.

Resumen

Superposición de esmaltes es una técnica normalmente utilizada en la producción artística. Esta se caracteriza por tener efectos visuales y táctiles.

Normalmente se trabaja de forma experimental, se parte de la premisa de que el resultado será siempre azaroso, cuando en realidad lo que ocurre es que no se aplican los fundamentos teóricos técnicos propios de la especialidad. En este trabajo busco esclarecer las variables que intervienen en esta técnica, de forma que resulte más accesible la reproducción intencional de los efectos.

Busco también generar herramientas de trabajo en el campo de los esmaltes cerámicos, con el fin de poder identificar con mayor facilidad los materiales con los que trabajamos día a día en nuestros talleres. De esta forma, planteo que aplicando una metodología de control de las variables y del proceso de producción, es posible predecir los efectos que se generaran al realizar esta técnica, y así lograr un producto final como el que estamos deseando obtener.

Índice

Agradecimientos	2
Resumen	3
Introducción	6
Capítulo 1	8
- 1.1 Marco teórico	8
- 1.1.1 Acercamiento a los esmaltes cerámicos	8
- 1.1.2 Composición química: <i>fórmula Segger</i>	9
- 1.1.3 Características y propiedades de los esmaltes	10
- 1.1.3.1 Características y propiedades ópticas: brillo y opacidad	11
- 1.1.3.2 Viscosidad	12
- 1.1.3.3 Tensión superficial	13
- 1.1.3.4 Dilatación térmica	16
- 1.1.3.5 Resistencia química	16
- 1.1.3.6 Refractariedad	17
- 1.1.4 Influencia de la cocción en los esmaltes	18
- 1.1.5 Superposición de esmaltes	19
- 1.2 Planteamiento del problema	19
- 1.2.1 Objetivos	20
- 1.2.2 Preguntas de investigación	20
- 1.2.3 Justificación y viabilidad	20
- 1.2.4 Hipótesis	21
- 1.3 Diseño de investigación	21
- 1.3.1 Tipo de investigación	21

- 1.3.2 Tipos de variables	22
- 1.3.2.1 Variables independientes	22
- 1.3.2.2 Variables dependientes	22
- 1.3.3 Selección y descripción de la muestra	26
- 1.3.4 Instrumentos recolectores de datos	28
- 1.3.5 Procedimiento de la investigación	28
Capítulo 2 - Etapa Experimental	31
- 2.1 Estudio de escurrimiento de esmaltes. Escala de valoración de viscosidad.	31
- 2.2 Experiencia de superposición.	44
- 2.2.1 Tablero de superposición de esmalte brillante.	46
- 2.2.2 Tablero de superposición de esmalte mate.	56
Conclusión	65
Fotos de piezas	67
Anexo	80
Abreviaturas	80
Definiciones	81
Bibliografía	82

Introducción

Superposición de esmaltes es una técnica normalmente utilizada en producción artística. Esta se caracteriza por tener efectos visuales y táctiles generados por la reacción y combinación de los diferentes esmaltes superpuestos.

Normalmente se trabaja de forma experimental, se parte de la premisa de que el resultado será siempre azaroso, cuando en realidad lo que ocurre es que no se aplican los fundamentos teóricos técnicos propios de la especialidad, ya que se carece de registros de procedimiento de aplicación y de conceptos en la realización. Por tal motivo, se pretende proponer una metodología de trabajo que permita replicar y estandarizar los resultados obtenidos en la producción.

Este proyecto busca crear una herramienta de trabajo aplicable a los diferentes espacios laborales, de forma que sea posible recrear los efectos obtenidos.

En el primer capítulo se encontrará la información recabada sobre esmaltes cerámicos, sus características y propiedades más importantes en la realización de esta técnica. También se planteará la metodología procesual elegida para realizar este trabajo de investigación, con el fin de poder responder a preguntas que nos inquietan.

En el capítulo dos se desarrollará la etapa experimental, en donde se podrá encontrar el estudio de escurrimiento, la valoración de viscosidad de los esmaltes y los tableros de estudio de superposición. En estos tableros se propone trabajar con dos esmaltes fluidos de distinto tipo de superficie: brillante y mate, manteniendo el esmalte duro como constante, de esta manera se busca determinar la variación de comportamiento de un esmalte mate y un esmalte brillante con viscosidad similar aplicados a esta técnica.

Indagando más en la primera etapa de este capítulo, se podrá encontrar el estudio de viscosidad en caliente de los esmaltes y su sensibilidad de variación según su exposición a los mantenimientos finales de la curva de cocción. También se efectuará una estandarización de dicha propiedad, buscando simplificar la caracterización de los esmaltes a la hora de elegir los más adecuados para realizar la técnica.

En la siguiente etapa, una vez seleccionados los esmaltes a trabajar, se encontrarán planteados los tableros de superposición, en donde se estudia la ubicación, la carga, y el efecto del mantenimiento final en la curva del horno.

Al concluir cada capítulo experimental, podrán encontrar conclusiones parciales de cada tablero.

Finalizado este trabajo, se mostrarán las conclusiones finales de la investigación junto con una serie de imágenes de las piezas realizadas con la técnica estudiada. También se podrá encontrar un anexo, en donde se definen términos y abreviaturas utilizadas a lo largo del trabajo y un link con el archivo de fotos en alta calidad de todo el proceso experimental de la investigación.

Capítulo 1

1.1 Marco teórico

Para poder investigar la técnica de superposición de esmaltes, es necesario primero comprender qué es un esmalte cerámico, cuáles son sus características, sus propiedades, su estructura y cómo se comporta. A continuación, se realizará un recorrido sobre estos puntos citados desde la mirada de distintos autores.

1.1.1 Acercamiento a los esmaltes cerámicos

Partiendo de los apuntes de cátedra realizados por el profesor Estaban Such, de Técnica y Práctica Cerámica III podemos definir como esmalte cerámico a la capa vítrea que recubre el cuerpo cerámico, dándole mayor resistencia mecánica y química, además de impermeabilizar la pieza y generar un acabado estético (Such,2015).

Wolf Matthes (1990) lo define también como vidriado, indicando que este es un líquido subenfriado que recubre la pieza cerámica y que se forma a partir de la combinación de elementos inorgánicos. Estos al ser llevados a su temperatura adecuada, funden en una masa líquida, que luego es enfriada rápidamente, de modo que se conserva la distribución desordenada y no orientada de los componentes atómicos de dicha fusión líquida. Esto se denomina *estructura vítrea* o *forma vítrea*.

Estos vidriados se originan principalmente a partir de silicatos fundidos. La presencia de SiO_2 produce vidriados no fluidos, sino más bien, altamente viscosos. (Matthes, 1990)

Por otro lado, Salmang (1954), nos habla de la estructura del vidrio desde la mirada de la química. Él presenta en primera instancia la diferencia entre cristales y vidrios, donde resalta el desorden interno de los átomos en los vidrios, situación que

no sucede en los cristales. También nos habla del rol que cumplen los elementos en la estructura vítrea. Él clasifica los elementos en formadores de red, modificadores de red y grupos intermedios o estabilizadores de red. Plantea que hay elementos en la estructura del vidrio, que debilitan esta estructura modificando sus propiedades y características. Dependiendo de cómo se encuentren, es decir, cómo se incorporen, es como van a resultar estas modificaciones.

Si bien la perspectiva de este autor es muy enriquecedora, puede resultar compleja si no se poseen las bases necesarias de química. Por lo cual se tomará la mirada de Wolf Matthes, en lo que respecta a estructura y comportamiento de los elementos químicos en el vidriado.

1.1.2 Composición química: Formula Segger

Indagando en la composición de los esmaltes, el Prof. Herman Segger, plantea una formula basada en la clasificación de los óxidos dispuestos en tres grupos de acuerdo con su valencia, que, de algún modo, corresponde a la actividad que estos óxidos van a desempeñar dentro del vidriado (Matthes, 1990), denominándolos de la siguiente manera:

- **Básicos**: corresponden a la primera columna de la formula. En esta figuran los fundentes y los colorantes (Such, 2014). Molarmente son los óxidos expresados como RO Y R_2O la sumatoria de esta columna debe dar 1. Podemos denominarlos como modificadores de red. Ejemplo: BaO, CaO, CdO, Li_2O , K_2O , MgO, MnO, Na_2O , PbO, etc.
- **Anfóteros**: corresponden a la segunda columna de la formula. Se expresan como R_2O_3 . Estos actúan como estabilizadores de red. En esta figuran los elementos que estabilizan el proceso de fusión y contribuyen a que los esmaltes no escurran durante la cocción (Such, 2014). El principal elemento

que integra esta columna es la alúmina: Al_2O_3 . El B_2O_3 se sitúa tanto en esta columna como en la columna de los ácidos, ya que es un material que produce vitrificaciones, por lo que puede actuar como formador de red.

- Ácidos: corresponden a la tercera columna de la fórmula. Se expresan como RO_2 . Los compuestos que integran esta columna son grandes formadores de vidrio. El principal actor que integra esta columna es la sílice (SiO_2). Se los denomina también formadores de red.

Esta fórmula es una expresión estequiométrica y se calcula con los pesos molares de cada elemento. Con ella es posible calcular la temperatura de fusión del esmalte, el rango de maduración, el PH, la dureza, etc.

Partiendo de una red formada entre formadores de red y estabilizadores, al ir agregando modificadores de red, lo que sucede es que estos últimos rompen los enlaces puente que se generaron entre los formadores y los estabilizadores para poder ser integrados en la red. De esta forma, los esmaltes van modificando sus propiedades y características.

1.1.3 Características y propiedades de los esmaltes

Para comprender más en profundidad a los esmaltes es necesario indagar en sus características y propiedades como las que se mencionan a continuación:

- Características y propiedades ópticas: brillo y opacidad
- Viscosidad
- Tensión superficial
- Resistencia química
- Refractoriedad: temperatura de maduración y temperatura de fusión. Rangos de trabajo térmico.

- Resistencia mecánica: blando al rayado – duro al rayado (según escala de Mohs)

1.1.3.1 Características y propiedades ópticas: brillo y opacidad

Definamos estas características para poder comprenderlas mejor.

Brillo: se define como la luz que refleja un cuerpo. Este se puede graduar en la siguiente escala: brillante – satinado- mate, en donde:

- Brillante: refleja toda la luz
- Satinado: refleja parcialmente la luz
- Mate: no refleja la luz

Opacidad: cualidad de un cuerpo. Se define como opacidad de un cuerpo a la capacidad de poder ver o no a través del mismo. Esta se puede graduar de la siguiente manera: transparente – translucido – opaco en donde:

- Transparente: puedo ver a través del cuerpo en su totalidad.
- Translucido: puedo ver parcialmente a través del cuerpo.
- Opaco: no puedo ver a través del cuerpo.

En los esmaltes cerámicos es posible modificar estas características incorporando diferentes elementos en la estructura. Rafael Galindo (2020) nos habla concretamente de la opacidad y de las variables de las que depende esta, haciendo hincapié principalmente en los elementos opacificantes y la importancia de la granulometría y la concentración de estos elementos.

También habla de los esmaltes mate y compara este con el proceso de opacificar, marcando que la gran diferencia entre matear y opacificar, desde la incorporación de elementos en la estructura, se debe a en qué zona del cuerpo vítreo se conforman las microheterogeneidades, es decir, en dónde está la

concentración de elementos dispersos. En los esmaltes opacos, estos se ubican en el medio de la masa fundida y en los esmaltes mate estos se ubican en la superficie.

Los principales elementos que se utilizan para modificar el brillo de un esmalte son: Zn, Ti, Ba (en alto porcentaje), Mg (en alto porcentaje), Ca (en alto porcentaje), Sr.

Los principales elementos que se utilizan para modificar la opacidad de un esmalte son: Sn, Zr, Ti (en alto porcentaje), Ce, Sb, elementos colorantes, Ca, Mg.

1.1.3.2 Viscosidad

Una de las propiedades que más nos interesan para estudiar la técnica de superposición de esmaltes es la viscosidad, entendiendo por viscosidad la resistencia de un fluido a fluir, más exactamente, la viscosidad de un fluido es una medida de su resistencia a las deformaciones graduales producidas por tensiones cortantes o tensiones de tracción de un fluido (Lerma, 2016).

Esta propiedad puede ser modificada o influida por su composición, por otros compuestos cercanos, por la carga del mismo, por la temperatura de trabajo y/o por el mantenimiento de la curva.

La viscosidad de un vidriado fundido disminuye al aumentar la temperatura, volviéndose más fluido (Matthes, 1990). Lo mismo sucede al aumentar el mantenimiento final en la curva de cocción.

Los compuestos que afectan en mayor medida a la viscosidad, tanto como para aumentarla como para disminuirla, se ven con claridad en la escala que nos presenta Matthes en la siguiente imagen (1).

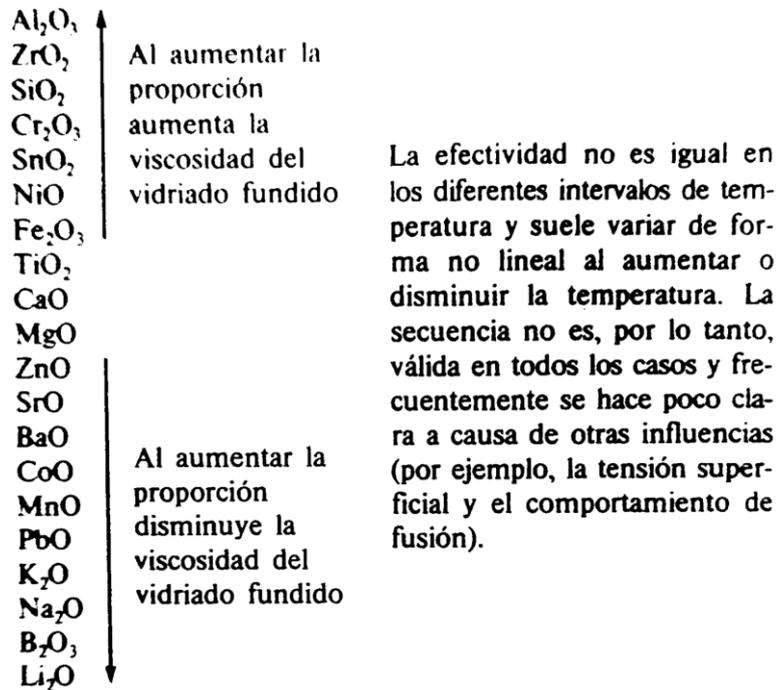


Ilustración 1. Fuente: Vidriados Cerámicos (Matthes, 1990. Pág 49)

Con respecto a la carga del esmalte, la falta de carga puede generar falta de formación vítrea, es decir, que la pieza no quede totalmente impermeable y que a través de la misma filtre agua durante el uso. También puede generar modificaciones de color, de intensidad y saturación. Afecta en el acabado y en la terminación. El exceso, por el contrario, puede generar defectos/efectos del esmalte, como aberturas o piel de serpiente. También puede generar chorreados, cuarteados y *pinhols*.

1.1.3.3 Tensión superficial

Para comprender esta propiedad primero vamos a definirla. El diccionario de la RAE nos dice que la tensión superficial es una propiedad de las superficies de los líquidos por la que parecen estar recubiertos de una delgada membrana elástica.

Salgman (1954), explica que un líquido que cae libremente tiene tendencia a tomar la forma esférica. Y que el tamaño de las gotas va a variar según la presión

que esta gota reciba por la membrana que la rodea. Esta presión se denomina tensión superficial.

La tensión superficial está dada por una molécula que en el interior del líquido está sometida a fuerzas prácticamente iguales en todo su entorno. (Norton, 1975)

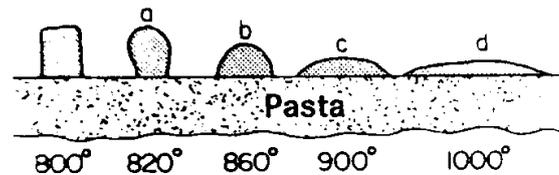
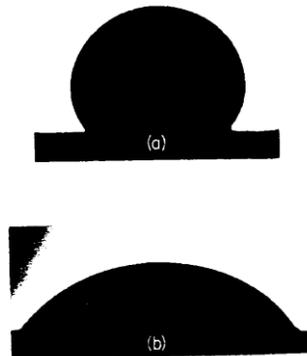


Fig. 17.4 Gotas en un vidriado de plomo.

280 Cerámica fina

Ilustración 2. Fuente: Cerámica fina (Norton, 1975 Pág 281 y 280).

Wolf Matthes, estudiando esta propiedad en los esmaltes cerámicos, nos dice que es la fuerza que hace el vidriado fundido para poder contraerse en forma de esfera (igual volumen con la menor superficie). Por ello, los fluidos de gran tensión superficial se extienden con dificultad sobre las superficies planas de las pastas cerámicas mojándolas mal. (Matthes, 1990)

Con esta información podemos deducir que, a mayor capa de esmalte, mayor tensión superficial.

Controlando la tensión superficial podemos conseguir los siguientes efectos:

Al aumentarla:

- Islas
- Cráteres
- *Crawling*

- Piel de serpiente

Al disminuirla:

- Superficie lisa
- Eliminación de burbujas, cráteres y picaduras
- Aumento de brillo

Podemos modificar la tensión superficial a partir de la composición química.

Wolf Matthes nos simplifica esta información con su siguiente cuadro:

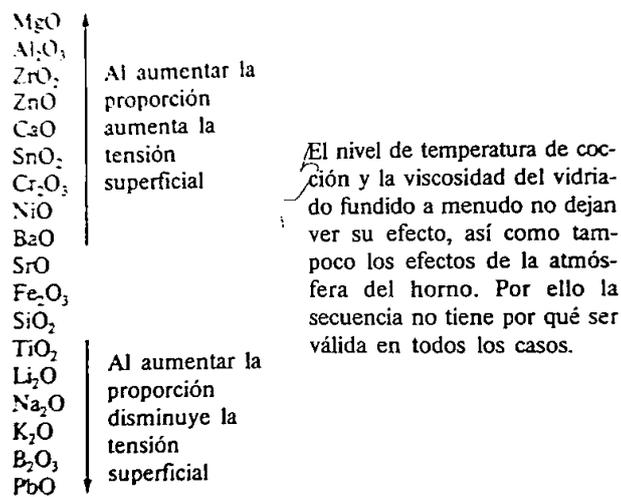


Ilustración 3. Fuente: Vidriados Cerámicos (Matthes, 1990. Pág. 54)

También podemos modificarla a través de la temperatura, es decir, si aumento la temperatura voy a disminuir la tensión superficial y voy a lograr superficies lisas y tersas. Con esta información podemos deducir que la tensión superficial y la viscosidad son propiedades que están directamente ligadas entre sí.

Trasladando esta propiedad a la técnica que se va a investigar en este trabajo, Wolf Matthes determina que, si se colocan dos vidriados con diferente tensión superficial, el esmalte con menor tensión siempre va a tender a extenderse sobre la superficie del otro, es decir, penetrará en el de mayor tensión o lo romperá.

1.1.3.4 Dilatación térmica

La dilatación térmica es la propiedad por la cual los cuerpos modifican su volumen frente a los cambios térmicos. En la cerámica esta propiedad se puede observar y estudiar tanto en pastas como esmaltes. Esta se indica como coeficiente de dilatación térmica y mide la variación de la longitud en mm por mm por grados Kelvin de aumento térmico entre la temperatura ambiente y la temperatura de maduración del esmalte.

Esta propiedad es influida por su composición química

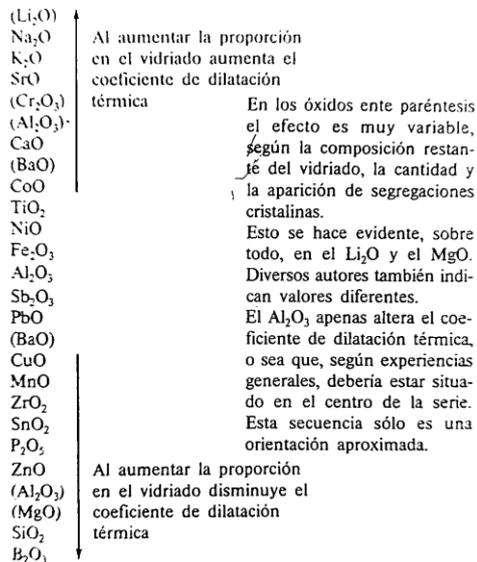


Ilustración 4. Fuente: Vidriados Cerámicos. (Matthes, 1990. Pág. 60).

Es importante estudiar esta propiedad, ya que, los cambios bruscos de dilatación pueden provocar rupturas, no solo en la capa vítrea del esmalte, sino también rupturas en el soporte cerámico, principalmente cuando las dilataciones térmicas entre el esmalte y el soporte son diferentes.

1.1.3.5 Resistencia química

Es la resistencia a los ataques químicos, ya sea por diferencia de pH o por alteración en su estructura. Esta alteración puede ser dada por abrasión, por variación de temperatura, por elementos reactivos, entre otros.

Esta propiedad no influye directamente en esta investigación, pero si es importante tenerla en cuenta, ya que, al superponer esmaltes, estos en el horno se combinan químicamente, por lo cual se modifica su naturaleza y la resistencia química garantizada por el proveedor puede ser modificada.

1.1.3.6 Refratariedad.

Podemos definir a la propiedad de refratariedad como la que posee todo material que tiene buena resistencia al calor, es decir, puede soportar su acción sin sufrir alteraciones. Los materiales refractarios toleran la alta temperatura sin entrar en descomposición ni modificar sus propiedades.

Los vidrios y vidriados si bien modifican su estado bajo la acción del calor, son considerados materiales refractarios. En este caso debemos hablar de temperatura de maduración, temperatura de fusión y rango de trabajo térmico, para poder concluir su definición.

Cuando se habla de temperatura de fusión, nos referimos a la temperatura en la que el material cambia su estado, es decir, que pasa de estado sólido a estado líquido.

Cuando hablamos de temperatura de maduración, hablamos de una temperatura o rango de temperaturas, en la que el esmalte llega a estado líquido en su totalidad, de manera homogénea y uniforme. Esta homogeneidad y uniformidad puede permanecer durante varias temperaturas. Esto se denomina rango térmico, es decir, la temperatura menor y la temperatura mayor en la que el vidriado se encuentra en estado óptimo sin sufrir alteraciones de composición.

Es importante conocer estos puntos y rangos térmicos de nuestros esmaltes, para así poder lograr las transformaciones correctas del material y lograr el acabado buscado.

1.1.4 Influencia de la cocción en los esmaltes

Con respecto al horno y su interacción en el resultado final, podemos indicar que este es quien tiene la última palabra en el proceso cerámico. Es donde se va a determinar si lo que hicimos es o no es lo que buscamos.

Un buen manejo del horno, no sólo genera buena producción, sino que también puede salvar piezas complejas y delicadas.

Un mal manejo del horno puede, por más meticulosos que seamos en el proceso, hacernos perder toda la producción.

La curva de cocción es una relación entre la temperatura y el tiempo. Es decir, mientras más grados aumenten dentro del horno en un determinado tiempo, es más rápido; y mientras menos grados aumente en ese mismo tiempo, es más lento.

En la cocción, el material cerámico absorbe el calor en forma de energía, generando transformaciones físicas, químicas y mineralógicas irreversibles, a diferencia del vidrio, que, al no poseer una estructura ordenada, es posible llevarlo al estado líquido y solidificarlo sin modificar sus características, siempre y cuando no se generen descomposiciones de los compuestos que lo integran.

Para controlar la velocidad de calentamiento y la cocción de las piezas se realiza una curva de cocción. La mejor forma para determinar una buena quema es el uso de conos pirométricos. Estos se comportan como una pieza cerámica, reblandecen y ceden al calor marcando la temperatura en relación a la cantidad de calor absorbida.

En pocas palabras, para obtener un resultado concreto en la cocción de esmalte será necesario tener en cuenta:

- La temperatura de maduración del esmalte para así poder definir la temperatura final.
- La identificación de los esmaltes con los que se trabaja, para definir el tiempo de mantenimiento final.
- La carga del horno, para definir la velocidad de subida y el diseño de la curva de calentamiento y enfriado.
- La carga y ubicación del esmalte
- La composición y naturaleza (comportamiento) del mismo

1.1.5 Superposición de esmaltes

Esta técnica de aplicación utilizada con fines artísticos y estéticos, consiste en la aplicación de un esmalte por encima de otro.

Su resultado depende de la carga del esmalte, la temperatura de cocción, el mantenimiento final y la naturaleza del esmalte, sus características y propiedades.

En la práctica cerámica se suele hablar sobre el “efecto de arrastre” que se genera al superponer un esmalte más duro o más viscoso sobre uno más fluido o más blando.

Teniendo en cuenta esta información y conociendo los esmaltes con los que trabajamos podemos predecir el comportamiento de los mismos.

1.2 Planteamiento del problema

En las prácticas cerámicas de taller o de emprendimientos cerámicos, se ha detectado la falta de rigurosidad cuando se utiliza la técnica de superposición de esmaltes. Se parte de la premisa de que el resultado será siempre azaroso, cuando en realidad lo que ocurre es que no se aplican los fundamentos teóricos técnicos propios de la especialidad. Esta falta de aplicación de conceptos en la realización de

esta técnica trae aparejada una dificultosa reproducción, sistematización y estandarización de un producto seriado.

1.2.1 Objetivos

Objetivo general

Sistematizar los efectos visuales y táctiles de la superposición de esmaltes destinada a una producción seriada.

Objetivos específicos:

- Estudiar el comportamiento de esmaltes comerciales que se encuentran disponibles en el mercado nacional.
- Observar y analizar su comportamiento en superposición luego del tratamiento térmico.

1.2.2 Preguntas de investigación:

En base a los conocimientos adquiridos de la técnica y la tecnología cerámica, y la diversidad de variables que pudieran influir en los efectos producidos, nos preguntamos ¿De qué manera la viscosidad, la densidad y el orden de los esmaltes superpuestos influyen en la generación de efectos?

1.2.3 Justificación y viabilidad

A partir del interés personal sobre la temática y la búsqueda de antecedentes, se logra detectar la opinión generalizada de que la técnica decorativa de superposición de esmaltes es azarosa e irreplicable. Esto es reflejo de la falta de aplicación de ensayos técnicos y de estudio de sistematización de la técnica a la hora de realizarla.

Por otro lado, en la búsqueda bibliográfica se encuentra información sobre las características y propiedades de los esmaltes, como es en el caso de *Wolf Matthes* en su libro *Vidriados Cerámicos* o el artículo *Esmaltes: clasificación y propiedades*

escrito por *Elena Flores B. et al* y publicado en la *Revista de Química*. Ambos hacen hincapié en la importancia de propiedades tales como viscosidad y refractariedad. Asimismo analizan cómo la composición afecta el comportamiento de los esmaltes, al igual que la densidad en la aplicación.

La propuesta de la presente investigación consiste en estudiar las características y propiedades que más influyen en esta técnica, de modo de poder replicar efectos en una producción seriada.

1.2.4 Hipótesis

De acuerdo a lo planteado en el apartado anterior, podemos intuir que es posible estudiar las propiedades de los esmaltes con el fin de estandarizar y anticipar los efectos que se generan en la técnica de superposición, siempre que se controlen las variables que más intervienen de la viscosidad de los mismos.

1.3 Diseño de investigación

1.3.1 Tipo de investigación

El carácter de la presente investigación corresponde al tipo explicativo y descriptivo, debido a que se busca sistematizar por medio de la experimentación, observación y comparación y explicar la influencia de las variables en el comportamiento del esmalte aplicado en la técnica de superposición de esmaltes.

Asimismo, podemos indicar que es de carácter experimental puro, debido a que habrá manipulación intencional de las variables independientes, como es el caso del mantenimiento de la temperatura dentro del horno, realizando el control de la curva de cocción y la densidad de aplicación del esmalte. Se mantendrá constante el peso específico (P_e) para manipular el espesor de la muestra, variando únicamente el tiempo de exposición de absorción del esmalte; y la ubicación del

esmalte duro *versus* esmalte blando, determinando cómo estas combinaciones influyen en las características y los efectos resultantes.

1.3.2 Tipos de variables

1.3.2.1 Variables independientes

Variables para medir orden de superposición de esmalte:

- Esmalte blando abajo y esmalte duro arriba
- Esmalte duro abajo y esmalte blando arriba

En los sucesivos, el esmalte blando/fluido va a ser denominado como 1 y el esmalte duro como 2.

Variable para medir la densidad del esmalte

- Inmersión de muestra en esmalte con Pe controlado de 1,5. Tiempo de exposición constante (2", 5" y 8").
- Espesor del bizcocho de la muestra constante.

Variable para medir la incidencia del mantenimiento en la curva de cocción en el resultado.

- Con mantenimiento final en la curva de cocción.
- Sin mantenimiento final en la curva de cocción.

1.3.2.2 Variables dependientes

Se medirá si se produce o no un efecto visual y/o táctil y qué característica/denominación tiene este efecto.

Las variables dependientes se clasificarán, en este trabajo, de la siguiente manera:

- Espuma de mar



- Islas



- Puntos



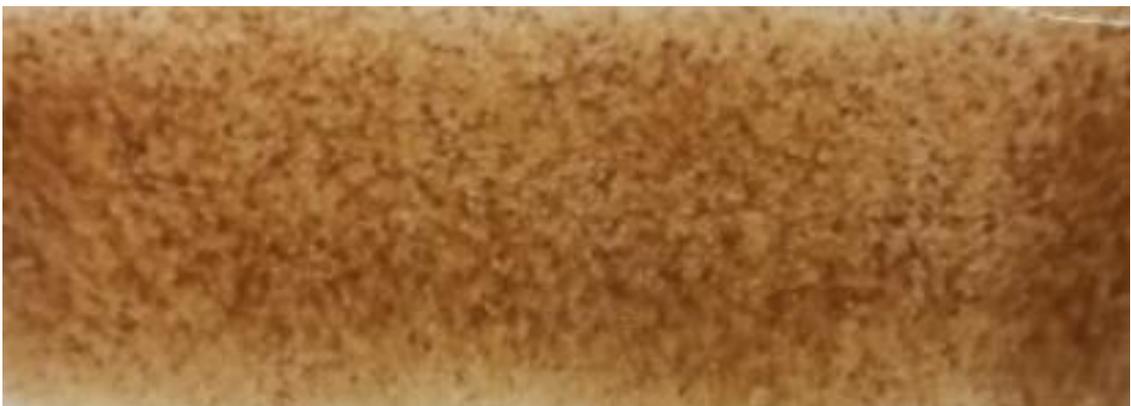
- Pecas



- Salpicados



- Granilla



- Sobado



- Relieve /si/no



- Llovido



- Cráteres



- Sin efecto



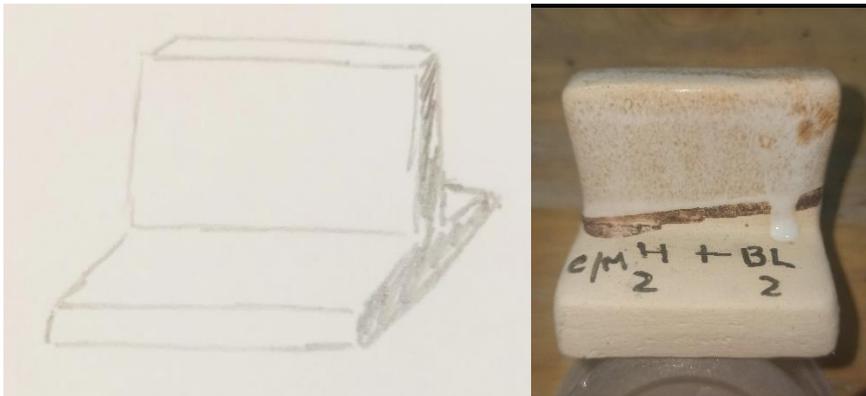
1.3.3 Selección y descripción de la muestra

Se realizaron 2 probetas en formato lágrima por cada esmalte seleccionado. Este sirve para medir el escurrimiento y de esta manera analizar la viscosidad del mismo. Este ensayo se realizó con mantenimiento y sin mantenimiento en la curva de cocción.



Probeta formato lagrima o termómetro utilizado para el ensayo de escurrimiento

Posterior a este ensayo se seleccionaron 2 esmaltes y se realizaron las siguientes muestras en T, aplicando los esmaltes por inmersión y manteniendo constante el espesor de la muestra y el Pe del esmalte.



Probeta formato T para el tablero de superposición.

Las variables para este ensayo son: tiempo de exposición, ubicación del esmalte, con curva o sin curva de mantenimiento.

Este tipo de muestra se eligió para poder observar detalladamente el comportamiento en vertical de los esmaltes:

1.3.4 Instrumento recolector de datos

	Ensayo de esmaltes comerciales	Ensayo de superposición
Placa lágrima para medir escurrimiento del esmalte	X	
Placa en T		X
Regla	X	
Balanza	X	X
Cronómetro		X
Horno cerámico (1080°C)	X	X
Termocupla	X	X
Programador	X	X

1.3.5 Procedimiento de investigación

En las siguientes tablas se organizan las pruebas realizadas para esta investigación. En las columnas se ubica el esmalte duro (blanco) y en las filas el esmalte fluido (habano en el tablero de esmalte brillante y símil cuero en el tablero mate). La variación de carga se lee de izquierda a derecha (2, 5, 8 segundos de inmersión respectivamente). En cada caso se indica si tiene o no mantenimiento. La lectura de las muestras debe hacerse de izquierda a derecha, teniendo en cuenta que el esmalte que se indica primero es el que está debajo.

Los tableros quedarían conformados de la siguiente forma:

Esmalte 2 abajo, esmalte 1 arriba. Con mantenimiento.

Viscosidad c/M	Es2 2s	Es 2 5s	Es 2 8s
Es 1 2s	Es 2.1 2s.2s	Es 2.1 5s.2s	Es 2.1 8s.2s
Es 1 5s	Es 2.1 2s.5s	Es 2.1 5s.5s	Es 2.1 8s.5s
Es 1 8s	Es 2.1 2s.8s	Es 2.1 5s.8s	Es 2.1 8s.8s

Esmalte 2 abajo, esmalte 1 arriba. Sin mantenimiento.

Viscosidad s/m	Es2 2s	Es 2 5s	Es 2 8s
Es 1 2s	Es 2.1 2s.2s	Es 2.1 5s.2s	Es 2.1 8s.2s
Es 1 5s	Es 2.1 2s.5s	Es 2.1 5s.5s	Es 2.1 8s.5s
Es 1 8s	Es 2.1 2s.8s	Es 2.1 5s.8s	Es 2.1 8s.8s

Esmalte 1 abajo, esmalte 2 arriba. Con mantenimiento.

Viscosidad c/M	Es 2 2s	Es 2 5s	Es 2 8s
Es 1 2s	Es 1.2 2s.2s	Es 1.2 2s.5s	Es 1.2 2s.8s
Es 1 5s	Es 1.2 5s.2s	Es 1.2 5s.5s	Es 1.2 5s.8s
Es 1 8s	Es 1.2 8s.2s	Es 1.2 8s.5s	Es 1.2 8s.8s

Esmalte 1 abajo, esmalte 2 arriba. Sin mantenimiento.

Viscosidad S/M	Es 2 2s	Es 2 5s	Es 2 8s
Es 1 2s	Es 1.2 2s.2s	Es 1.2 2s.5s	Es 1.2 2s.8s
Es 1 5s	Es 1.2 5s.2s	Es 1.2 5s.5s	Es 1.2 5s.8s
Es 1 8s	Es 1.2 8s.2s	Es 1.2 8s.5s	Es 1.2 8s.8s

Capítulo 2 - Etapa experimental

En este capítulo se describen detalladamente las experiencias realizadas en el taller-laboratorio controlando todas las variables mencionadas.

Este se divide en los siguientes tres subcapítulos:

- 2.1 Estudio de escurrimiento de esmaltes. Escala de valoración de viscosidad.
- 2.2 Experiencia de superposición.
 - 2.2.1 Tablero de superposición de esmalte brillante.
 - 2.2.2 Tablero de superposición de esmalte mate.

2.1 Estudio de escurrimiento de esmaltes. Escala de valoración de viscosidad.

Este ensayo previo al desarrollo del tema en cuestión tiene como objetivo estudiar el escurrimiento de algunos esmaltes con el fin de realizar una escala de valoración de esta característica y de esta forma poder seleccionar los esmaltes para la realización del trabajo.

Los ensayos se realizaron con probetas tipo termómetro. En estas probetas se aplicó 2 gr de esmalte y se cocinaron a 45° de inclinación en un horno eléctrico a 1070°C.

El horno utilizado tiene unas medidas de 35x33x55 cm. El mismo es de ladrillos refractarios, su conexión es monofásica. La temperatura máxima de trabajo constante es de 1100°C, y su temperatura máxima de trabajo es de 1200°C.

Las probetas fueron colocadas en el piso superior del horno. La variante a analizar en este ensayo fue la influencia del mantenimiento de 10' final vs sin mantenimiento final en el escurrimiento del esmalte.

Curva utilizada

	Velocidad de subida	Temperatura de corte	Tiempo de maduración al finalizar la rampa
1	4.5 °C/min	200 °C	10'
2	5°C/min	550 °C	10'
3	7 °C/min	830 °C	0'
4	10°C/min	1070 °C	10'/ 0'

Los esmaltes que se seleccionaron para este ensayo son los siguientes:

Comerciales

DP Colors: Turquesa DP-9595; Habano DP-9587; Habano Destonalizado DP-9585; Crawl Blanco DP-9920; Símil Cuero DP-9560; Caramelo Oscuro DP-9582; Coral DP-3035.



Crecer: Verde Botella VD 27; Azul 604; Azul Lirio 882; Habano HB10; Rojo 327.



Pages: Turquesa Craquelé; Negro Mate; Miel; Naranja; Jaspeado.



Carbony: Transparente TP-33; Blanco M-44; Naranja 4650; Amarillo 5323.



Artísticos/propios: Z1 EGU6; EGU5; EPN5; EC34



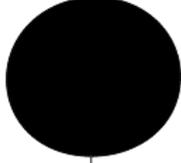
En líneas generales, con mantenimiento final de 10' se puede observar que los esmaltes fluidos tienden a caer/chorrear. También se observa que los esmaltes artísticos tienden a modificar su color, textura y/o tener variaciones de acabado, a diferencia de los esmaltes comerciales en donde se puede observar mayor estabilidad. Los esmaltes artísticos modifican con mayor brusquedad su viscosidad. Esto coincide con lo que dice Matthes (1990) que plantea que la masa fundida del vidrio suele ser muy viscosa y que esta varía de forma muy diversa al aumentar la temperatura y según su composición.

Los esmaltes mate en presencia del mantenimiento final tienden a planchar y a acomodarse mejor, liberan burbujas. También suelen perder un poco el efecto mate, es decir, con el mantenimiento suelen adquirir un poco de brillo y virar al satinado.

Los esmaltes comerciales se observan más estables frente a la presencia de mantenimiento, aun así, se observa que planchan y se acomodan mejor sobre el bizcocho, pero sin tener mayores modificaciones.

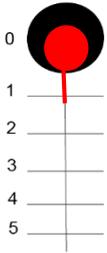
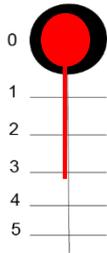
Podemos observar que, sin mantenimiento, los esmaltes fluidos tienden a contenerse en forma de gota, es decir, su caída es controlada. Los esmaltes mate quedan duros. Se perciben más duros, más rígidos y pétreos. Mantienen su característica de ser totalmente mate, es decir, sin brillo. También se observa que estos tienden a retener burbujas y marcas de aplicación.

A partir de estas apreciaciones podemos determinar la siguiente escala de fluidez

	Escala	Nomenclatura
<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="margin-bottom: 10px;">0 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">1 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">2 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">3 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">4 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">5 </div> </div>	0	No Fluido – Duro El esmalte no fluye. En este se pueden observar también marcas de la herramienta de aplicación.
	0 – 1	No fluido – Blando El esmalte no fluye. El esmalte se acomoda en el bizcocho y desaparecen las marcas de la herramienta de aplicación.
	2 – 3	Fluido El esmalte fluye de manera controlada
	4 – 5	Muy Fluido El esmalte fluye mucho.

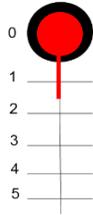
A partir de las muestras podemos determinar las siguientes denominaciones de viscosidad de los esmaltes presentes.

	Nomenclatura		Características / observaciones	
Duros	0	 <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center; margin-top: 10px;"> <div style="margin-bottom: 10px;">1 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">2 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">3 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">4 </div> <div style="margin-bottom: 10px;">5 </div> </div>		Esmaltes de naturaleza dura. Estos no se acomodan en el bizcocho, también se puede observar marcas de aplicación. Su viscosidad no se modifica con el mantenimiento.
	No Fluidos – Duros			

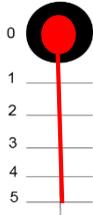
<p>Estables</p>	<p>0 – 1 No Fluidos – Blandos</p> 		<p>Son esmaltes que podemos denominar blandos por cómo se acomoda este en el bizcocho, pero mantienen su viscosidad estable frente al mantenimiento final. Se observa una mejoría en el acabado con el mantenimiento. En su mayoría son esmaltes aptos para alimentos.</p>
<p>Fluidos</p>	<p>2 – 3 Fluidos</p> 		<p>Son esmaltes que fluyen, pero de una manera controlada. Tienen a fluir más en presencia del mantenimiento final, pero esta caída no es abrupta.</p>

Sensibles

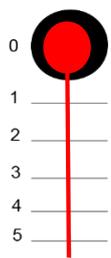
0 – 1
no fluido-
blando
S/M



4 – 5
Muy fluidos
C/M



Esmaltes que modifican abruptamente su viscosidad con la presencia del mantenimiento al final de la curva. En este caso son esmaltes formulados o modificados. Esto nos indica que la composición no se encuentra estable.

<p>Muy fluidos</p>	<p>4 a 5 Muy fluido</p> 		<p>Esmaltes muy fluidos que escurren sin necesidad de mantenimiento al final de la curva. Este efecto se intensifica con el mantenimiento. Tienden a ser esmaltes brillantes y/o de naturaleza artísticos. En su mayoría no son aptos para alimentos</p>
---------------------------	---	--	--

En la siguiente tabla se puede visualizar las características de cada esmalte y proveedor

Esmalte /nomenclatura	Proveedor	Color	Escala de viscosidad	Denominación de viscosidad	Brillo	cuerpo	Imagen
Turquesa DP-9595	DP Colors	Turquesa verdoso	4 – 5 Muy Fluido	Muy fluido	Brillante	Translucido	

Habano DP-9587	DP Colors	Marrón Claro - Habano	4 – 5 Muy Fluido.	Muy fluido	Brillante	Translúcido	
Habano Destonizado DP-9585	DP Colors	Marrón Oscuro – Habano	0 – 1 No fluido – Blando	Estable	brillante	Translúcido	
Crawl Blanco DP-9920	DP Colors	Blanco	0 No Fluido – Duro	Duro	Mate	Opaco	
Símil Cuero DP-9560	DP Colors	Marrón Claro – tono imitación cuero	2 -3 Fluido	Fluido	satinado	Opaco	
Caramelo Oscuro DP-9582	DP Colors	Marrón oscuro – caramelo	4 – 5 Muy fluido	Muy fluido	Brillante con zonas mate/satinadas por cristalizaciones	Opaco	
Coral DP-3035	DP Colors	Coral rosado	s/m 1-2 no fluido - blando c/m 4-5 muy fluido	sensible	brillante	Translúcido	

Verde botella VD-27	Creceer Poles y Cia S:A /Boggio	Verde botella	4 – 5 Muy fluido	Muy fluido	Brillante	Translúcido	
Azul 604	Creceer Poles y Cia S:A	Azul oscuro	0 – 1 No Fluido - Blando	Estable	Brillante	Translúcido	
Azul Lirio 882	Creceer Poles y Cia S:A	Azul lirio	0 No fluido – Duro	Duro	Mate	Opaco	
Habano HB10	Creceer Poles y Cia S:A/ Boggio	Habano oscuro – Marrón	2 – 3 Fluido	Fluido	Brillante	Translúcido	
Rojo 327	Creceer Poles y Cia S:A	Rojo navidad	0-1 No fluido – Blando	Estable	Brillante	Opaco	
Turquesa Craquele	Pages	Turquesa	0-1 No fluido – Blando	Estable	Brillante	Translúcido	

Negro Mate	Pages	Negro	0 No fluido - Duro	Duro	Mate	Opaco	
Miel	Pages	Miel	s/m 1-2 no fluido - blando c/m 4-5 muy fluido	Sensible	brillante	Opaco	
Naranja	Pages	Naranja	s/m 1-2 no fluido - blando c/m 4-5 muy fluido	Sensible	brillante	Translúcido	
Jaspeado	Pages	Rojo hierro con tonos marrones	0 No fluido - Duro	Duro	Mate /pasa a brillante con el manteni miento final	Opaco	
Transparente TP-33	Carbony	Incoloro	0-1 No fluido - Blando	Estable	Brillante	Transparente	
Blanco M-44	Carbony	Blanco	0-1 No fluido - Blando	Estable	Brillante	Opaco	

Naranja 4650	Carbany	Naranja	0-1 No fluido – Blando	Estable	Brillante	Translúci do	
Amarillo 5323	Carbany	Amarillo	0-1 No fluido – Blando	Estable	Brillante	Translúci do	
Z1 EGU6	Técnica 2	Azul	s/m 1-2 no fluido - blando c/m 4-5 muy fluido	Sensible	Brillante	Opaco	
EGU5	Técnica 2	Azul	2 – 3 Fluido	Fluido	Mate	Opaco	
EPN5	Comerci al modif ca do	Negro	0-1 No fluido – Blando	Estable	Brillante	Opaco	
EC34	Propio	Arena cemento – símil piedra	0 No Fluido – Duro	Duro	Mate	Opaco	

Tras observar la tabla podemos intuir que los esmaltes provenientes de Carbyon poseen la misma base, ya que su comportamiento es similar. También podemos intuir, por la intensidad cromática que poseen los esmaltes, que estos son coloreados con pigmentos.

Podemos determinar que la mayoría de los esmaltes de característica estable en su viscosidad son esmaltes aptos para alimentos. A diferencia de los esmaltes con característica de alta fluidez, en donde nos encontramos que la mayoría no es apta para alimentos, ya sea por su composición, como por su inestabilidad. Los esmaltes ricos en plomo tienden a ser esmaltes muy fluidos, con un característico brillo elevado y se puede observar como estos “mojan” el bizcocho a medida que se deslizan por la muestra¹. Esto también se puede observar en esmaltes ricos en mono boro².

Esta inestabilidad es normalmente generada por la presencia de elementos libres dentro de la estructura, como por ejemplo óxidos colorantes, que se adicionan posteriormente al mismo sin someterlo a un proceso de fritado o sinterizado. Esto se puede observar en los esmaltes denominados sensibles. Esta modificación abrupta de su viscosidad señala que hay elementos dentro de su composición que pueden alterarse, modificarse, o desprenderse, generando estos cambios poco controlables.

Por otro lado, en los esmaltes duros o de muy elevada viscosidad, como los esmaltes Crowlings, podemos intuir la presencia de elementos como CO_3Mg , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, CO_3Ca , Al_2O_3 , ZnO , etc. Estos elementos elevan la viscosidad y hacen que el esmalte no “moje” el bizcocho, como define Dante Darío Alberro en su trabajo *Efecto Crowling*.

¹ Wolf Matthes desarrolla el efecto del plomo en *Vidriados Cerámicos*, pág 75.

² El mismo autor analiza el papel del óxido de boro en *Vidriados Cerámicos*, pág 77.

2.2 Experiencia de superposición.

El muestrario se realizó sobre muestras tipo T a las que se aplicaron las siguientes variables:

- Espesor (2", 5", y 8") a un mismo Pe (1.16 gr/cm³*) aplicado con técnica de inmersión.
- Mantenimiento: con 10min final y sin mantenimiento final
- Ubicación del esmalte: fluido abajo – duro arriba y duro abajo – fluido arriba

*Si bien el proveedor sugiere una densidad diferente para cada tipo de esmalte se decidió utilizar el mismo Pe para todos los esmaltes seleccionados buscando que esta no sea una variable a medir.

Esmaltes seleccionados para la realización de los tableros

Esmaltes fluidos

Esmalte brillante: Habano DP-9587 de DP Colors

Esmalte mate: Símil Cuero DP-9560 de DP Colors

Esmalte duro

Blanco M-44 de Carbany. Este se mantiene constante en ambos tableros.

Características de los mismos:

Todos los esmaltes seleccionados para la realización de los ensayos son esmaltes comerciales, de fabricación estable y que se encuentran actualmente disponibles en el comercio en Argentina, garantizando una continuidad de uso y estudio de los mismos.

No ha sido posible conseguir formulación química y/o mineralógica de ninguno de los esmaltes estudiados ya que las casas de fabricación se reservan los derechos de difusión de los mismos. Por lo tanto, no ha sido posible realizar

estudios en base a composición y cómo esta influye en la reacción entre los esmaltes.

2.2.1 Tablero de superposición de esmalte brillante.

Habano DP-9587 de DP Colors (esmalte Fluido) y Blanco M-44 de Carbany (esmalte duro).

Líneas generales del análisis de ubicación

Esmalte fluido abajo y esmalte duro arriba:

El esmalte fluido tiende a mover el esmalte que se encuentra sobre él. De esta forma el esmalte duro se abre y escurre generando diferentes efectos como burbuja, islas, cráteres y puntos.

El esmalte fluido tiende a “aparecer” como manchando el esmalte duro, aunque este sea opaco. Este efecto se va intensificando a medida que el espesor del esmalte fluido aumenta.

Esmalte duro abajo y esmalte fluido arriba:

El esmalte fluido tiende a abrirse con sutileza, dejando ver el esmalte duro como puntos. Esto se intensifica, en menor medida, en la parte superior (aristas) de la muestra, ya que el esmalte fluido escurre y deja con menor carga esa parte de la muestra. Se aprecian efectos de llovido y pequeños puntos.

En las muestras con mayor carga de esmalte duro se aprecian afloraciones o tendencias de efectos, que van en aumento a medida que crece el espesor del mismo. De igual manera se intensifica en las muestras sin mantenimiento, generando un efecto de sobado o mezcla entre los esmaltes.

También se observa que con poca carga de esmalte fluido se necesita mayor carga de duro para que se genere el afloramiento. Esto nos indica la importancia de los espesores a la hora de querer replicar un efecto. El proveedor Vicentis, en su manual, hace referencia a este aspecto y sugiere respetar los espesores ideales que son los siguientes:

-0.5mm a 1 mm para esmaltes transparentes.

-1mm a 1.5 mm para esmaltes opacos brillantes.

- 1.5mm a 2 mm para esmaltes mates.

La ausencia de mantenimiento también otorga otra gama de efectos, ya que podemos determinar que, manteniendo esta curva de cocción y buscando la mayor carga de fluido, se genera un aumento de la cantidad de burbujas y/o cráteres.

Por el contrario, la presencia de mantenimiento en la curva y mayor carga de esmalte fluido genera una disminución de la cantidad de burbujas y/o cráteres, a tal punto que llegan a no percibirse. Esto es debido a que el mantenimiento final en una curva genera un efecto de “planchado” dando tiempo a la masa viscosa del esmalte a acomodarse y eliminar impurezas, burbujas y marcas.

Análisis del esmalte fluido como constante en la variante espesor

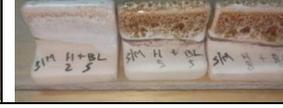
	2 segundos	5 segundos	8 segundos
	<p>Poco color Predominancia del esmalte duro debido a la falta de carga del esmalte fluido. Este no llega a ser protagonista ni a hacerse notar. Escasez de efectos. Se aprecia en el ángulo de la muestra el color del bizcocho</p>	<p>Puntos medianos Islas Escurrimientos controlados Pequeños cráteres en secuencia Efecto espuma de mar Burbujas más controladas</p>	<p>Mayor intensidad de color Mayor escurrimiento Burbujas y efectos más marcados Mayor cantidad de cráteres</p>
Fluido debajo. Con mantenimiento			
Fluido debajo sin mantenimiento			

	Efectos sutiles Puntos pequeños. Llovidos pequeños	Efecto llovido.	Más puntos que efecto lluvia. El color del esmalte fluido se ve más intenso, toma mayor protagonismo. Esto es debido al aumento de carga.
Duro debajo con mantenimiento			
Duro debajo sin mantenimiento			

Las muestras analizadas presentan craquelados por presencia del esmalte habano, comportamiento característico de este tipo de esmalte.

Cuando no hay mantenimiento y la carga de blanco sobre habano es mayor, se producen efectos de punteado y no alcanza a chorrear.

Análisis del esmalte duro como constante en la variante espesor

	2 segundos	5 segundos	8 segundos
	Efectos sutiles debido a la poca carga del esmalte duro.	Cráteres Se abre el esmalte y se logra apreciar a ambos esmaltes El blanco es más protagónico	Burbujas Mayor cantidad de aperturas del esmalte Mayor predominancia del esmalte duro Efectos más marcados
Fluido debajo. Con mantenimiento			
Fluido debajo sin mantenimiento			

	Mayor mezcla entre los esmaltes	Se abre el esmalte y se logra apreciar a ambos esmaltes	Llovidos más marcados
Duro debajo con mantenimiento			
Duro debajo sin mantenimiento			

Análisis de las muestras con mantenimiento vs sin mantenimiento final

	Con mantenimiento	Sin mantenimiento
Fluido abajo - duro arriba.	El esmalte duro escurre más sobre el esmalte fluido, generando efectos más marcados.	Efectos menos pronunciados.
		
Duro abajo - fluido arriba	Efectos más llovidos. En algunas muestras el esmalte habano tendió a aclararse.	Colores más oscuros Puntos y efectos más marcados.
		

Tablero

Fluido abajo – duro arriba

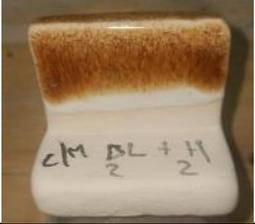
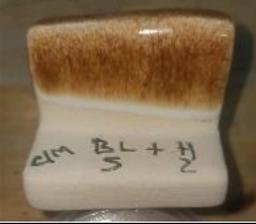
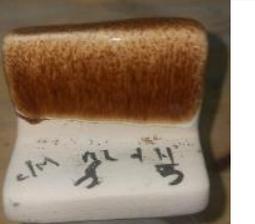
con mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	El blanco al poseer poca carga se ve translucido. Se aprecian pequeñas pecas de habano	El blanco posee más carga y solo se aprecian las pequeñas pecas en la mitad superior. Visualmente se percibe más carga del blanco	El blanco se ve percibe con la carga justa. Se observa adecuada capacidad cubritiva. El habano se aprecia con mayor intensidad en la mitad superior. También se perciben pequeñas burbujas. Podemos decir también que estas burbujas son la antesala de los efectos típicos de superposición como cráteres, ojos e islas.
			
5 segundos	Pequeños efectos de superposición. El habano toma protagonismo. Se observa deslizamiento del blanco a la zona inferior de la placa	Se observa acumulación del blanco alrededor del habano formando cráteres. En la parte superior se forman pequeñas pecas de habano.	Casi no se observan pecas. Estas se transformaron en pequeños cráteres. Los cráteres más grandes se observan deformados. Un tercer tono de marrón aparece producto de la mezcla entre el blanco y el habano alrededor de estos cráteres deformados. El blanco escurre a la parte inferior y se observa manchado
			

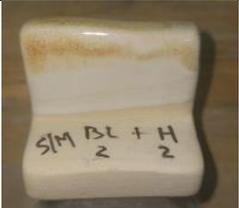
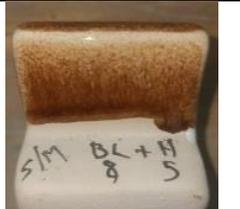
8 segundos	Se observa el efecto espuma de mar. En la parte inferior podemos ver acumulación de los esmaltes por el escurrimiento. Se generan motas de un 3° color, mezcla del blanco y el habano	Se observan pequeñas lagunas de habano en la parte inferior. Este se ve de un tono más intenso. En la zona inferior se observa un gran escurrimiento de ambos esmaltes. El blanco se ve manchado por este 3° color y aparece otro tono más oscuro generado por la acumulación de habano. Presencia de pequeñas burbujas	Efecto espuma de mar con burbujas generando acumulación de esmalte en la parte inferior. Se observan pequeños ojos. Las burbujas son huecas. Se intensifica el 3° color nuevo.

Sin mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	Se observan Pecas marrón claro en toda la superficie. Presencia de burbujas y <i>pinholes</i> .	Las pecas se observan en la parte superior con mayor intensidad. En la parte inferior se observa más acumulación de blanco. los <i>pinholes</i> aumentaron de tamaño.	Se observan pecas de mayor tamaño (más de 2 mm apx) bien marcadas por el contraste. Los <i>pinholes</i> aumentaron de tamaño. La acumulación de blanco en la base aumentó.

5 segundos	Aparecen cráteres. Predominancia de habano por zonas, en la parte inferior se observa acumulación de ambos esmaltes y mezcla de estos. Aparecen burbujas.	Pequeños ojos de habano que aumentan su tamaño a medida que escurren por la muestra. Aumenta el contraste. Acumulación de esmalte en la parte inferior. Aparecen manchas de un tercer color, mezcla de los dos esmaltes. Presencia de <i>pinholes</i> y burbujas	Superficie más homogénea. El habano se aprecia poco. Se observa el 3° color, producto de la combinación de los esmaltes.
			
8 segundos	El blanco se pierde. Toma protagonismo el habano y el 3° color mezcla, este se acumula en la parte inferior. se genera una textura "camuflada" y ojos más grandes en la parte inferior.	Efecto espuma de mar. Los ojos pasaron a ser cráteres. Se observa acumulación de blanco alrededor de esta "laguna" acumulación de esmalte en la zona inferior.	Pequeños ojos que aumentan su tamaño a medida que escurren. Acumulación de esmalte en la parte inferior. Formación del tercer color con pequeñas burbujas internas.
			

Duro abajo - fluido arriba

Con mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	El blanco aflora en la parte superior en forma de puntos llovidos y pequeñas líneas. Efecto llovido.	El afloramiento de los puntos se expande, abarcando más espacio. El color del habano se aclara.	El afloramiento de puntos blancos y marrones abarca más espacio que con la carga de 5 segundos de blanco. Efecto llovido.
			
5 segundos	Los puntos se observan en la parte superior y media. Se observan pequeñas líneas en la zona media y en menor cantidad.	El color se aclara. Se observa afloramiento de puntos blancos en la parte superior. En la parte inferior se observa más homogéneo el croma. Pequeños escurrimientos en la base con presencia de burbujas. Presencia de cuarteado.	Efecto llovido entre el habano y el blanco. Mayor presencia de habano en la parte superior. Afloramiento de puntos blancos. El habano toma protagonismo. Se oscurece el croma.
			
8 segundos	Pequeños puntos blancos en la parte superior. Predomina el habano principalmente en la zona inferior.	Similar a la anterior, pero con mayor aumento de puntos blancos. Se observa escurrimiento en la zona inferior.	Predominancia de <i>pinholes</i> . El efecto llovido ya no se encuentra presente. Escurrimiento en la parte inferior.
			

Sin mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	Predomina el esmalte blanco. El habano aparece apenas manchando el esmalte duro, no se observan mayores efectos,	Efecto salpicado. Aflora el esmalte blanco por sobre el habano.	Se percibe escurrimiento en la base de la muestra. Efecto llovido. Afloramiento de puntos blancos. Estos puntos de la zona media hacia la parte inferior se corren generando líneas que se integran con el esmalte habano.
			
5 segundos	El color del habano se observa más intenso. Predominancia de efecto sobado. Efecto de puntos solo en la parte superior.	El habano se intensifica y se oscurece. Los puntos blancos persisten en la parte superior. Aparecen puntos oscuros. Efecto llovido.	Aumento de puntos blancos en la parte superior. En zona inferior se observa escurrimiento y movimiento del esmalte habano. Efecto llovido
			

8 segundos	Efecto llovido. Presencia de blanco. Afloramientos solo en la zona superior. Efecto llovido en la parte inferior. Pequeñas marcas de escurrimiento en la zona inferior.	Predominancia de puntos marrones. Aumenta el tono de color e intensidad del habano. Se marca la arista con blanco por el escurrimiento del habano.	Similar al anterior, pero con aumento de puntos marrones. El tono se oscurece más .
			

Como conclusión general del tablero brillante podemos indicar que, al ser muy fluido el esmalte seleccionado, este genera aumentos de escurrimiento que es necesario tener en cuenta a la hora de aplicar y/o de cargar en el horno para evitar arruinar placas del horno. Esto si se controla es una ventaja ya que los efectos obtenidos son muy marcados e interesantes.

2.2.2 Tablero de superposición de esmalte mate.

Símil Cuero DP-9560 de DP Colors (esmalte Fluido) y Blanco M-44 de Carbony (esmalte duro)

Líneas generales del análisis de ubicación

Esmalte fluido abajo y esmalte duro arriba:

Se pierde el color del esmalte fluido.

Al estandarizar espesores, para mantener constante la variable con respecto al tablero realizado con el esmalte brillante, nos damos cuenta que el esmalte mate necesita mayor carga para marcar su presencia y generar efectos de superposición con el otro esmalte.

Los efectos son casi imperceptibles. Aun así, se percibe un efecto estilo *pinhole* con mayor carga de esmalte fluido. Esto se aprecia también cuando la carga de ambos esmaltes superpuestos se encuentra equilibrada.

Esmalte duro abajo y esmalte fluido arriba:

Presencia de color

Mientras mayor es la carga del esmalte mate, mayor es la intensidad del color.

Análisis del esmalte fluido como constante en la variante espesor

	2 s	5s	8s
	<p>Color claro Efecto casi nulo Con el mantenimiento el color se oscurece más. Empiezan a aparecer pequeños efectos principalmente cuando ambos esmaltes tienen la misma carga.</p>	<p>El color se intensifica más, en relación a la muestra 2s. Podemos apreciar algunos efectos. Se vuelve a repetir que cuando los esmaltes se encuentran en igual espesor se generan más efectos.</p>	<p>aumenta la intensidad del color.</p>
Fluido debajo. Con mantenimiento			
Fluido debajo sin mantenimiento			
	<p>Predominancia de tono claro. Se observa cómo el mínimo de carga del esmalte afecta, quitándole presencia. No se observan efectos ni predominancia de color</p>	<p>Cuando el esmalte blanco está por debajo, el color es más intenso y esto aumenta cuando la carga del esmalte fluido y el blanco es igual.</p>	<p>El aumento de carga favorece a la presencia del esmalte, esta se nota en el aumento tonal y la pequeña formación de efectos</p>
Duro debajo con mantenimiento			
Duro debajo sin mantenimiento			

Análisis del esmalte duro como constante en el variante espesor

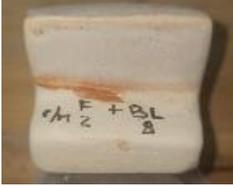
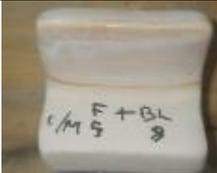
	2 s	5s	8s
	<p>Predomina el color del esmalte fluido El esmalte blanco se ve translúcido. Los efectos presentes son sutiles</p>	<p>Los efectos presentes se empiezan a perder. El color se aclara</p>	<p>Se mantiene similar el color. Se empareja la superficie y el tono. El blanco toma más cuerpo. El blanco se aprecia como blanco color más pleno.</p>
Fluido debajo. Con mantenimiento			
Fluido debajo sin mantenimiento			
	<p>Predomina el tono del esmalte fluido. La carga del esmalte blanco no es suficiente como para tener cuerpo y presencia.</p>	<p>La superficie se observa homogénea. Presencias aleatorias de puntos blancos y marrones. Esto varía según la carga de esmalte fluido.</p>	<p>El esmalte blanco tiene cuerpo y presencia. Se observa curativo. Esto se nota también en la claridad tonal de las muestras y en los afloramientos de puntos blancos. Se observa homogénea la superficie.</p>
Duro debajo con mantenimiento			
Duro debajo sin mantenimiento			

Análisis de las muestras con mantenimiento vs sin mantenimiento final

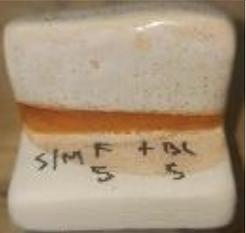
	Con mantenimiento	Sin mantenimiento
Fluido abajo - duro arriba	<p>Predominancia del esmalte blanco Efectos sutiles. Poco marcados. Los efectos son pequeños puntos similares a granilla o pequeñas pecas o salpicados. El esmalte fluido no tiene presencia.</p>	<p>Mayor presencia del esmalte blanco. Media presencia del esmalte fluido (en relación al anterior tablero). Aumenta un poco más Pequeños efectos tipo <i>pinhole</i>, puntos o cuarteos</p>
		
Duro abajo - fluido arriba	<p>Presencia de color Efecto manchado, sobado Efectos más marcados Más intensidad con menor presencia de blanco. Apenas más brillantes que S/M Mayor homogenización cromática.</p>	<p>Presencia de color Efecto de sobado Efecto más rústico Se aprecia más el contraste entre esmaltes. No se observa tanta interacción entre estos.</p>
		

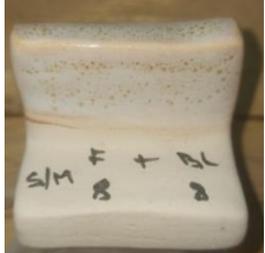
Tablero

Fluido abajo – duro arriba

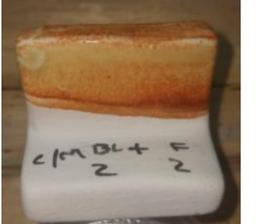
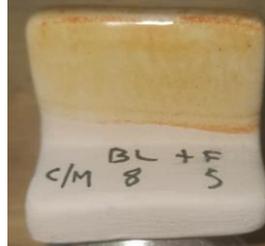
Con mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	El blanco predomina. Pequeños lunares afloran por toda la superficie.	El blanco se observa más parejo. Menos puntos marrones.	Aumenta lo observado en las anteriores muestras. El blanco se percibe más cubritivo. Se observan pequeñas burbujas y marcas de aplicación.
			
5 segundos	Tono más marrón. Presencia de puntos en diferentes tonos de marrón por toda la superficie.	El blanco cubre más la superficie. Se observan puntos en diferentes tonos de marrón, predominando en tonos claros. Estos se observan más dispersos.	El blanco se observa más cubritivo. Solo se aprecian puntos en la esquina superior.
			

8 segundos	Tono de superficie más marrón. Similar a lo observado en la muestra F5-BL2, pero con un tono más oscuro.	El blanco se observa más cubritivo. Los puntos se observan sobre toda la superficie. Estos son en tonos marrón claro y amarillento. También podemos ver presencia de pequeñas burbujas en la superficie.	El blanco cubre todo. Prácticamente sin presencia de puntos y burbujas. Podemos decir que la superficie es homogénea.
			

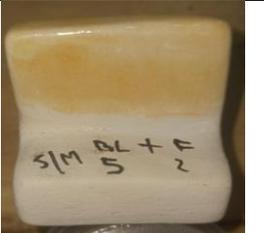
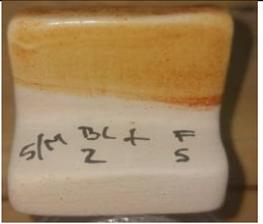
Sin mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	Se aprecian marcas de aplicación. El tono de la superficie es de un marrón lechoso y se observa la presencia de puntos marrones.	El blanco es más homogéneo. Presencia de puntos claros aleatorios.	Blanco homogéneo y parejo.
			
5 segundos	Puntos marones como pecas distribuidas homogéneamente por toda la superficie. Marrón un poco más oscuro que la muestra F2-BL2.	Blanco más nítido. Pecas en marrón amarillento claro afloran por toda la superficie.	Similar a la muestra F2-BL8
			

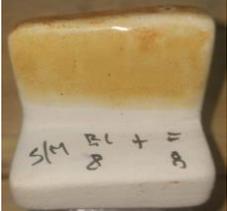
8 segundos	Tono claro desgastado. Puntos marrones en la zona cercana a la arista.	Blanco parejo y homogéneo.	Blanco predominante con puntos amarillos y burbujas distribuidos por toda la muestra.
			

Duro abajo – fluido arriba

Con mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	El color marrón se intensifica en la zona inferior. También se observa una acumulación de puntos en esa zona.	El tono general se aclara. Los puntos que se observan son blancos, estos generan un efecto como de puntillismo. Los errores de aplicación se marcan con más intensidad. Se aprecian en la muestra con diferencia cromática.	El color se aclara más. El puntillismo es blanco.
			
5 segundos	Efecto sobado con el color cuero como protagonista. Se aclara el tono en las aristas.	Color más claro y homogéneo. Puntos marcados marrones. Puntillismo blanco .	Color más crema. Pequeño puntillismo blanco.
			

8 segundos	Tono crema de fondo. Aumento del puntillismo. Efecto sobado en la zona superior. En la zona inferior se intensifica este efecto y se aclara el tono.	Tono crema más homogéneo con zonas un poco más oscuras. Presencia de puntos marrones como lunares. En la zona superior se observa blanco como salpicado.	Color crema más claro y homogéneo. Presencia de pequeños puntos blancos.
			

Sin mantenimiento	Esmalte duro →		
Esmalte fluido	2 segundos	5 segundos	8 segundos
2 segundos	Tono homogéneo excepto en la zona superior, en la que se pueden observar pequeños puntos blancos aflorando. Tono general marrón amarillento claro.	Tono más claro. La presencia de puntos blanco aumenta.	Color crema amarillento homogéneo. Afloran puntos marrón oscuro de forma aleatoria.
			
5 segundos	Tono vetado. Efecto sobado marrón claro con puntos en tonos marrón más oscuro. Se notan algunas marcas de aplicación.	Color más claro que el anterior en la zona superior. Afloramiento del esmalte blanco en forma de pecas. Puntos marrones oscuro dispuestos aleatoriamente en el resto de la superficie.	Similar al anterior, aumenta la presencia de los puntos blancos en la parte superior. Efecto sobado.
			

8 segundos	Tono más oscuro. Superficie menos homogénea. Efecto sobado. Presencia de marcas de aplicación.	Efecto sobado. Puntos marrones rojizo en la zona inferior dispersas como pecas. Puntos más oscuros dispuestos aleatoriamente en la zona superior. Color bastante uniforme.	Tono más claro y homogéneo. Puntos blancos dispersos aleatoriamente.
			

Como resultado del análisis del tablero mate, podemos indicar que, con la combinación superpuesta de dos esmaltes con diferente brillo (blanco brillante y símil cuero mate), el resultado de la superficie de la muestra es un brillo medio entre los dos al que podemos denominar satinado. Este satinado va a ir variando, más cercano al brillante o más cercano al mate, según la carga de los esmaltes en juego y la ubicación de los mismos.

También podemos determinar, gracias a esta experiencia, la importancia de la carga de los esmaltes, es decir, el espesor ideal que estos deben llevar según la naturaleza de los mismos. Esta carga va a influir directamente en el comportamiento de los esmaltes y en la generación de los efectos buscados.

Conclusiones

Al iniciar esta investigación, el principal objetivo planteado fue determinar una metodología para identificar rápidamente las variables que involucran la técnica de superposición de esmaltes y de esta manera poder estandarizar el proceso, para poder replicar y predecir efectos de manera práctica. La motivación personal que impulsó este trabajo fue la falta de información adaptable a las realidades del taller o emprendimiento cerámico. De este modo, mis esfuerzos se orientaron a encontrar un modo de trabajo posible de ser trasladado a estos espacios en los que transita el saber cerámico.

Al finalizar este proyecto pude determinar que es posible estandarizar esta técnica decorativa, siempre y cuando se realice un estudio previo de los esmaltes a utilizar. Es importante estudiar su viscosidad y comportamiento ante la temperatura de trabajo asignada de manera individual y de manera conjunta, ya que esta va a determinar los resultados estéticos que vamos a obtener de esta combinación. Estos también van a ser determinados por las variables que estudiamos en el trabajo.

Con respecto a la densidad podemos concluir que es la variable que más posibilidades de efectos nos permite en una misma pieza, ya que permite modificar la carga de aplicación. Particularmente, se recomienda modificar la carga del esmalte alterando su Peso específico y no el tiempo de inmersión, ya que si optamos por aumentar el tiempo de exposición corremos el riesgo de saturar la pieza de humedad y esto nos va a generar el efecto contrario al que buscamos, es decir, en vez de aumentar el espesor del esmalte este se va a correr y desprender.

Por otro lado, también se pudo detallar la variedad de efectos que podemos obtener según la ubicación de cada esmalte. Por lo que es importante definir qué características tiene cada esmalte a utilizar para poder elegir correctamente el lugar que va a ocupar y así obtener los resultados buscados, teniendo en cuenta que estos van a variar según la combinación de esmaltes que hagamos. La combinación se irá complejizando a medida que aumentemos la cantidad y variedad de esmaltes.

Finalmente, se puede reafirmar que lo planteado en la hipótesis es posible siempre y cuando se controlen las variables mencionadas que condicionan la viscosidad, tales como espesor, composición y curva de cocción.

Fotos de piezas terminadas



Combinación: mitad superior duro abajo-fluidos arriba. Mitad inferior fluidos debajo – duro arriba. Círculo central y medio 3: esmalte fluido mate. Círculo externo y central 2: esmalte fluido brillante. aplicado a pincel los esmaltes fluidos y por inmersión el esmalte duro (Maser, 2023).



Piezas verticales y horizontales De izquierda a derecha:
Esmalte duro abajo – esmalte fluido brillante encima.
Esmalte fluido brillante abajo – esmalte duro arriba.
Esmalte duro abajo – esmalte fluido mate encima.
Esmalte fluido mate abajo – esmalte duro arriba.
(Maserà, 2023)



Detalle de piezas con esmalte brillante como esmalte fluido (Maserà, 2023).



Detalle de piezas con esmalte mate como esmalte fluido (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte brillante como esmalte fluido sobre esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte brillante como esmalte fluido sobre esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte brillante como esmalte fluido sobre esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte brillante como esmalte fluido debajo de esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte brillante como esmalte fluido debajo de esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte brillante como esmalte fluido debajo de esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte mate como esmalte fluido sobre esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte mate como esmalte fluido sobre esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte mate como esmalte fluido sobre esmalte duro (Masera, 2023).



Detalle de piezas con esmalte mate como esmalte fluido debajo de esmalte duro (Masera,2023)



Detalle de piezas con esmalte mate como esmalte fluido debajo de esmalte duro (Masera,2023).



Detalle de piezas con esmalte mate como esmalte fluido debajo de esmalte duro (Masera,2023).

Anexo

[Fotografías en alta calidad del muestrario realizado](#)

Abreviaturas

2s: dos segundos de inmersión

5s: cinco segundos de inmersión

8s: ocho segundos de inmersión

C/M: con mantenimiento al final de la curva de cocción

S/M: sin mantenimiento al final de la curva de cocción

F: esmalte fluido

H: esmalte habano

BL: esmalte blanco

Definiciones

- Densidad: Es la relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa. Se expresa en gr/cm^3 .
- Esmalte: Capa vítrea que recubre el cuerpo cerámico, dándole mayor resistencia mecánica y química, además de impermeabilizar la pieza y generar un acabado estético (Such, 2015).

Líquido subenfriado que recubre la pieza cerámica y que se forma a partir de la combinación de elementos inorgánicos (Matthes, 1990).

- PE: El peso específico es la relación existente entre el peso y el volumen que ocupa una sustancia en el espacio. En el sistema internacional se expresa en unidades de Newton sobre metro cubico (N/m^3) (Leskow, 2021).
- *Pinholes*: defecto morfológico en la superficie del esmalte que se puede observar a simple vista o con ayuda de un microscopio. Este se caracteriza por presentar huecos de diferentes tamaños y profundidades que parecen haber sido hechas por una aguja (pin, alfiler en inglés), de esta semejanza deriva el nombre del efecto. (Franquesa)
- Superposición de esmaltes: Técnica de decoración cerámica que consiste en aplicar un esmalte sobre otro buscando que se generen efectos visuales y táctiles.
- Viscosidad: Es la dificultad que un fluido presenta al movimiento, es decir, es la resistencia de un fluido a fluir. La unidad física de la viscosidad se mide en *centipoise* y se representa con la letra griega μ (Such, 2014).

Bibliografía

- Alberro, D. D. (s.f.). *sites google*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/efectocrawling/home>
- Cooper, E. (1991). *Manual de Barnices Cerámicos*. Barcelona: Omega.
- Ferreyra, I. A. (s.f.). *INTRODUCCIÓN AL CÁLCULO SEGER*. La Plata, Buenos Aires: Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Bellas Artes.
- Flores B., E., Meyer reyes, & Ochoa L., R. (Junio de 1996). Esmaltes: Clasificación y propiedades. *Revista de química*, X(1), 31 - 46.
- Franquesa, M. M. (s.f.). *Mejora del defecto de pinhole en la porcelana sanitaria*. España.
- Galindo, R. (3 de mayo de 2023). *Rafael Galindo Ceramica*. Obtenido de <https://rafagalindoceramica.com/>
- Hald, P. (1952). *Técnica Cerámica*. Barcelona: Omega.
- J.L.Vicentiz. (S/F). *Suministros Cerámicos*. Gatika, Bizkaia: J.L. Vicentiz. Obtenido de www.vicentiz.com
- Lerma, J. R. (31 de marzo de 2016). *Conceptos que hacen mas fácil la vida en la planta de inyección*. Obtenido de interempresas.net: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/153911-Conceptos-que-hacen-mas-facil-la-vida-en-la-planta-de-inyeccion.html>
- Leskow, E. C. (15 de julio de 2021). *Concepto.de*. (E. Etecé, Editor) Recuperado el 06 de marzo de 2023, de <https://concepto.de/peso-especifico/>

- Matthes, W. E. (1990). *Vidriados Cerámicos*. Barcelona: Omega.
- Norton, F. (1975). *Cerámica fina. Tecnología y aplicaciones*. Barcelona: Ediciones Omega S.A.
- S.R.L., D. G. (2021). *Manual para ceramistas - Esmaltes*. Buenos Aires.
- Salmang, H. (1954). *Los fundamentos físicos y químicos de la cerámica*. Barcelona: Reverte.
- Salmang, H. (1962). *Fabricacion del Vidrio*. Madrid: Aguilar.
- Such, E. G. (2014). *Apunte de catedra. Tecnica y Practica Ceramica III. Esmaltes, Propiedades. Controles y defectos*. mendoza: universidad nacional de cuyo.
- Such, E. G. (2014). *Propiedades de la barbotinas de colado. Control de viscosidad. mecanismos de la defloculacion. Apunte de catedra Tecnica y practica ceramica III*. Mendoza: UNIVERSIDAD Nacional de Cuyo.
- Truyol, S. M. (2013). *Apunte de Catedra Quimica Aplicada - Accion Colorante de los oxidos*. Mendoza.