

ESTUDIO DE REINTEGRANTES PICTÓRICOS APLICADOS EN LA RESTAURACIÓN DE AZULEJERÍA EXPUESTA AL EXTERIOR

Montserrat Lastras Pérez, M^a Luisa Martínez Bazán, Ester Martínez Cabezuelo y José Manuel Simón Cortés.
Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universitat Politècnica de València

AUTOR DE CONTACTO: Montserrat Lastras Pérez, monlaspe@crbc.upv.es

RESUMEN: *Los productos utilizados en la reintegración cromática de azulejería expuesta al exterior ha sido un campo hasta hoy poco estudiado. Por lo general, los restauradores especializados en este tipo de material cerámico han ido experimentando, a lo largo de las últimas décadas, distintos productos comerciales, decantándose por los materiales que mejores resultados ofrecen en un inicio y son fáciles de trabajar, sin tener datos objetivos de durabilidad y estabilidad cromática que éstos ofrecen con el paso del tiempo.*

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos mediante colorimetría tras realizar ensayos de envejecimiento acelerado a dos tipos de materiales utilizados en la reintegración cromática de azulejería, la resina epoxi aglutinada con pigmentos y un producto comercial, listo para su uso, denominado Cerámica en frío. De este modo se pretende comparar ambos productos en cuanto a la variación cromática que sufren ante condiciones extremas.

PALABRAS CLAVE: azulejería, reintegración, resina epoxy, cerámica en frío, envejecimiento.

1. INTRODUCCIÓN

Hasta hace muy poco tiempo, la azulejería había sido poco atendida dentro de los aspectos de conservación y restauración, a pesar de la variedad y calidad de ejemplos con los que contamos hoy en día. Quizás, uno de los motivos ha sido su gran resistencia, tanto en ámbitos exteriores como interiores.

En la actualidad, en el campo de la cerámica hay infinidad de estudios conducentes a abordar con éxito la restauración de estos bienes. Si bien es verdad, que se siguen estudiando aspectos relacionados con la reintegración formal, como es el caso del estudio de masillas de relleno para la reintegración de lagunas o el estudio de reintegrantes cromáticos en nuestro caso.

El estudio desarrollado, responde a la necesidad de la búsqueda de materiales de reintegración cromática con una buena respuesta, que deben ser aplicados en soportes de azulejería expuesta al exterior.

Los materiales de reintegración cromática han sido muy variados desde hace unas décadas y también a lo largo de la historia, pero actualmente se utilizan otros materiales más novedosos que comprenden características como una mayor trabajabilidad a la hora de ser utilizados y que cumplen una función estética, integrándose en el conjunto de la obra original y mejorando así su lectura. La variedad de materiales que se pueden emplear en este tipo de intervenciones es muy amplia pero, en este estudio nos hemos centrado en dos determinados.

Es evidente que en cada intervención deben estudiarse y evaluarse las medidas particulares para establecer los métodos de trabajo y los materiales más idóneos a utilizar. Con el estudio de estos dos materiales en concreto, buscamos unos resultados finales que nos puedan conducir a establecer una buena metodología de trabajo

y así, poder obtener, gracias a estos resultados, un material que pueda ser aplicable en la mayoría de los casos, para conseguir una reintegración cromática de la pieza original.

A la hora de llevar a cabo una intervención se debe tener en cuenta varios factores: el principal y más importante a tratar dentro de este estudio es la respuesta al comportamiento ante unas condiciones adversas que se dan en el exterior o a la intemperie.

Aunque la reintegración cromática depende en muchas ocasiones de la reconstrucción volumétrica, es decir, de los materiales empleados en ésta, este estudio se centra exclusivamente en unos reintegrantes cromáticos específicos, dejando abierto un campo de investigación con respecto a las masillas.

Por otro lado, otro factor importante a tener en cuenta en la reintegración cromática de estos objetos es el color. El color de los materiales empleados en la reintegración cromática no debe afectar a la pieza original de ningún modo que no sea en el aspecto visual y estético de la obra, en un conjunto global, por ello, el material empleado debe presentar una mayor oposición a la pérdida de color, ya que hay que tener en cuenta que la reintegración cromática con el paso del tiempo pierde sus propiedades colorimétricas mostrando así una clara diferenciación de la pieza original, dando lugar a una mala intervención que viene dada por la mala elección del material pictórico.

La finalidad de este estudio es establecer la idoneidad de unos determinados reintegrantes cromáticos susceptibles de ser aplicados en azulejería expuesta al exterior, teniendo en cuenta su comportamiento físico y colorimétrico, a través de la elaboración de una serie de probetas experimentales que bajo los efectos de unos ciclos de envejecimiento acelerado y natural.

1.2. Materiales utilizados como reintegrantes en azulejería

Tras realizar la búsqueda bibliográfica, sobre materiales empleados en la reintegración cromática de azulejería expuesta en el exterior, se encuentran muy pocas referencias específicas relacionadas con el tema de estudio. Por lo general, exceptuando algunos casos concretos, la reintegración cromática es mencionada como un proceso más en la intervención de estas obras, sin llegar a concretar el material utilizado.

Las técnicas de reintegración utilizadas en azulejería han sido y son muy dispares, desde la aplicación de tonos neutros, tintas planas, pasando por técnicas de "tratteggio a rigatino", hasta reintegraciones totalmente miméticas (Buys & Oakley, 1993:243; Consuegra, 1993:184; Torrijos 2001:40).

De las escasas referencias se destaca a Perla de las Parras (1996:509), donde desarrolla un amplio estudio del comportamiento de los materiales utilizados para obra ubicada al exterior. Los materiales citados, por este autor, son: acrílicos, resinas epoxídicas, resinas de poliéster, silicato de etilo, agua de cal, fresco, estuco coloreado y poliacetato de vinilo. También Rallo (1993:166) relata la utilización de pigmentos disueltos en aglutinante acrílico en los azulejos del Monasterio de San Isidro del Campo en Santiponce, Sevilla. Por otro lado, según Carrascosa y Lastras (2006:117) referencian el uso, en algunos talleres, de óleos y de resinas acrílicas más pigmentos, aplicando como protección final un barniz brillante. Estas autoras utilizan en la actualidad, resina epoxi con filtro ultravioleta más pigmentos, consiguiendo en un solo paso el cromatismo y una protección más duradera ante agentes de deterioro.

En la reintegración de azulejería expuesta en ambientes interiores se referencian materiales como, tintas planas de acuarela con un rayado multicolor de lápiz acuarelable con posterior fijado a base de copolímero acrílico en disolvente orgánico (Consuegra, 1993:184), Pigmentos al barniz, Goma laca, Acrílicos o Lápices de grafito o color (Perla, 1996:509).

2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

2.1. Materiales

Con el fin de obtener unos soportes para la aplicación de los reintegrantes cromáticos se realizaron dos tipos de soportes:

- Escayola Hebodur® de la casa A.G.M.
- Resina Epoxi Ultravioleta EC131® junto con el Catalizador W342® de la casa Glaspool y carga a base de carbonato cálcico.

Reintegrantes cromáticos:

- Pintura cerámica en frío lista para su uso de la casa comercial Lefranc & Bourgeois®, las gamas cromáticas estudiadas fueron Violeta de Egipto y Ocre amarillo.
- Resina epoxi ultravioleta EC131® más Catalizador W342® de la casa comercial Glaspool más cargas de pigmento en polvo, azul cobalto y ocre.

2.2. Preparación de las probetas

La elaboración de todos los soportes se realizó por molde directo de látex, siendo su tamaño de 4 x 3.8 x 1.8 cm. a una T ambiente entre 22°-25° C. La proporción utilizada en los soportes de escayola fue de 35 g de Hebodur® y 11 g de H₂O, realizándose un total de 24. En cuanto a los soportes de resina epoxi se elaboraron a partir de 20 g de resina EC131® y 5g de catalizador W342®, una vez conseguida una mezcla homogénea se añadió 60 g de polvo de mármol, en total se realizaron otras 24 muestras. Para finalizar,

todos los soportes se sometieron a un lijado superficial rebajando el canto vivo de los laterales.

Cada muestra se dividió por la mitad a lo ancho con una cinta adhesiva de papel de 3 mm de anchura, con el fin de permitir reintegrar en un mismo soporte dos gamas de colores diferentes de cada reintegrante seleccionado. La aplicación de los reintegrantes se realizó a pincel en la superficie de los soportes, siendo la proporción del color a base de resina epoxi de 10 g de resina EC131®, 2,5 g de catalizador W342® y 1,5 g de pigmento en polvo. En total se realizaron un total de 44 probetas divididas en cuatro grupos dependiendo del soporte y su reintegrante cromático.

2.3. Instrumentación

Balanza KERN 440-21N, KERN & Sohn GmbH. Max 40g, d = 0,001.

Las muestras fueron fotografiadas, antes y después de los distintos ensayos de envejecimiento, con un microscopio Leica modelo MZ AP0, 8x-80x, con sistema fotográfico digital acoplado e iluminación por fibra óptica bilateral. Las microfotografías fueron tomadas entre 8-40X.

Termohigrómetro portátil Medicura, con escala de medición de temperaturas entre -10°C y +50°C. Con unidad de medida de 1°C y una precisión de ± 1,5°C. Escala entre 20%HR Y 99%HR. Empleado para la toma de datos de HR y T durante el ensayo de envejecimiento ante agentes naturales.

Las medidas colorimétricas se tomaron con un espectrofotómetro Minolta CM- 2600d, eligiendo como condiciones de medida el iluminante estándar CIE tipo D65 y el observador estándar a 10°. Las mediciones se efectuaron por contacto. Los datos han sido registrados con componente especular incluida (SCI) y componente especular excluida (SCE), permitiendo valorar si se han producido cambios de brillo. Los datos obtenidos han permitido cuantificar los cambios que se producen en las probetas tras haber sido sometidas a los distintos ensayos de envejecimiento.

Cámara de envejecimiento acelerado en atmósfera saturada de Dióxido de Azufre (SO₂).

Cámara para ensayo de corrosión KESTERNICH marca Dycometal® modelo VCK 300.

Cámara de envejecimiento acelerado por irradiación de luz UV.

2.4 Procedimiento de los ensayos de envejecimiento

Tres probetas de cada grupo se sometieron a distintos ensayos de envejecimiento:

- Envejecimiento natural. Las condiciones vinieron dadas por el ambiente exterior en las que se encontraron expuestas las probetas a lo largo de seis meses en las estaciones de verano y otoño. A lo largo de dicha exposición las probetas han sufrido unas temperaturas extremas alcanzado una mínima de -7° C y una máxima de 44° C.

- Envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta durante 75 h a 50° C.

- Envejecimiento acelerado en atmósfera saturada de dióxido de azufre. El ensayo comprendió tres ciclos de 8h las probetas estuvieron expuestas a una atmósfera enriquecida en SO₂ (2 L) a una temperatura constante de 40 °C y 100% HR. Transcurrido este tiempo se produjo la apertura de la puerta y la desconexión de la calefacción quedando las probetas expuestas a la temperatura ambiente (22 °C).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Elaboración, aplicación y secado

La cerámica en frío es una pintura de tipo comercial, lista para su uso. Su aplicación es cómoda, ya que es una pintura fluida y se desliza bien en los soportes experimentados. El tiempo de secado es de aproximadamente 6 horas a temperatura ambiente.

El reintegrante a base de resina epoxi más pigmento debe prepararse en el momento de su aplicación, su aplicación es más difícil al resultar un material pastoso, se desliza peor en la superficie de los soportes experimentados. El tiempo de secado es de aproximadamente 12 horas a temperatura ambiente.

3.2. Estabilidad frente a agentes naturales (H.R/T^a)

3.2.1. Probetas de escayola y reintegrante de Cerámica en frío (E.C)

Resultados cualitativos:

Ausencia de película pictórica como consecuencia de la pérdida del soporte de escayola en las regiones limitantes de la probeta, especialmente en el espacio central, donde se había establecido la división de los colores. Se destaca el emblanquecimiento de la película pictórica, especialmente en el color azul. Se aprecia bajo la lupa binocular picados superficiales en ambos colores y acumulación de polución ambiental dentro de éstos, en el color azul se aprecia rugosidad (Figura 1).

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo (SCI):

Destacar la gran diferencia de color total (ΔE^*) experimentada por los azules ($\Delta E^* \approx 48$ unidades CIELAB). Precisando más, destacar la gran disminución del Croma ($\Delta C^* \approx 60$), seguido por el cambio experimentado por el Tono ($\Delta h^\circ \approx 30$), que implicó el paso de un tono violáceo a uno más azulado. En cuanto a la luminosidad también experimentó una variación ($\Delta L^* \approx 20$), en este caso de aclarado. En cambio, en los ocre, el cambio sufrido se puede considerar no perceptible.

-En las mediciones sin brillo (SCE):

La mayor diferencia de color total llega a las 70 unidades, también en los azules, mientras los ocre se vieron afectados en menor medida. -El Croma disminuyó en ambos colores ($\Delta C^* \approx 40$) seguido por un cambio de Tono en el color azul ($\Delta E^* \approx 70$) que, junto con la luminosidad ($\Delta L^* \approx 30$), aumentó considerablemente, es decir, el color se aclaró.

3.2.2. Probetas de escayola y resina Epoxi más pigmento en polvo (E.RP)

Resultados cualitativos:

Ausencia de la película pictórica como consecuencia de la pérdida del soporte de escayola en ambos colores. Emblanquecimiento de la película pictórica sobre todo en el color azul. Apreciación bajo lupa binocular de una red de craqueladuras blancas, picados de color blanco y manchas oscuras únicamente en el color ocre (Figura 1).

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

- En las mediciones con brillo (SCI):

Cambios inapreciables en ambos colores (Gráfica 1).

-En las mediciones sin brillo (SCE),

Ambos colores tuvieron una diferencia de color, pero en el color

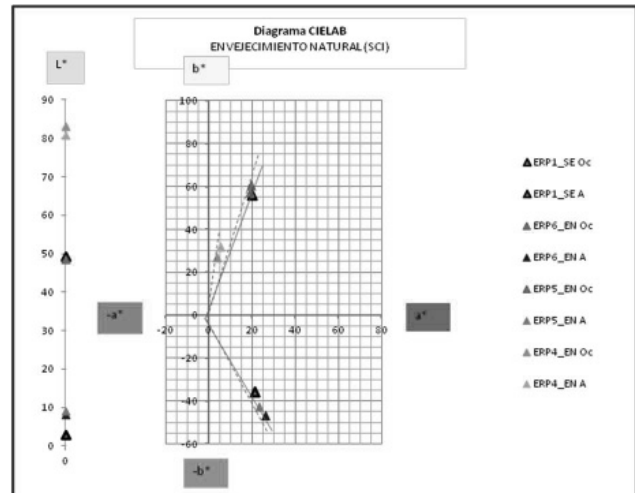


Gráfico 1. Gráfica CIELAB donde se sitúan los diferentes reintegrantes tras ser sometidos a ensayos de envejecimiento natural

azul en mayor cantidad ($\Delta E^* \approx 70$ unidades CIELAB). El Croma aumentó en el color ocre ($\Delta C^* \approx 40$) y el Tono varía más en los azules que pasaron de tener de un tono violáceo a uno más azulado. Los ocre casi no variaron su aclarándose un poco.

3.2.3. Probetas de resina Epoxi y Cerámica en frío (R.C)

Resultados cualitativos:

Emblanquecimiento de la película pictórica destacablemente en el color azul. Apreciación bajo lupa binocular de picados blancos en el color ocre, craqueladuras en superficie y deposición de polución ambiental en éstos y manchas de color más oscuro (Figura 1).

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo (SCI):

Se obtuvo una diferencia de color total de ≈ 52 unidades CIELAB en los azules, mientras que los ocre no experimentan cambios perceptibles. Dentro de ese cambio total, cabe destacar la gran disminución del Croma ($\Delta C^* \approx 45$), seguido por el cambio

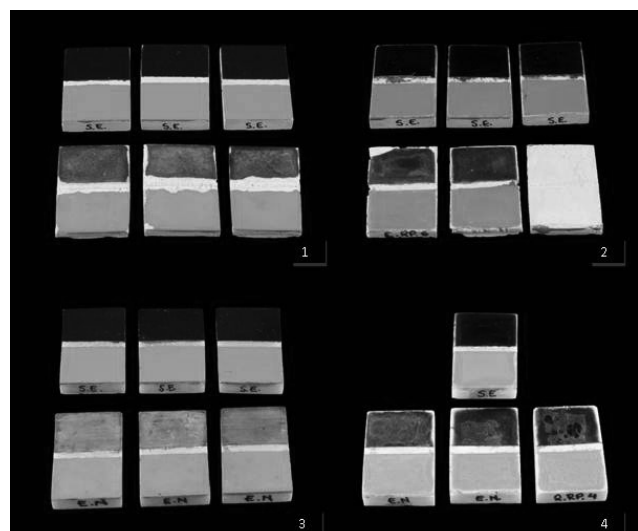


Figura 1. Estado de las probetas de escayola y cerámica en frío (1), escayola y resina epoxi más pigmentos (2), resina y cerámica en frío (3) y probetas de resina más resina y pigmentos (4) antes y después de la exposición a agentes naturales

experimentado por el Tono ($\Delta h^\circ \approx 25$), lo que implicó un cambio de tono violáceo a uno más azulado. Respecto a la luminosidad también se produjo una variación de aclarado ($\Delta L^* \approx 25$).

-En las mediciones sin brillo (SCE)

Destaca el cambio de color experimentado en el azul ($\Delta E^* \approx 30$ unidades CIELAB). Los valores correspondientes a una de las probetas, se han desestimado, porque la pieza perdió el material reintegrante de ambos colores. El Cromo aumentó en el ocre ($\Delta C^* \approx 40$) y disminuyó en el azul ($\Delta C^* \approx -40$), pero en cuanto a la luminosidad el cambio fue más perceptible en el azul ($\Delta L^* \approx 30$), aclarándose.

3.2.4. Probetas de resina Epoxi y resina Epoxi más pigmento en polvo (R.RP)

Resultados cualitativos:

Emblanquecimiento de la película pictórica, especialmente en el color azul. Apreciación bajo lupa binocular de craqueladuras, picado superficial y manchas blancas con una distribución poco homogénea en ambos colores. Manchas de color oscuro en el color ocre (Figura 1).

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo (SCI):

la diferencia de color total (ΔE^*) no se destacó un cambio muy llamativo en ninguno de los dos colores, pero empezaba a ser más apreciable en los azules ($\Delta E^* \approx 10$ unidades CIELAB). La disminución del Cromo ha variado casi lo mismo en ambos colores ($\Delta C^* \approx 25$), y el cambio experimentado por el Tono ($\Delta h^\circ \approx 25$), lo que implica que los tonos cambiaron muy poco y casi no se apreciaba manteniéndose dentro del mismo tono. En cuanto a la luminosidad también se produjo una pequeña aclaración en el color azul ($\Delta L^* \approx 10$), ya que en el color ocre no era perceptible.

-Respecto las mediciones sin brillo (SCE):

se apreció que el cambio más notable se daba en el color azul con una variación total de ($\Delta E^* \approx 25$ unidades CIELAB). El Cromo aumentó también en el color azul ($\Delta C^* \approx 40$) y la luminosidad apenas se apreciaba la diferencia en ambos colores.

3.3. Estabilidad frente a ensayos de envejecimiento acelerado

3.3.1 Ensayo de envejecimiento acelerado de Dióxido de Azufre (SO_2)

Probetas de escayola y Cerámica en frío (E.C)

Resultados cualitativos:

Apreciación bajo lupa binocular de un ligero relieve superficial en ambos colores, observación de cristales blanquecinos en superficie en el color azul. (Figura 2)

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo:

se apreció cambio de color total (ΔE^*) donde el azul variaba más ($\Delta E^* \approx 48$ unidades CIELAB).

En cuanto a los ocre, el cambio sufrido se pudo considerar no perceptible. Precisando más en lo ocurrido con los azules, cabe destacar la gran disminución del Cromo ($\Delta C^* \approx 60$), seguido por el cambio experimentado por el Tono ($\Delta h^\circ \approx 30$), lo que implicó que había pasado de un tono violáceo a uno más azulado. La luminosidad también se produjo una variación de aclarado ($\Delta L^* \approx 20$).

-En las mediciones sin brillo (SCE)

se observó un cambio de color en el ocre ($\Delta E^* \approx 30$ unidades CIELAB). El Cromo en ambos casos aumentó, pero se hizo más visible en el ocre, ($\Delta C^* \approx 50$). El tono ($\Delta h^\circ \approx 30$) en los azules había variado de un azul violeta oscuro a uno más claro.

-La luminosidad en ambos casos había variado y se aclaró muy poco.

Probetas de escayola y resina Epoxi más pigmento en polvo (E.RP)

Resultados cualitativos:

Aclarado de los colores, haciéndose más notable en el color azul. Apreciación bajo lupa binocular de un punteado de color más oscuro. Respecto al color ocre, resaltó un punteado sobre este contrastando manchas oscuras y más claras. Aparición de burbujas en el color azul. (Figura 2)

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-Las mediciones con brillo (SCI):

mostraron una elevada diferencia de color total en los azules ($\Delta E^* \approx 70$ unidades CIELAB), mientras en los ocre, el cambio sufrido se puede considerar solo un poco perceptible. Precisando más en lo ocurrido con los azules, hubo que destacar la disminución del Cromo ($\Delta C^* \approx -20$), seguido por el cambio experimentado por el Tono ($\Delta h^\circ \approx 25$), lo que implicó que había pasado de un tono azul a un tono azul bastante claro. -En cuanto a la luminosidad también se produjo una variación de aclarado bastante abundante ($\Delta L^* \approx 50$) (Gráfica 2).

-En cuanto a los resultados obtenidos con brillo (SCE):

destacar el cambio experimentado por los azules ($\Delta E^* \approx 48$ unidades CIELAB). Respecto a los ocre, el cambio sufrido se pudo considerar no perceptible. Precisando más en lo ocurrido con los azules, hubo que destacar la gran disminución del Cromo ($\Delta C^* \approx 60$), seguido por el cambio experimentado por el Tono ($\Delta h^\circ \approx 30$), lo que implicó que había pasado de un tono violáceo a uno más azulado.

-En cuanto a la luminosidad también se produjo una variación de aclarado ($\Delta L^* \approx 20$).

Probetas resina Epoxi y Cerámica en frío (R.C)

Resultados cualitativos:

Apreciación bajo lupa binocular de manchas de color blanco que dejan ver la superficie del soporte en el color azul. Superficie levemente rugosa en ambos colores, más acusada en el color ocre (Figura 2).

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo (SCI):

no se destacaron cambios significativos en ningún color. La diferencia de color total de los azules solo alcanza las 10 unidades CIELAB. En su mayoría el cambio recae en la claridad ($\Delta L^* \approx 40$).

En las mediciones sin brillo (SCE):

no se destacaron cambios grandes en los colores.

Probetas de resina Epoxi y resina Epoxi más pigmento en polvo (R.RP)

Resultados cualitativos:

Aclarado de ambos colores, haciéndose más acusado en el color azul. Apreciación bajo lupa binocular de un punteado de color oscuro sobre el color ocre y burbujas en el color azul. (Figura 2)

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

- Mediciones con brillo (SCI):

Gran diferencia de color total en el color azul ($\Delta E^* \approx 65$ unidades CIELAB), mientras en los ocre el cambio solo empieza a percibirse. El gran cambio experimentado por los azules se debe fundamentalmente a la luminosidad ($\Delta L^* \approx 60$).

-Respecto a las mediciones sin brillo (SCI):

Los cambios son similares a los obtenidos con brillo.

3.3.2 Ensayo de envejecimiento acelerado por irradiación de luz UV

Probetas de escayola y de Cerámica en frío (E.C)

Resultados cualitativos:

Se aprecia un cambio de color en ambos colores, oscureciéndose después del ensayo acelerado con UV. Apreciación bajo lupa binocular de una superficie poco homogénea en cuanto a la distribución de la pintura en el color ocre, picados blanquecino en el color azul. (Figura 3)

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-De las mediciones con brillo (SCI)

Destacar la variación del color azul ($\Delta E^* \approx 30$ unidades CIELAB), siendo poco apreciable en los ocre.

La mayor parte del cambio recae en el Croma ($\Delta C^* \approx 30$) y en el Tono ($\Delta h^\circ \approx 20$),

-De las mediciones sin brillo (SCE)

Destacar la gran diferencia de color total (ΔE^*) experimentada por los azules ($\Delta E^* \approx 60$ unidades CIELAB), mucho menor en el color ocre. En los azules el cambio es debido principalmente a la luminosidad que aumenta 60 unidades, pero también al cromatismo que disminuyen 30 unidades respectivamente

Probetas de escayola y resina Epoxi más pigmento en polvo (E.RP)

Resultados cualitativos:

Oscurecimiento de las películas pictóricas, apreciación bajo lupa binocular de un punteado de color más claro formándose cráteres en la superficie cromática (Figura 3)

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo (SCI)

Destacan los cambios del color azul ($\Delta E^* \approx 30$ unidades CIELAB), siendo menos apreciables en los ocre (Gráfica 4).

-Si observamos los resultados en las mediciones sin brillo (SCE)

Los mayores cambios recaen en el ocre ($\Delta E^* \approx 20$ unidades CIELAB), variación total marcada principalmente por el aumento del cromatismo, especialmente apreciable en el ocre ($\Delta C^* \approx 50$)

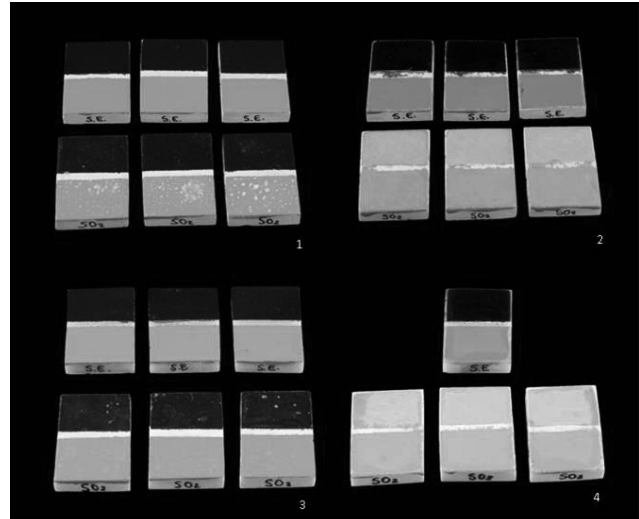
Probetas de resina Epoxi y Cerámica en frío (R.C)

Figura 2. Estado de las probetas de escayola y cerámica en frío (1), escayola y resina epoxi más pigmentos (2), resina y cerámica en frío (3) y probetas de resina más resina y pigmentos (4) antes y después del ensayo de envejecimiento acelerado de Dióxido de Azufre (SO₂).

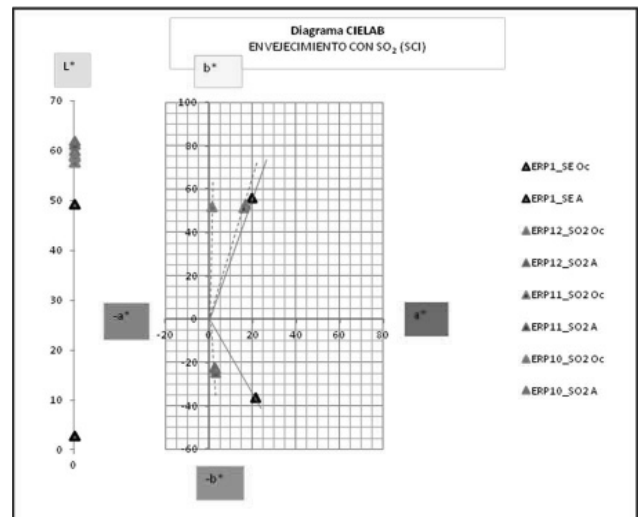


Gráfico 2. Gráfica CIELAB donde se sitúan los diferentes reintegrantes tras ser sometidos a ensayos de envejecimiento por SO₂

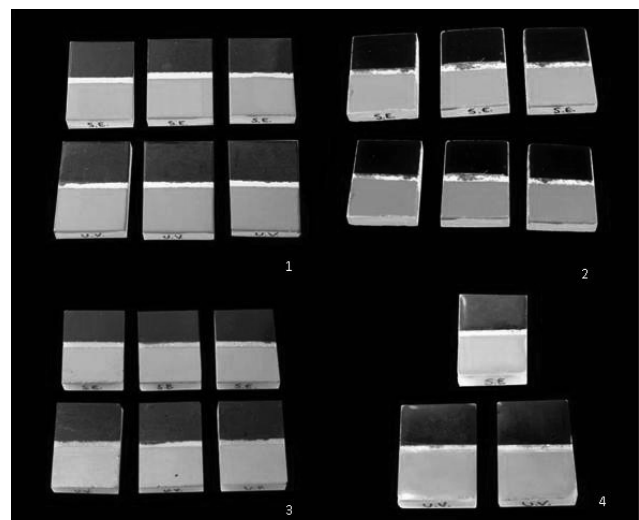
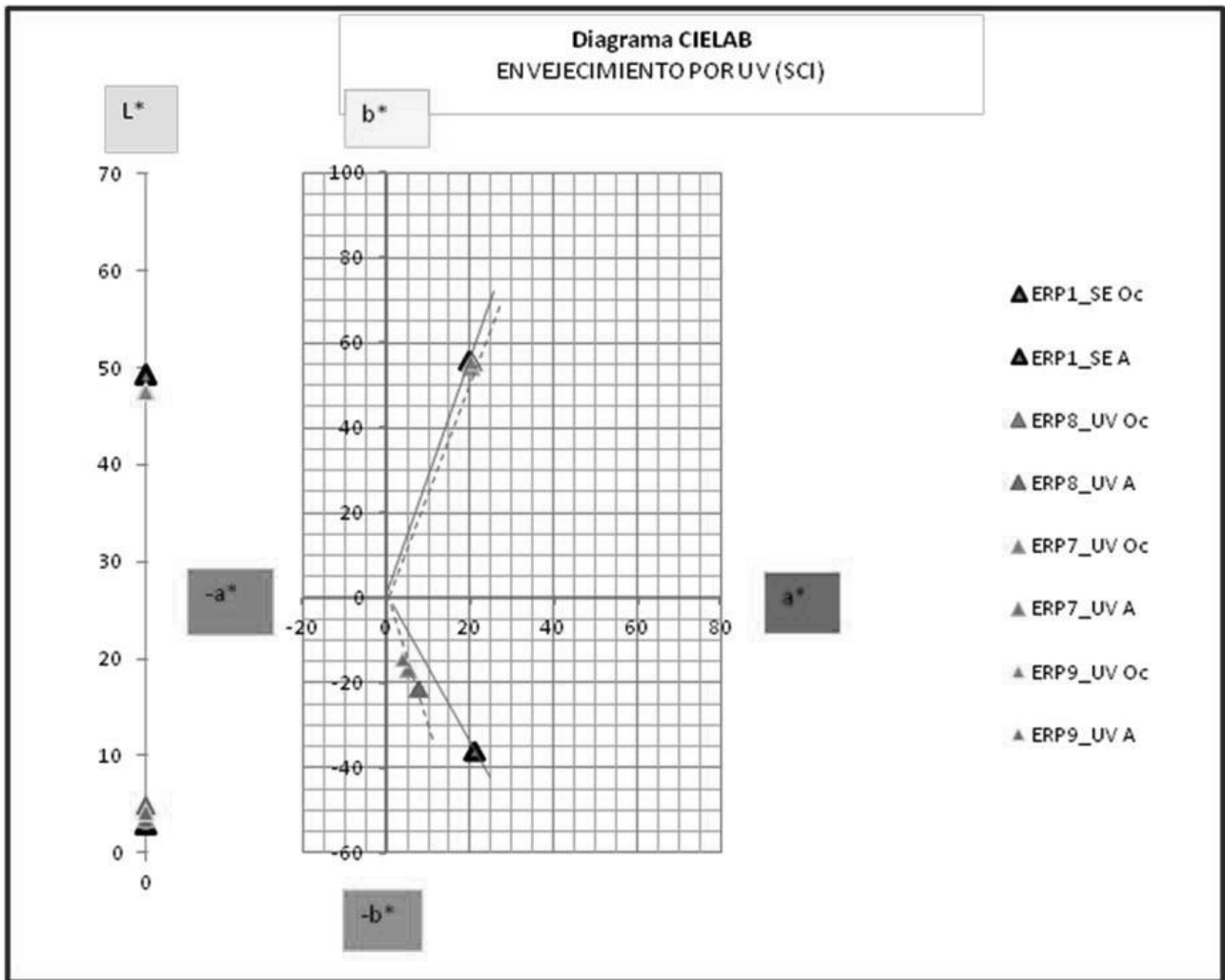


Figura 3. Estado de las probetas de escayola y cerámica en frío (1), escayola y resina epoxi más pigmentos (2), resina y cerámica en frío (3) y probetas de resina más resina y pigmentos (4) antes y después del ensayo de envejecimiento acelerado por irradiación de luz UV



Gráfica CIELAB donde se sitúan los diferentes reintegrantes tras ser sometidos a ensayos de envejecimiento por radiación UV

Resultados cualitativos:

Cambios de color en ambos colores, oscureciéndose levemente. Apreciación bajo lupa binocular de picados leves de color más oscuro en el color ocre (Figura 3).

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo (SCI):

Es destacable la diferencia de color total experimentada por los azules ($\Delta E^* \approx 30$ unidades CIELAB), mientras los ocre no sufren cambios perceptibles. En ambos colores el mayor cambio recayó en el croma, que disminuyó 20 unidades.

-Respecto a los resultados obtenidos en las mediciones sin brillo (SCE):

Cabe destacar el cambio de color total experimentado por el ocre ($\Delta E^* \approx 30$ unidades CIELAB).

-La diferencia del Croma se hizo más visible en el ocre, ($\Delta C^* \approx 40$), mientras la mayor variación de tono se da en los azules ($\Delta h^* \approx 30$). La variación de luminosidad en ambos casos fue de un leve aumento.

Probetas de resina Epoxi y resina Epoxi más pigmento en polvo (R.RP)

Resultados cualitativos:

Oscurecimiento de la película pictórica en ambos colores. Apreciación bajo lupa binocular de un picado de color oscuro en las superficies del reintegrante cromático, generándose cráteres en ambos colores (Figura 3).

Resultados cuantitativos obtenidos por Colorimetría:

-En las mediciones con brillo:

El mayor cambio de color total lo experimenta el azul, que varía 20 unidades CIELAB

-Respecto a los resultados obtenidos por colorimetría en las mediciones sin brillo (SCE):

Se observó un cambio de color total muy elevado en el ocre ($\Delta E^* \approx 60$ unidades CIELAB).

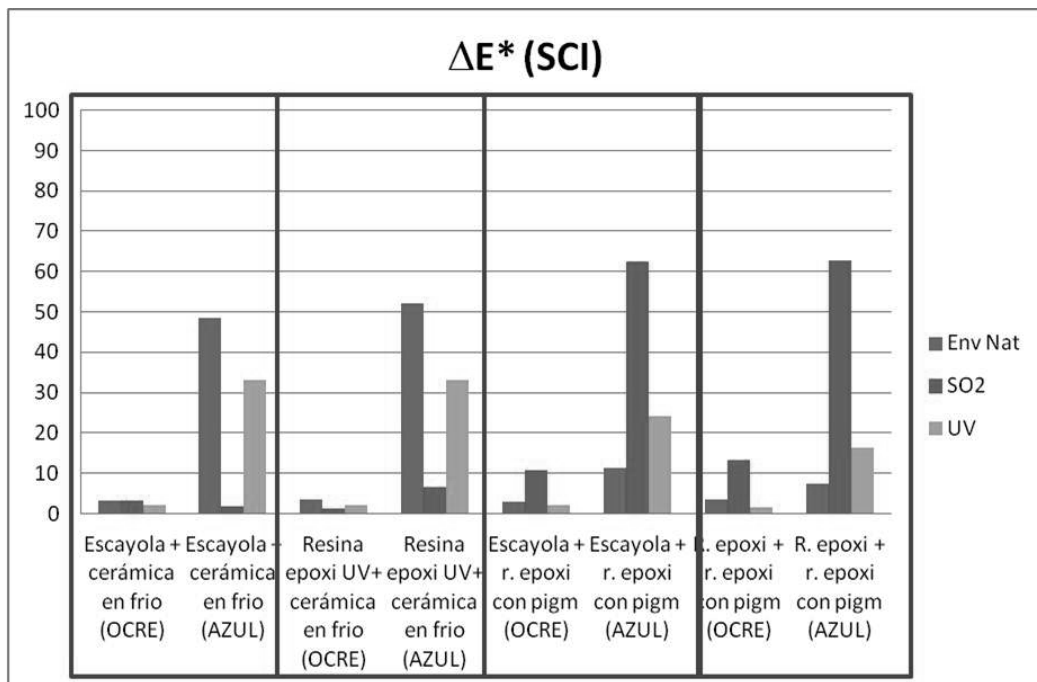


Gráfico 4. Gráfica comparativa de las diferencias de color total resultantes tras someter a 4 tipos de reintegrantes pictóricos, con dos colores cada uno (ocre y azul), a envejecimiento natural, por UV y por SO₂.

4. CONCLUSIONES

4.1. Elaboración, aplicación y secado

La cerámica en frío destaca por ser un producto comercializado listo para su uso, facilitando el trabajo, mientras que la resina Epoxi más pigmento ha de ser elaborada inmediatamente antes de su uso.

En cuanto a la aplicación de los materiales estudiados la cerámica en frío presentó una fluidez sobre los soportes experimentados, mientras que la resina epoxi más pigmento resultaba más viscosa y de aplicación más compleja.

Respecto a su secado, la cerámica en frío presentó tiempos más cortos con respecto a la resina epoxi más pigmento.

En este aspecto se concluye que la cerámica en frío, basándonos en las características anteriores, en comparación con la resina epoxi más pigmento funciona mejor a la hora de realizar una reintegración cromática.

4.2. Estabilidad frente a los agentes naturales (H.R./T°)

Analizados los resultados obtenidos ante envejecimiento natural se concluyó que la resina epoxi más pigmento en polvo presentó mejor respuesta sobre los dos tipos de soporte en la que fue aplicada; mientras que la cerámica en frío sufrió más patologías y se encontró más degradada, con un cambio de color más acusado.

Esto se corroboró con el estudio colorimétrico, en el que se presentó un cambio de color muy destacado en las mediciones con brillo (SCI), sobre todo en el color azul de la cerámica en frío, sobre los dos tipos de soportes. En el soporte de escayola se alcanzó un cambio de color $\Delta E^* \approx 48$ unidades CIELAB y en el soporte de resina epoxi un $\Delta E^* \approx 52$ unidades CIELAB.

En los valores de las mediciones efectuadas sin brillo (SCE), en

general la cerámica en frío ha tenido una mala respuesta, siendo los cambios de ésta los más apreciables, sobre todo en el color azul, con un cambio de color de $\Delta E^* \approx 70$ unidades CIELAB, en los dos tipos de soporte.

Con estos datos pudimos concluir que la cerámica en frío tiene una peor respuesta que la resina epoxi en este tipo de envejecimiento natural.

4.3. Estabilidad frente a ensayos de envejecimiento acelerado

4.3.1. Ensayo de envejecimiento acelerado de Dióxido de Azufre (SO₂)

Analizados los resultados obtenidos ante los ensayos de envejecimiento acelerado de Dióxido de Azufre (SO₂) se concluyó que ninguno de los materiales empleados dentro de este ensayo ofrecía buenos resultados, ya que no fueron estables ante este tipo de envejecimiento.

En la superficie de la cerámica en frío se presentaron estructuras cristalinas. En el caso de la resina epoxi apreciamos un cambio brusco de color que, tal y como se corrobora con los datos colorimétricos en las mediciones con (SCI), éste material presentó en el color azul, una diferencia de $\Delta E^* \approx 65$ unidades CIELAB sobre los dos tipos de soporte.

Respecto a las mediciones sin brillo (SCE) la resina epoxi volvió a ser el material que más cambio de color experimentó, pasando a unos tonos muy claros, de nuevo en el color azul, independientemente del tipo de soporte donde se encontraba.

Con todos estos datos, se ha podido concluir que ningún material funcionaba adecuadamente, pero especialmente, la resina epoxi más pigmento tuvo un comportamiento menos estable.

4.3.2. Ensayo de envejecimiento acelerado por irradiación de luz UV

Analizados los resultados obtenidos ante los ensayos de envejecimiento acelerado de luz UV se concluyó que el material que presentaba un comportamiento menos estable era la cerámica en frío. La resina epoxi, en comparación con la cerámica en frío sufrió más alteraciones, siendo su superficie menos homogénea, pero hay que tener en cuenta la variación tonal.

Analizados los datos colorimétricos con brillo (SCI), la diferencia de color se destacó más en la cerámica en frío sobre los dos tipos de soporte, pero sobre todo se hizo más visible en el color azul, $\Delta E^* \approx 35$ unidades CIELAB (Grafico 4).

En los datos que obtuvimos de la diferencia de color sin brillo (SCE), nos mostraban que de nuevo la cerámica en frío era la que peor respuesta había tenido bajo este tipo de ensayo, acusándose más en el color azul, $\Delta E^* \approx 30$ unidades CIELAB.

Con los datos obtenidos, se pudo concluir que, de nuevo, la cerámica en frío era menos estable ante el tipo de envejecimiento al que se sometió en este caso.

Realizando una valoración de los tres tipos de ensayos, tanto del envejecimiento natural ($H.R/t^a$), como de los dos tipos de envejecimiento acelerado (SO_2 y UV), podemos decir que los peores resultados, tanto cualitativos como cuantitativos, se obtuvieron en el ensayo de envejecimiento acelerado de SO_2 .

Teniendo en cuenta los resultados tras estos ensayos de envejecimientos acelerado y natural pudimos concluir que, en la mayoría, la respuesta de la resina epoxi más pigmento en polvo fue mejor frente a la respuesta de la cerámica en frío. Es decir, basándonos en el estudio realizado la resina epoxi más pigmento funciona mejor como reintegrante cromático.

Por último, realizando una valoración entre ambos colores, pudimos dilucidar que el color que experimentó, en los tres tipos de envejecimiento, una mayor diferencia de color, fue el azul (tanto en las mediciones con brillo como sin él).

BIBLIOGRAFIA

BUYS, S. y OAKLEY, V. The conservation and restoration of ceramics, Butterworth-Heinemann series in Conservation and Museology, London, 1993. p. 243

CARRASCOSA Moliner, B y LASTRAS Pérez, M. La conservación y restauración de la azulejería. ed. Universidad Politécnica de Valencia, 2006. p. 117

CONSUEGRA Rodríguez, Sacramento, GARCÍA Domenech, Valeriano y RIEGO Ruiz, M^a. La recuperación de los revestimientos de la azulejería de la Iglesia del Real Monasterio de San Clemente de Sevilla. Ponencias del Seminario celebrado en Valencia, 25 -27 de noviembre ,1993. p. 184

LASTRAS Pérez, M. Investigación y análisis de las masillas de relleno para la reintegración de lagunas cerámicas arqueológicas. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, 2007. p. 187

PERLA de las Parras, A. La restauración de las fachadas del Palacio de Velázquez de Madrid. Actas del IV Congreso Mundial de la calidad del azulejo, Qualicer. Cámara oficial de Comercio, Industria y Navegación y Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales, Castellón, 1996. p. 509

RALLO Grus, C. Los azulejos del siglo XVI en el monasterio de San Isidro del Campo: Su restauración. Ponencias del Seminario celebrado en Valencia, 25 -27 de noviembre ,1993. p. 166

SAN ANDRÉS Moya, M. Aplicación de resinas sintéticas en la conservación y restauración de obras de arte. ed. de la Universidad Complutense de Madrid, 1990. p. 125

TORRIJOS, E. Proceso de restauración. El azulejo en el Museo. Su conservación, restauración y montaje expositivo. Museo Nacional de Cerámica y de las artes Suntuarias González Martí. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. ed. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Información y Publicaciones. Ministerio de Cultura, España, 2001. p. 40

VIZCAÍNO Martí M^a. E. Azulejería Barroca en Valencia. ed. Federico Domenech,1999. p. 30-31

VIZCAÍNO Martí M^a.E. Composiciones cerámicas valencianas del siglo XVIII. ed. Ajuntament de Valencia, delegación de Cultura, 2007. p. 17