

Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana

JOSÉ MANUEL SIMÓN CORTÉS



EDITORIAL
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

FACULTAD DE BELLAS ARTES DE SAN CARLOS

DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE
BIENES CULTURALES

**CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LAS
ALTERACIONES DE LOS PANELES
DEVOCIONALES Y VIA CRUCIS DEL SIGLO XVIII
EN LA COMUNIDAD VALENCIANA**

Tesis doctoral presentada por
JOSÉ MANUEL SIMÓN CORTÉS

Dirigida por:

Dra. Begoña Carrascosa Moliner
Dra. Dolores Julia Yusá Marco
Dra. M^a Luisa Martínez Bazán

Valencia 2012



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Esta editorial es miembro de la UNE, lo que garantiza la difusión y comercialización de sus publicaciones a nivel nacional e internacional.

© José Manuel Simón Cortés

Primera edición, 2013

© de la presente edición:

Editorial Universitat Politècnica de València
www.editorial.upv.es

ISBN: 978-84-9048-016-8 (versión impresa)

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación, y en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de esta obra sin autorización expresa y por escrito de sus autores.

A los artesanos ceramistas, aquellos artistas que han creado con incansables horas de trabajo, obras sin lugar a duda hermosas, dejando plasmada la huella única, la pincelada irreplicable.

José Manuel Simón Cortés

RESUMEN

De finales del XVII a mediados del XIX la Comunidad Valenciana se enriquecía con retablos cerámicos y paneles devocionales colocados en fachadas de las casas y en lugares estratégicos de las calles. No se conocía iglesia, barrio o gremio que no tuviese una imagen del patrón en una hornacina donde los fieles del pueblo se reuniesen en fiestas, dedicando rezo o admiración. Caminar por las calles de muchos de estos pueblos, era andar por un museo al aire libre y darse cuenta de la belleza que transmiten las cerámicas expuestas al exterior, cerámicas que narran hechos, historias, acontecimientos o simplemente popularizan imágenes que las gentes necesitan para aferrarse a sus creencias.

La fluctuación considerable de los cambios meteorológicos, y las modificaciones urbanísticas, hacían necesario una revisión de la cerámica tradicional religiosa, en concreto sobre los paneles devocionales y Vía Crucis.

Con la utilización y la incorporación de nuevos ensayos y métodos de análisis se puede precisar cualquier cambio sufrido en las distintas capas de estas obras de arte, desde el estrato más subyacente hasta el más superficial, permitiendo comprobar los cambios producidos que son imperceptibles por el ojo humano.

La finalidad de la presente tesis consiste en estudiar la creación y evolución de dichos paneles devocionales, para ello ha sido necesario conocer en profundidad su composición, las técnicas de manufactura y la elaboración de este tipo de cerámicas, así como la realización de un catálogo fotográfico con diferentes obras de diversos lugares en la Comunidad Valenciana

El estudio, parte de un proceso experimental, donde se presenta la metodología empleada en la investigación y los resultados obtenidos mediante Microscopía óptica, análisis colorimétricos, FTIR, SEM y DRX, tras los diferentes ensayos de envejecimiento (hielo-deshielo, radiación lumínica, temperatura y humedad, corrosión, erosión) a los que se someten las diversas probetas, tanto cerámicas, como aquellos materiales empleados en la reconstrucción volumétrica de los soportes.

RESUM

De finals del XVII a mitjan XIX la Comunitat Valenciana s'enriquia amb retaules ceràmics i panells devocionals col·locats en fatxades de les cases i en llocs estratègics dels carrers. No es coneixia església, barri o gremi que no tinguera una imatge del patró en una fornícula on els fidels del poble es reuniren en festes, dedicant oració o admiració. Caminar pels carrers de molts d'estos pobles, era caminar per un museu a l'aire lliure i donar-se compte de la bellesa que transmeten les ceràmiques exposades a l'exterior, ceràmiques que narren fets, històries, esdeveniments o simplement popularitzen imatges que les gents necessiten per a aferrar-se a les seues creences.

La fluctuació considerable dels canvis meteorològics, i les modificacions urbanístiques, feien necessari una revisió de la ceràmica tradicional religiosa, en concret sobre els panells devocionals i Via Crucis.

Amb la utilització i la incorporació de nous assajos i mètodes d'anàlisi es pot precisar qualsevol canvi patit en les distintes capes d'estes obres d'art, des de l'estrat més subjacent fins al més superficial, permetent comprovar els canvis produïts que són imperceptibles per l'ull humà.

La finalitat de la present tesi consistix a estudiar la creació i evolució dels dits panells devocionals, per això ha segut necessari conèixer en profunditat la seua composició, les tècniques de manufactura i l'elaboració d'este tipus de ceràmiques, així com la realització d'un catàleg fotogràfic amb diferents obres de diversos llocs a la Comunitat Valenciana

Els resultats obtinguts en les provetes de ceràmica i materials empleats en la reconstrucció volumètrica dels suports, després dels diferents assajos d'envelliment artificial accelerat (gel-desgel, radiació UV, T/HR, corrosió, erosió) per mitjà de Microscòpia òptica, anàlisi colorimètrics, FTIR, SEM i DRX han segut satisfactoris.

ABSTRACT

Ceramic altarpieces and devotional panels placed on facades and other strategic urban locations enriched the production of ceramics in Valencia from the late seventeenth to the mid-nineteenth century. Every church, district and association used to place an image of their patron saint in a niche where the faithful dedicated prayer or admiration. The streets of many of these villages soon became an outdoor museum where the beautiful ceramics represented stories and events or just popularized images making people keep their beliefs.

For a long time it has been evident that a review of traditional and religious ceramics and more specifically of the devotional panels and the *via crucis* was needed given that such artworks have been traditionally subjected to significant environmental degradation as well as urban changes. In this context, current analytical tests can determine any change occurring in the different layers of these works of art, and therefore changes that are imperceptible to the naked eye can be evidenced .

This thesis studies the creation and evolution of such devotional panels. For this purpose a deep study of their composition, manufacturing techniques and historical development, as well as a photographic database of similar artworks all around the Valencian region was needed.

Results obtained in ceramic mock-ups as well as in the materials used for the reconstruction of the supports after the different artificial accelerated aging tests (freeze-thaw, UV radiation, T / HR, corrosion, erosion) using optical microscopy, colorimetric analysis, FTIR, SEM and XRD have been satisfactory.

AGRADECIMIENTOS

Cuando se inicia la andadura pensando en realizar una tesis doctoral, no se llega nunca a imaginar a cuantas puertas se tendrá que llamar para conseguir unos resultados meritorios. Ahora en este momento me siento agradecido de haber encontrado tantas abiertas y haber tenido la suerte de encontrar en cada una de ellas una persona o entidad que han aportado de forma tan rica, unas enseñanzas, un bagaje, un camino a seguir y un apoyo constante que han dado su fruto en este trabajo de investigación.

Así, como cada obra realizada se asienta sobre unas bases de conocimientos, experiencias y enseñanzas adquiridas, es en la colaboración del Departamento de Conservación y Restauración de bienes Culturales y en el Instituto de Restauración del Patrimonio donde se construyen los cimientos que se transcriben a cada investigador. Mi mayor afecto a estas dos instituciones, agradeciendo con la máxima sinceridad y el máximo reconocimiento los medios puestos a mi alcance

Especial agradecimiento y gratitud a mis directoras Begoña Carrascosa Moliner, Lola Yusá Marco y Marisa Martínez Bazán pues han sabido extraer desde el afecto recíproco lo mejor de mí, siendo autoras de todo lo beneficioso y bueno que de esta tesis se pueda extraer. Gracias por la paciencia y asesoramiento ya sea histórico o científico en partes tan trascendentales en este trabajo.

A toda mi familia, a mis padres y en especial a mi hermana Merche porque juntos fueron el puntal de apoyo para cualquier iniciativa que quise emprender, fueron incansables en otorgarme el beneficio de la duda esperando de todo corazón, no haberles defraudado.

A Mar, por estos años, en lo bueno y en lo malo.

Gracias a mi hermano Juan, a Arturo Mora, a Creaciones artísticas Bondía y al Estudio Fotográfico Sanchis por su implicación práctica y sus intercambios de conocimientos que han hecho posible la fase de manufactura y documentación fotográfica, parte esencial de este trabajo. Jamás tomar un café con amigos en torno a una mesa fue tan lucrativo y productivo.

El mayor de los afectos y agradecimientos a la Catedrática María Victoria Vivancos Ramón, que siempre confió a ciegas, esperando haberle correspondido la confianza que depositó en mi.

Al incansable compañero de viaje José V. Grafiá la persona que ha estado a mi lado en el duro batallar de cada día, ya sea en la parte profesional o en el apoyo absoluto en grandes confidencias.

Juana Bernal, Montserrat Lastras, Esther Nebot, Maite Moltó, Alex Avellán, Sofía Vicente, Eva Montesinos, Laura Fuster, Carmen Talamantes, María Castell y José Madrid, por su compañerismo y por ser los confidentes silenciosos ante los malos y buenos momentos, sabiendo escuchar y aconsejar, haciéndome serenar ante arranques de desanimo.

Una persona increíble comento una vez que para “aprender hay que enseñar”, y que a “los buenos profesores los hacen los grandes alumnos”, es por esto que me siento un privilegiado de haber compartido tantos buenos momentos con cada alumno que he tenido la oportunidad de conocer, sintiéndome enormemente humilde ante tanta gratitud. Gracias por dejarme ser partícipe de vuestros aprendizajes.

No puedo olvidar en mis agradecimientos al artesano puro y duro, curtido en el frío taller de los meses de invierno y en la proximidad del abrasador horno moruno, dejando constancia en sus manos, en sus rostros, así como en sus obras, el transcurrir del tiempo, contemplando los progresos en cada obra. Haberse

educado profesionalmente con D. José Benítez Díaz y D. Juan Bondía ha sido el privilegio que he tenido en mis años de taller, y a todos a aquellos que vieron como yo, como D. Salvador Mora mimaba la profesión de ceramista en cada pequeño detalle sabrá que disfrutar de la cerámica es más que una profesión, es amarla.

“Quiero, puedo y debo”

Francisco Espinoza. El Nogal. 1992

ÍNDICE

INTRODUCCION	24
OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	29
PARTE TEÓRICA	32
1. CERÁMICA DEL SIGLO XVIII	35
1. 1. La loza dorada o cerámica de reflejo metálico	43
2. LA CERÁMICA RELIGIOSA	48
2.1. Paneles devocionales	48
2.2. La dedicación a los paneles devocionales	51
2.3. Vía crucis	53
3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS AZULEJOS DEVOCIONALES	60
3.1. Manufactura del azulejo	60
3.2. Los paneles cuadrados	69
4. PROCESOS DE MANUFACTURA	73
4.1. Fases de elaboración de la cerámica	73
5. PARTICULARIDADES DE LA ARCILLA	74
5.1. Tipos de pasta	74
5.2. Extracción, limpieza y rectificado de la arcilla	79
5.3. Pastas de arcilla: Elaboración específica para procedimientos concretos	82
5.4. Arcilla para el torneado	82

5.5. Arcilla para colada	84
5.6. Arcilla para modelar	86
5.7. Otras arcillas, otros condicionantes	87
5.8. Densidad	90
5.9. Métodos de compactación	90
5.10. Porosidad o absorción de agua de la arcilla	91
5.11. Porosidad total	92
5.12. Higroscopicidad de la arcilla seca	92
6. PROCESO DE SECADO	93
7. CARACTERÍSTICAS DEL VIDRIADO	96
7.1. Transparencia, opacidad, brillo y mate	98
7.2. Color en los vidriados	98
7.3. Combinación entre la pasta y el vidriado	99
7.4. Aplicación del vidriado	99
7.5. Secado y calentamiento	102
7.6. Durante la fusión del vidriado	103
8.ÓXIDOS COLORANTES EMPLEADOS	104
8.1. Óxido de hierro	105
8.2. Óxido de cobre	106
8.3. Óxido de cobalto	107
8.4. Óxido de manganeso	108
8.5. Óxido de antimonio	108
8.6. Colores lustrosos	110
9. TÉCNICAS DE EJECUCIÓN	112
9.1. Modelado	112
9.2. Modelado a torno	113
9.3. Modelado a molde o por colada	116

10. DISTINTOS HORNOS, DIFERENTES COCCIONES	117
10.1. Tipos de horno según su combustión	121
10.2. Medidas de la temperatura	126
11. CAUSAS Y ALTERACIONES	131
11.1. Causas de degradación	131
11.2. Alteraciones ocasionadas	138
PARTE EXPERIMENTAL	142
12. ELECCIÓN DE COMPUESTOS Y LAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS CERÁMICAS Y DE ESCAYOLA	145
12.1. Selección de los materiales	146
12.1.1. Arcillas	146
12.1.2. Porosidad de las pastas seleccionadas	147
12.1.3. Densidad de las pastas seleccionadas	151
12.1.4. Selección de las escayolas. Estudios previos	152
12.2. Preparación de las probetas cerámicas	164
12.2.1. Moldes de escayola	164
12.2.2. Elaboración de las probetas de cerámica	165
12.2.3. Llenado de los moldes por colada	167
12.2.4. Llenado de los moldes por apretón	168
12.2.5. Secado de las probetas	169
12.2.6. Primera cocción	170
12.2.7. Barnizado de las probetas	172
12.2.8. Segunda cocción para las probetas de reflejo	175
12.2.9. Decoración	175
12.2.10. Segunda cocción para las probetas del siglo XVIII	177
12.2.11. Tercera cocción	179

12.3. Preparación de las probetas de escayola	181
12.3.1. Moldes de silicona	181
12.3.2. Elaboración de las distintas probetas de escayolas	183
13. INSTRUMENTACIÓN Y PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES DE ANÁLISIS	187
13.1. Instrumentación	187
13.1.1. Microscopia óptica (LM)	187
13.1.2. Análisis colorimétricos	188
13.1.3. Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR-ATR)	189
13.1.4. Microscopia electrónica de barrido con microanálisis de rayos X (SEM /EDX)	190
13.1.5. Difracción de rayos X (DRX)	190
13.1.6. Ensayos de abrasión	190
14. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE ANÁLISIS	191
14.1. Microscopia óptica (LM)	191
14.2. Análisis colorimétricos	191
14.3. Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR-ATR)	192
14.4. Microscopia electrónica de barrido con microanálisis de rayos X (SEM /EDX)	192
14.5. Difracción de rayos X (DRX)	192
14.6. Ensayos de abrasión	193
14.7. Ensayos de hielo/deshielo	193
15. ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO	194
15.1. CÁMARA DE CORROSIÓN HÚMEDA: envejecimiento artificial acelerado en atmósfera saturada de dióxido de azufre	194

(SO ₂)	
15.1.1. Instrumentación	194
15.1.2. Procedimiento experimental	194
15.2. ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	195
15.2.1. Instrumentación	196
15.2.2. Procedimiento experimental	196
15.3. ENVEJECIMIENTO TÉRMICO. VARIACIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	197
15.3.1. Instrumentación	198
15.3.2. Procedimiento experimental	198
15.4. ENSAYOS DE HIELO/DESHIELO	199
15.4.1. Procedimiento experimental	199
16. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	205
16.1. REVISION CLIMATOLÓGICA	207
16.2. ESTUDIO CUANTITATIVO MEDIANTE SEM-EDX	219
16.3. ENSAYOS DE HIELO-DESHIELO EN LAS CERÁMICAS	227
16.4. PROBETAS SOMETIDAS A TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA	229
16.4.1. Análisis colorimétrico y de brillo	229
16.4.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)	233
16.4.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)	240
16.4.4. Comparativas SCI-SCE	242
16.4.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)	245
16.5. PROBETAS SOMETIDAS A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	251
16.5.1. Análisis colorimétrico y de brillo	251
16.5.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)	255
16.5.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)	261
16.5.4. Comparativas SCI-SCE	262
16.5.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)	266

16.6. PROBETAS SOMETIDAS A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (Cámara experimental)	272
16.6.1. Análisis colorimétrico y de brillo	272
16.6.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)	276
16.6.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)	282
16.6.4. Comparativas SCI-SCE	284
16.6.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)	287
16.7. ENSAYOS DE ABRASIÓN	293
16.7.1. Análisis colorimétrico y de brillo	293
16.7.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)	295
16.7.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)	298
16.7.4. Comparativa SCI-SCE	299
16.7.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)	302
16.7.6. Microfotografía (LM)	305
16.8. ENSAYOS DE CORROSIÓN	312
16.8.1. Análisis colorimétrico y de brillo	312
16.8.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)	316
16.8.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)	320
16.8.4. Comparativa SCI-SCE	322
16.8.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)	325
16.8.6. Estudio de los cambios estructurales mediante FTIR- ATR	329
16.8.7. Estudio mineralógico mediante DRX	336
16.9. COMPARATIVA DE LOS EFECTOS PROVOCADOS POR LOS DIFERENTES ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO	339

17. CONCLUSIONES	340
18. BIBLIOGRAFÍA	356
19. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO	372
20. ANEXOS	





I ntroducción

INTRODUCCIÓN

Los paneles devocionales del siglo XVIII, colocados en las calles de la Comunidad Valenciana, engalanaron las fachadas de las casas de los pueblos. Testigos de un arte arraigado cuya finalidad es ilustrar la conducta y creencias de las personas, además de buscar una salvaguarda, una protección o simplemente la necesidad de dejar constancia de unas costumbres que heredan las gentes con el paso del tiempo. Las obras religiosas sobre soporte cerámico, han aportado imágenes como páginas de libros, sirviéndose de este soporte como difusión de hechos y sucesos, que deben ser transmitidos como huella impresa, y dejar testimonio de tales acontecimientos en años posteriores.

Este tipo de obras poseen una gran consistencia y estabilidad, pero de igual modo, se encuentran sometidas a transformaciones y alteraciones que provocan su destrucción. El principal enemigo que han tenido dichos paneles devocionales durante la historia, ha sido la falta de valoración artística por parte de los propietarios de los edificios donde estaban ubicados, siendo estos destruidos o reubicados al eliminar los edificios donde se encontraban colocados. No se debe obviar que este tipo de obras a veces han modificado el contexto por el que fueron creadas, dejando de funcionar como obras de culto para pasar hoy en día a ser simplemente objetos de coleccionismo.

El estudio de la pintura cerámica se debe englobar dentro de unos parámetros que ayuden al entendimiento del contexto plástico, sobre todo concibiendo los paneles devocionales con las artes decorativas y suntuarias. Así mismo, no se puede pensar de otra manera que no sea el estudio paralelo entre la pintura de caballete y la cerámica, analógicamente coetáneas.

En el presente trabajo y a modo aclaratorio, se debe tener presente la fuente al referirnos a las obras como paneles cerámicos y no como retablos cerámicos, ya que es así como se han venido clasificando. Se denomina paneles basándose en las connotaciones básicas de esta producción, entendiéndose así a las obras

compuestas por piezas cerámicas. No así, la palabra retablo, ligadas a obras realizadas arquitectónicamente en madera, escayola, piedra... pudiendo contener el grupo artístico esculturas y pinturas.

Podemos situar el origen de los paneles devocionales en el momento en que sustituyen los altares situados en las calles de los pueblos, una costumbre de la Edad Media difundida hasta el barroco. Esta tradición de la zona mediterránea se plasma también en la ciudad de Valencia, difundiéndose altares por sus calles, siendo finalmente desaprobados por el Arzobispado de Valencia¹.

El estudio histórico, no es uno de los objetivos principales de este trabajo. No se pretende una investigación exhaustiva, pero sí una aportación a una mayor comprensión sobre los paneles devocionales y vía crucis, con el estudio de las fuentes bibliográficas, que encauza el trabajo. El ejemplo más claro lo tenemos en las fuentes consultadas, como el estudio de Inocencio V. Pérez Guillem², que muestra con coherencia este tipo de obras, desde un aspecto compositivo, hasta las influencias adquiridas, pasando por un rico abanico de documentación sobre los paneles situados en la Comunidad Valenciana, así como un inventario iconográfico de los mismos, que son de gran utilidad a la hora de visitar y fotografiar *in situ* las obras.

Los antecedentes y la finalidad de este estudio vienen supeditados en primer lugar por la vinculación del investigador con la cerámica, así como los conocimientos teórico prácticos adquiridos con el paso de los años.

¹ En 1748 el arzobispo de Valencia prohíbe la edificación de altares en la calle, por motivos de absentismo laboral, escándalo nocturno y por motivos ocasionados por las fiestas. Se redactaron órdenes de prohibición en 1769 y 1989. PERÉZ GUILLÉN, Inocencio V., *La pintura valenciana del siglo XVIII*, Valencia, 1991.p. 151, nota 23.

² PERÉZ GUILLÉN, Inocencio V. *La pintura Cerámica Valenciana del siglo XVIII. Barroco, rococó y academicismo clasicista*. Edicions Alfons el Magnànim. Institució valenciana D'estudis i investigació.Valencia, 1991.

Mucha de la obra del dieciocho, se encuentra en el interior de casas particulares, masías y museos, evidenciando el buen estado de conservación que mantienen. Así mismo, ¿qué ocurre con los paneles situados al exterior? Por este motivo se plantea la necesidad de dar a conocer las alteraciones que se ocasionan y que conducen desde todas sus vertientes a un degrado progresivo en los paneles devocionales y Vía Crucis y que algunas de estas alteraciones resultan evidentes con una simple mirada. La destrucción total de los paneles, o parcial de algún azulejo resulta un testigo irrefutable, pero ¿Qué sucede con aquellos posibles cambios-alteraciones que tal vez puedan sufrir y modificar el aspecto de dichos azulejos?

Los paneles deben soportar inclemencias meteorológicas que en muchos casos provocan daños que no son visibles al ojo humano. Por tanto ¿cómo afectan y alteran los agentes deteriorantes dichos azulejos?, ¿Los materiales empleados en las reconstrucciones volumétricas soportan de igual forma las mismas alteraciones? Solo la utilización de avances tecnológicos permite conocer las modificaciones causadas, en cualquiera de sus estratos, bien en el soporte, como en las diversas capas vítreas.

OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO

La presente tesis tiene como objetivo principal, el estudio del comportamiento de los azulejos expuestos al exterior, y así mismo, medir de forma cuantitativa los cambios si es que se produjeran. Todas las preguntas, dan pie al estudio y la ejecución con el que se aborda el presente trabajo.

La investigación, en la primera parte, se centra desde una visión general, en la cerámica denominada del siglo XVIII y reflejo metálico.

Una segunda parte, describe los procesos y el estudio de los materiales que componen los azulejos, incluyendo la propia pasta como soporte. Se detallan los procesos de obtención de la arcilla, y las características que tienen o que deben tener las arcillas para ser empleadas. Los vidriados utilizados y los óxidos que

definen cada uno de los colores deseados y obtenidos. Todos los procesos que se exponen, se correlacionan en el orden lógico en la fabricación de los azulejos.

La utilización de probetas es imprescindible para la realización de los diferentes ensayos con los materiales cerámicos y con algunos materiales empleados en la reconstrucción volumétrica que son necesarios en algunas de las obras donde el grado de desgaste se hace irreversible.

En una tercera parte, se muestra la elaboración de las probetas siguiendo las mismas pautas de fabricación que los azulejos empleados en los paneles, así como una justificación en la elección de los materiales para su manufactura (pasta, vidriados, óxidos).

De igual modo, en la actualidad se ofertan en la restauración, materiales para la reconstrucción de faltantes volumétricos, teniendo que ser totalmente compatibles con el soporte cerámico. Su uso viene determinado por su fácil elaboración y su tiempo controlado de fraguado. Por este motivo, se han elaborado probetas con aquellos materiales que pueden ser fácilmente colocadas en las fases de intervención.

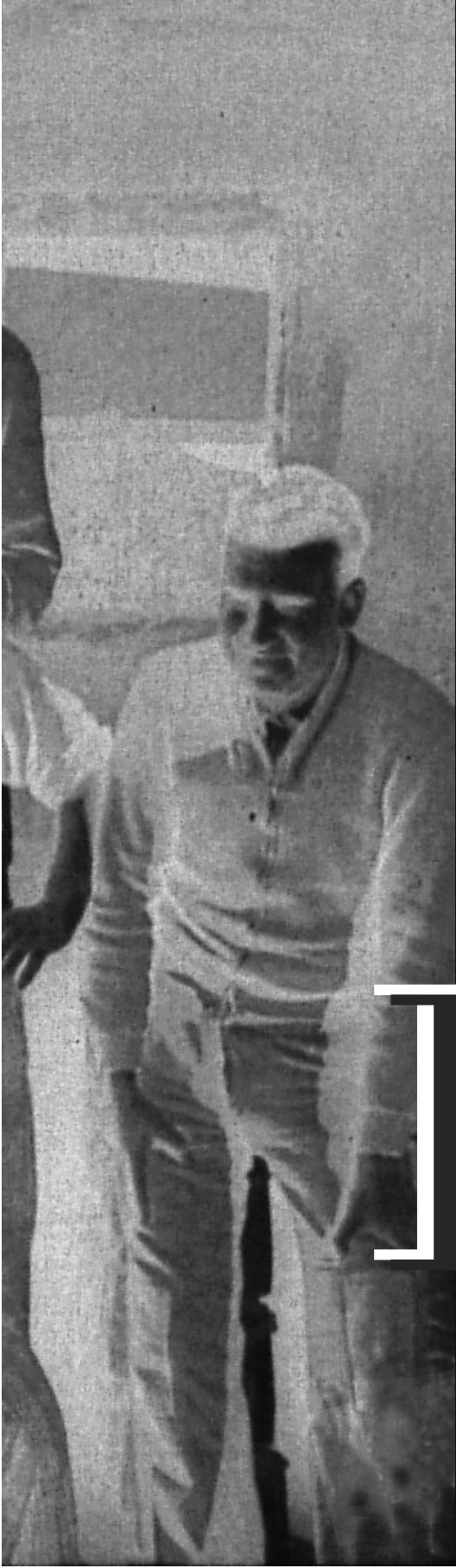
En las probetas cerámicas, se determina su composición química y su porosidad, así como su estructura entre otros. En la superficie vítrea se concreta la composición química, permitiendo identificar en cada soporte lo más fielmente posible los realizados por los artesanos. De igual modo, en las probetas de escayola se conoce su composición química. Los datos conseguidos en las diferentes fases, aportan argumentos necesarios para conocer y establecer las pautas de trabajo.

La cuarta parte reúne toda la información previa en la realización de las probetas cerámicas y de escayola, las cuales serán sometidas a un envejecimiento acelerado con unos parámetros y condicionantes lo mas similar a la obra expuesta

al exterior. La utilización de dichas probetas se hace totalmente necesaria pues los ensayos producidos en varias fases del trabajo, serán totalmente irreversibles.

Los datos obtenidos permiten abordar y extraer conclusiones oportunas, dando a conocer las principales causas de alteración que se producen sobre el soporte cerámico, y de este modo poder reconocer, evaluar y poder justificar cualquier actuación. Solo reconociendo sus características más formales y con un diagnóstico completo, se puede acometer una correcta actuación sobre las obras.





P

arte teórica

PARTE TEÓRICA

1. CERÁMICA DEL SIGLO XVIII

A lo largo de la historia, la religión cristiana ha buscado en el arte, y en sus diferentes manifestaciones, un apoyo para la fe y la veneración de las imágenes santas. A través de estas escenas, los creyentes encontraban un medio de expresión religiosa en el que se elegía aquellas representaciones más fácilmente identificables con las tradiciones o creencias que regían sus cultos y sus sentimientos de veneración. En este contexto, los paneles devocionales¹, surgieron como signo de fervor y como punto neurálgico de los ritos de culto que, en muchas ocasiones, hoy están en desuso.

En el ámbito valenciano dieciochesco las producciones cerámicas alcanzaron una gran consideración. Debido a su extraordinaria técnica y magnífico desarrollo, los ceramistas levantinos del XVIII fueron capaces de plasmar la expresión barroca sobre soporte cerámico. Desgraciadamente son escasos los estudios e investigaciones acerca de dicha producción, además, algunas de las obras han desaparecido total o parcialmente, o bien han modificado su lugar de origen.

La tradición cerámica valenciana, al igual que el resto de las artes, además de depender de la situación socioeconómica decadente de la época, se vio afectada por la llegada de influencias externas como la cerámica italiana que llegó a Valencia en el siglo XVI. Este hecho aumentará, si cabe, aun más el propio declive de la obra que se venía efectuando. La introducción italiana de nuevas formas de producción cerámica hizo que la tradición valenciana fuera cayendo en desuso

¹ De manera individual o colectiva, este arte religiosos, ha venido manifestándose de distinta forma, siendo la representación de una imagen el sentimiento de veneración sobre el que las actividades se centran. Por medio de imágenes el pueblo ha seleccionado un medio de expresión religiosa, eligiendo aquellas fácilmente identificables con un determinado fin, dando culto a nuevos ritos, o a específicos y característicos de una determinada imagen. El culto de los altares de azulejos que han servido para la conmemoración del santo patrón hoy en día se ha dejado de celebrar, dejando solamente constancia a través de los paneles, ya sea como antiguas devociones o como celebraciones hoy olvidadas.

suponiendo, además, la aparición de nuevas dificultades de aprendizaje para los ceramistas levantinos: las pautas en la forma de pintar, el mezclado de los colores ya utilizados por ellos pero creando nuevas tonalidades, el modelado de las formas con las pinceladas, los claroscuros y, con ellos, crear tonalidades con la miscelánea de diferentes barnices alcalinos o de estaño y la adición de los diversos óxidos, fueron, entre otras, las novedades que entorpecieron y disminuyeron la producción cerámica local.

De igual modo, la cerámica levantina, tuvo que sostener la competencia de talleres sevillanos, con el consiguiente encarecimiento de la obra cerámica que engalanarán los mejores edificios de la ciudad. Además de la llegada de la influencia cerámica italiana al reino valenciano, y sus consecuentes perjuicios para los ceramistas locales, y de la creciente competencia sevillana, hubo otro acontecimiento que hizo la situación más difícil: la expulsión de los moriscos que se llevó a cabo en la primera mitad del siglo XVII². Este hecho introducirá un cambio importante en la producción de la cerámica valenciana puesto que la mayor parte de la mano artesanal en el Reino de Valencia era morisca mermando, por lo tanto, esa industria igual que la población que, además, se vio reducida por las epidemias de principio de siglo³. Indudablemente la expulsión perjudicó a la artesanía cerámica, pero el vínculo de las dos culturas quedará patente con la unión de elementos artísticos como la fauna y la flora, las heráldicas, las letras góticas y la escritura arábiga, llaves de David y la mano de Fátima, así como el

² En el Real Decreto de 1609, Felipe III establecía que “estaba resuelto a que saquen todos los moriscos deste Reyno” Como consecuencia de ello, el Virrey de Valencia, Don Luis Carrillo de Toledo, ordenó la publicación del famoso Bando, con fecha 22 de septiembre del año 1609, con el que se comenzaba inmediatamente la expulsión de los moriscos embarcados con destino a las costas africanas. Durante el siglo XVII, los habitantes moriscos en Manises suponían un tercio del total de la población trabajando de forma pacífica como labradores o elaborando el barro que posteriormente serviría para fabricar las piezas. MORENO ROYO, José M^a. *Manises, retazos de su historia*. Ediciones Seguí. Alzira, Valencia. 1983, p. 55.

³ Epidemias de 1630 y 1647 en el reino de Valencia, provenientes del norte de Italia. VIZCAÍNO MARTÍ, M^a Eugenia. *Azulejería Barroca en Valencia*. Edita Ayuntamiento de Valencia, 1998, p. 23.

gusto por el relleno que había sido transmitido de padres a hijos. El nexo de la cultura hispano-morisca originó una cerámica con gran cuantía de motivos. Estos artesanos llegaron a dominar las características propias de cada uno, coexistiendo durante siglos y empapándose de lo propio de cada artista.

Gracias al Arzobispo de Valencia y Patriarca de Antioquia, San Juan de Ribera, Valencia surge como centro productor situándose sobre Manises y Paterna, empezando a fabricar azulejos para el Real Colegio del Corpus Christi. Los gremios azulejeros de la ciudad de Valencia, solicitaron de licencias o permisos para cortar la leña de monte, indispensable para la cocción de los hornos. Y para evitar competencias externas, estas licencias se concedieron con cautela y bajo acta notarial, debiéndose renovar cada año, negándose las al resto de poblaciones que no fueran Valencia, como Paterna y Manises.

Desde mediados del siglo XVII, y hasta la segunda mitad del XVIII, es cuando la azulejería valenciana inicia su resurgir de forma lenta. A mediados del siglo XVII, la policromía vira, predominando los azules, verdes, los amarillos oscuros y los naranjas, comenzando el perfilado en manganeso sobre el azul. Más adelante, con el inicio del XVIII, ese renacer de la cerámica local vendrá acompañado de una recuperación económica, siendo entonces cuando las elaboraciones valencianas sobresaldrán del resto de la península.

Los paneles de azulejos valencianos se adelantaron a los creados en otras regiones: aquí, la elaboración era directa de los pintores que evidenciaban una clara formación académica. Componían el claroscuro, el ilusionismo visual, los efectos atmosféricos, y realizaban un exhaustivo estudio de la anatomía y los pliegues de los ropajes. Estos artistas daban pinceladas oscuras en las facciones para difundir la impresión trágica del Barroco siendo los colores más comunes el amarillo, ocre, azul, morado y el verde esmeralda, ya usado a finales del XVII. Además, perfilaban los dibujos en manganeso con un trazo grueso que servía de gran efecto decorativo. Todos los colores óxidos eran empleados con diferentes aguadas que permitían grandes tonalidades, como las conseguidas por los

ceramistas con el óxido de manganeso que podía dar tonalidades moradas, violetas, y solapándolas con otros óxidos pinceladas con tonos fríos y caliente⁴.

“En ropajes y hábitos oscuros, en nuestras flores, se podría hacer un estudio sobre los tonos violetas y morados, hacían fríos mezclados con azul y cálidos con amarillos y naranjas en las flores del barroco y, sobre todo, en las rocallas, con líneas radiales, de oscuro a claro, perfectas de realización. Ponían amarillos con la pincelada muy aguada y pintaban encima con el óxido de manganeso, también muy claro, consiguiendo transparencias en tonos muy suaves”.

En el ámbito valenciano, la decoración de los azulejos se inicia con la fabricación de un tamaño de 21 x 21cm, a diferencia de los andaluces que consolidaron el formato pequeño⁵. Se diseñan en un solo azulejo, y se comienza en diagonal, perfectamente estudiado para que se adapten encarados, dejando espacios blancos que forman rombos. En cuanto a las imágenes de las figuras sacras, se colocan normalmente en paneles de dos azulejos con medidas de un medio de ancho por tres de alto y, si por casualidad, la cabeza del santo quedaba en el centro, este azulejo se situaba en medio para no romper las facciones.

En este periodo, se comienzan a introducir estudios de perspectiva en los paisajes para conseguir profundidad en el espacio, primeros planos y, la utilización de trazos oscuros para dar sensación de escorzo. Dominan las grandes orlas con rocallas, elementos arquitectónicos, volutas, hojas de acanto, de laurel y palmas alargadas que envuelven todo. Guirnaldas, cintas y flecos se introducen y salen de los elementos insertando el movimiento a base de curvas.

La fabricación de azulejos en el siglo XVIII, y sobre todo en las fábricas valencianas, inició su trayectoria como levantamientos de fabricación sin gran

⁴ VIZCAÍNO MARTÍ, M^a Eugenia. *Azulejería Barroca en Valencia*. 1998, *op.cit.*, p.43.

⁵ Este tamaño de 21 x 21 es denominado d'á palm o de palmo. VIZCAÍNO MARTÍ, M^a Eugenia. *Composiciones cerámicas valencianas del siglo XVIII*. Ayuntamiento de Valencia, Delegación de Cultura, servicio de publicaciones. 2007, p.18.

importancia. Eran, sin más, cobijos con hornos, almacenes de leña y de materiales provistos de zonas de secado y lugares para la decoración de la cerámica. Los patrones apostaron siempre por defender que sus talleres eran fábricas solo de azulejos, no alfarerías y tampoco ladrillerías o tejerías.

En los procesos de creación de los productos manufacturados intervienen cuatro operarios o artesanos al menos: el que dibuja y crea los dibujos originales, el alfarero o artesano que realiza las piezas, el pintor que da color a las obras⁶, y el encargado de cocer y dar cochura a las piezas. Los aprendices de corta edad realizaban las labores más sencillas como situarse junto al cocedor del horno de leña e ir cortando la cuerda que sujetaban los haces para que pudieran ser lanzadas al horno con rapidez. Las mujeres fueron las encargadas de pintar la cerámica de forma absolutamente anónima.⁷

La fabricación durante el siglo XVIII, y ya desaparecida en casi toda sus facetas, se realizaba de forma manual durante todas estas etapas, que son explicadas con claridad por M. González Martí⁸, así como los oficios desaparecidos utilizados en el barroco escritos por J.M^a Moreno Royo⁹ y plasmada por M^a Eugenia Vizcaíno Martí¹⁰.

⁶ “La fábrica de González Valls podía contener un su pintador alrededor de 23.000 azulejos” PÉREZ GUILLÉN, Inocencio V. *La pintura Cerámica Valenciana del siglo XVIII. Barroco, rococó y academicismo clasicista*. Edicions Alfons el Magnànim. Institució valenciana D’estudis i investigació. Valencia, 1991, p 35.

⁷ MORENO ROYO, J.M^a, *Manises, retazos de su historia*, *Op. cit.*, p.133. realizaban su oficio como un arte llevado a cabo solamente por su propia intuición, sin más que un bagaje cultural que adquirieron con una ligera enseñanza en las escuelas públicas comenzando a manejar los pinceles cuando apenas dejaban de ser niñas. Entre los trabajos que las pintoras realizaban estaba el “ratllar”, labor que solo podían ejecutar las pintoras con pulso firme, sobre todo cuando se decoraban los platos llamados “de filet”. De igual modo rellenaban de color los espacios de la decoración antes de ser perfilados.

⁸ GONZÁLEZ MARTÍ, M., *Cerámica del Levante Español*, Tomo I, Editorial Labor S.A. 1944, pp. 22-23.

⁹ Véase MORENO ROYO, J.M^a, *Manises, retazos de su historia*, *Op. Cit.*, pp. 156-159.

¹⁰ VIZCAÍNO MARTÍ, M^a Eugenia, *Azulejería Barroca en Valencia*, *Op. Cit.*, p. 32.

“Se cogían varias graelles, recuadros de madera con mango, se ponían encima la mesa los delicados, y los ordinarios en el suelo, se iban rellenando de barro hasta llegar a ocho o diez, que se sacaban y se iban colocando en posición horizontal al aire libre durante unas horas. Después se acarrelaban, se disponían en series de diez, unos encima de otros, y se llevaban al sequer colocándolos de canto en larga hileras hasta que estuviesen secos. Para los azulejos se exigía un mayor refinamiento, desde el sequer, se ponían sobre el morber, una mesa resistente, y unos obreros, los estampadors, provistos de palas, llamadas amauraors, de madurar, los iban golpeando para que eliminaran el aire que aun quedaba comprimido.”

Durante el siglo XVIII se pueden diferenciar claramente dos tipologías en cuanto a temática se refiere: la azulejería profana y la religiosa. La primera, estaba condicionada por la evolución de la sociedad y el crecimiento de la burguesía, dando lugar a una azulejería diseñada para las casas familiares: pavimentos y zócalos con composiciones y escenas profanas¹¹.

La segunda tipología, correspondiente a la azulejería religiosa, durante el XVIII alcanzará una gran riqueza con la realización de paneles devocionales como los Vía Crucis, lápidas sepulcrales, altares, placas mortuorias, pilas benditeras y cálices, alcanzando un gran protagonismo dentro del arte cerámico. Algunos historiadores han querido englobar esta tipología dentro de las llamadas artes menores, sin embargo el pensamiento generalizado en los expertos coincide en situar a los azulejos valencianos entre aquellos que presentan una variedad y riqueza sin comparación.

El proceso de más amplia difusión en la devoción popular aprendido y asimilado, fueron los gozos¹². Muy asequibles y fáciles de aprender por los fieles, por medio

¹¹ Para este tipo de creaciones, el pintor, primeramente, realizaba un estudio previo plasmado en un cartón la composición que posteriormente realizaría sobre el azulejo.

¹² Son una forma de liturgia popular practicada en actos de devoción colectiva, alabando las excelencias de la Virgen, de Nuestro Señor, de los Santos, los martirios y los milagros que obraron en vida y muerte. A veces hacen alusión al lugar donde se encuentra la ermita o bien sucesos políticos

de unos pocos versos. Estas advocaciones comprendían las virtudes del santo, y al ser aprendidos por los devotos, les hacían comprender de forma sencilla y escueta lo que él podría hacer como intercesor, el gozo del favor divino realizando grandes milagros y conservar el poder como intermediario.

Los paneles cerámicos sobre azulejos fueron destinados a la contemplación pública y la comprensión general, incluyéndose dentro del llamado “arte popular”. El resurgir de los altares públicos, ya existentes un siglo antes, vendrá determinado por una depuración estética de las representaciones, así como una selección de las advocaciones, suprimiendo aquellas imágenes de incierta autenticidad, o bien aquellas que perturbasen el acto piadoso. Si bien la técnica pictórica evoluciona, la elaboración y la técnica de manufactura, será igual a la de siglos anteriores, trabajando la prensa del barro sobre bastidores. Sin embargo esta elaboración se homogeneíza en cuanto a la fabricación de obra seriada, en este periodo el diseño de los azulejos adaptará motivos textiles y grabados, siendo la azulejería seriada la de más calidad a nivel europeo. Surgen las contrahuellas, los pavimentos imitando a alfombras, los zócalos de dibujos completos, y los paneles devocionales.

Se puede considerar un avance evolutivo en la fabricación del azulejo, la incorporación del prensado de la arcilla en polvo, superando el comprimido manual, teniendo la ventaja del condensado semiseco con una mayor compactación, mejor homogeneidad, un reparto de la arcilla, reduciendo espesores y tamaño, y permitiendo una productividad mayor, así como improntar una huella o marca por el reverso para optimizar el agarre. Este tipo de prensado no se generalizará hasta finales del XIX.

que motivaron la composición de los gozos. *“Los gozos son un genero poético semipopular de raíz medieval que han fiado su pervivencia no solamente en la memoria colectiva sino también en la estampa”*. M.de Riquer; Comas, A; Molas, J; *Historia de la Literatura Catalana*, Editorial Ariel Barcelona, 1980. pp. 1-5.

A finales del XVIII, trascendentales y concluyentes innovaciones técnico-cromáticas, crearán un punto y aparte con la elaboración efectuada con anterioridad, pautas que se prolongaran hasta mediados del XIX. Una revolución será la aparición de las técnicas de decoración. Los fondos a base de estaño mate, con mayor contenido de estaño que de plomo, que será una constante en este siglo, que poco a poco cederá paso a unos blancos más puros, con la reducción del estaño y aumentando el porcentaje de plomo.

1. 1. La loza dorada o cerámica de reflejo metálico

Dentro de la cerámica del siglo XVIII, se ha incluido la cerámica de reflejo metálico. A priori son dos tipos de cerámica totalmente diferentes, pero que se ha creído necesario incluirla, pues si bien no debe ser la parte principal de este trabajo, se debe de tener al menos en consideración, pues algunas de las cruces que rematan los casilicios en los Vía Crucis, pueden ser de material férreo, pero también podremos hallar algunos donde se encuentran realizados en cerámica dorada¹³.

Si bien podemos encontrar piezas de reflejo metálico desde el siglo IX, para este trabajo que se ciñe a la Comunidad Valenciana, se cree esencial el momento en el que dicha cerámica penetra en la península, y como la invasión musulmana influencio de manera satisfactoria desde los vértices técnicos-artísticos, creando ornamentaciones ricas y una elaboración novedosa.

La creación de la cerámica de reflejo metálico va a variar según sea el autor el que expone los acontecimientos. Según Balbina Martínez Caviro¹⁴:

¹³ SEGURA MARTÍ, José M^a, *Catalogo de paneles cerámicos devocionales de L'Alcoià-El Comtat*. Diputación de Alicante. 1990. Pág. 233. "Sobre el origen de los Calvarios y las capillas que ostentan los Siete Dolores de la Virgen, aconsejan fijar la aparición de los mismos en la plenitud del siglo XVIII, si bien conocemos el Vía Crucis – de cruces cerámicas de reflejo metálico- que se conserva en el patio del convento de clausura de El Miracle (Cocentaina), cuya cronología hay que remontarla a momentos de la segunda mitad del siglo XVIII". Dichas cruces en la actualidad se encuentran desaparecidas, información facilitada por las monjas de clausura, impidiendo el acceso al convento, si bien se nos remitió al Arzobispado en busca de las fotos realizadas por una investigadora. Dichas fotografías de igual modo se encuentra desaparecidas como indica la carta que se nos fue remitida por parte del Presidente de la Comisión diocesana Artístico del Arzobispado de Valencia (Valencia 13 de julio de 2011).

¹⁴ MARTINEZ CAVIRÓ, Balbina, *La loza Dorada. Artes del tiempo y del espacio*. Editorial nacional de Madrid. 1982. P. 17.

“Dentro del ámbito de la cerámica musulmana, con gran ornamentación y una técnica excelente, lugar predilecto ocupa la obra de reflejo metálico, cuyos comienzos se han querido asentar con la tradición religiosa, en contraposición con la utilización del uso de vajillas de oro y plata”.

O por el contrario lo expuesto por Manuel González Martí¹⁵, que atribuye el hallazgo a un hecho fortuito:

“Seguramente fue un hecho casual, si es que por casualidad se entiende la observación reflexiva, efectuada por un temperamento preparado al efecto, sobre un hecho extraordinario que se produce espontáneamente, pasando inadvertidas para todos los demás las leyes inmutables, ocasionales, del suceso.

El estudio hecho por el iniciado, del aparente fenómeno, lleva a su posterior producción de manera voluntaria y, por lo tanto, a la aplicación utilitaria del mismo.”

Aunque si bien el lugar de origen es coincidente en todos, dando las bases y cuna del reflejo metálico a Egipto, Persia y Mesopotamia, incluyendo posteriormente a España dentro de este grupo. En la península la novedad fue la incorporación del vidriado plumbífero y transparente para tapar la pieza, creando piezas permeables y funcionales, dicho vidriado podía ser incoloro o coloreado. Otra de las novedades era el empleo del esmalte estannífero consiguiendo una superficie blanca y opaca, que alcanzaba brillo por la adición del plumbífero incoloro, aunque este se debía de mezclar con el óxido de plomo o galena para bajar el punto de fusión que poco a poco fue sustituyendo la anterior.

El cambio de vidriado vino condicionado por el tipo de pasta, al principio la pasta era más rojiza y por consiguiente el barniz debía ser mucho más blanco y opaco, permitiendo tapar la base del bizcocho. Posteriormente y con el encarecimiento del estaño, se optaría por una pasta más blanca que permitiese un vidriado más transparente.

¹⁵ GONZALEZ MARTI, Manuel, *Cerámica del Levante Español. Op. cit.*, p. 318.

La decoración pintada sobre la pieza cocida en una primera cocción con una capa de engalba blanca, constituía el soporte de la decoración, que era a base de óxido de cobre y óxido de manganeso, dando verdes y colores oscuros. A continuación la pieza se pintaba con el óxido de plomo y se cocía vitrificando y haciéndose transparente apareciendo la decoración. En la fase del bizcochado se obtiene también la vitrificación del azul de cobalto en aquellas piezas que son decoradas con este color.

De igual modo los que acompañan al reflejo metálico los pigmentos colorantes¹⁶, deben contener óxido de cobre al que se le añaden otros óxidos en medidas y proporción diversas para obtener distintas tonalidades así como un medio que le lleve en suspensión.

Todos estos elementos juntos tienen que ser refinados en pequeños molinos de piedra y a los que se le agrega vinagre. A continuación se calcinan colocándolos en el horno durante una cochura quedando todos los componentes en el estado de óxidos metálicos¹⁷.

“El cobre queda convertido en óxido cúprico, CuO , la plata, en óxido de plata, Ag_2O , y el almazarrón formado en su mayor parte por óxido de hierro queda libre de sustancias orgánicas y carbonatos de cal y magnesio que le acompañan”.

Una vez fuera del horno se vuelven a refinar una vez más con vinagre que actuará como mordiente cuando se pinte sobre la pieza¹⁸.

¹⁶ GONZALEZ MARTI, Manuel, *Cerámica del Levante Español. Op. cit.*, p. 319. La almaguena o almagre procedente de Almazarrón (Murcia), óxido de plata y sulfuro de mercurio. El almazarrón forma con el óxido de cobre una espinela que le da adherencia al color, el óxido de plata un tono amarillo y el mercurio brillantéz.

¹⁷ *Ibíd.*, *íd.*, p. 319.

¹⁸ GONZALEZ MARTI, Manuel, *Cerámica del Levante Español. Op. Cit.*, p. 320. Recetas de reflejo metálico.

La cocción no debe superar los 650° siendo contraproducente, en caso contrario fundiría con exceso el barniz y al fundirse en un medio no rico en óxido de carbono, sino en finísimas partículas de carbón, quedaría ahumado y mate. Durante la cocción se cierran los tiros buscando obtener una llama reductora, es decir, una combustión en una atmosfera de poco oxígeno y abundante hidrogeno y carbono, con la presencia de mucho humo. La falta de oxígeno determina que la atmosfera del horno absorba el oxígeno de los óxidos metálicos y queden los metales. Al utilizar la fórmula del reflejo metálico sobre la pieza barnizada, una vez cocida parte se fija al cuerpo y el resto queda en superficie que posteriormente deberá ser eliminada frotando con agua o alcohol. Según la composición de la mezcla utilizada, el dorado y los reflejos de éste tienen tonalidades diferentes.¹⁹

“Si los sulfuros de cobre y plata tienen la proporción adecuada, se logra una tonalidad de oro o latón de gran belleza, con reflejos púrpura, verdosos, azulados y dorados. Si el sulfuro de plata es más abundante el dorado es más pálido, con reflejos verdosos y azulados. El empleo exclusivo del sulfuro de cobre para ahorrar plata da un tono achocolatado.”

El reflejo es seguramente dentro de la coloración de la cerámica uno de los que más han conseguido mayor transcendencia, siendo su elaboración en todas las fases de extremada delicadeza.

“Cobre 91,80; plata 5,05; azufre 91,80 y ocre rojo 367,20.”

“Sulfuro de cobre y sulfuro de plata en partes iguales, que se trituran y calcinan hasta obtener el óxido de cobre y el de plata, mezclándolos después con almazarrón y vinagre.”

¹⁹ MARTINEZ CAVIRÓ, Balbina, *La loza Dorada. Artes del tiempo y del espacio*. Op. Cit., p. 43.



Figura 1. Vista de la iglesia Parroquial de san Juan Bautista de Manises con las tejas de reflejo metálico del siglo XVIII

2. LA CERÁMICA RELIGIOSA

En la presente tesis doctoral nos centraremos especialmente en los *Paneles devocionales* y los Vía Crucis, junto a estos podremos encontrar de igual modo piletas o pilas benditeras, cálices, y belenes. Pero son los paneles situados al exterior, aquellos que claman hacia un estudio que permita advertir, apreciar y comprender las alteraciones más agudas sobre este tipo de soporte. Para ello es necesario comprender diversos aspectos como: su historia, por qué fueron creados y con qué condición, el motivo de la elección de los temas, su iconografía, su manufactura y el proceso estético de estos paneles.

2.1. Paneles devocionales

Dentro de la historia del arte valenciano, los paneles devocionales suponen uno de los capítulos más importantes y más representativos de este ámbito geográfico. Significan, además, uno de los tipos de expresión más importantes dentro de la religiosidad cristiana pues servían de punto de apoyo para los ritos de fe y devoción. Esta tipología no fue exclusiva del ámbito levantino pudiéndolos encontrar en el resto de la península y en otros países como Portugal y Sicilia.²⁰

Estos paneles reflejan el arte más popular por su colocación y culto, emanando de la voluntad del pueblo, siendo éste el verdadero artífice de las fiestas que tradicionalmente han girado en torno a los paneles cerámicos devocionales de las calles. Cada una instauro un culto específico, como medio de información o como parte provisional de los actos religiosos, pero también de forma permanente se sitúan altares colocados en las fachadas de las casa, en forma de pequeñas hornacinas ahondadas en las fachadas, que con un cristal, a modo de protección, salvaguardan las imágenes de bulto redondo o cobijan a los paneles cerámicos que representan al santo. Los paneles, por lo general, se ubican en las calles de

²⁰ CATALÁN MARTÍ, J. Ignacio, *Los paneles cerámicos devocionales en la religiosidad popular: "les capelletes" de Artana*. San Lorenzo del Escorial, 1997. Universidad de Valencia, p. 183.

forma estratégica, ofreciendo visiones desde varios puntos, intersecciones, plazas o confluencias de varias calles.

Este tipo de costumbre se inicia en el último tercio del siglo XVIII, siendo un momento propicio para una expansión económica agraria, industrial y demográfica. De igual modo la devoción popular se afianza y empieza a desarrollar fuera de los límites de los templos parroquiales, extendiéndose por las calles valencianas plasmándose en los paneles devocionales, que sustituirán al soporte textil, maltratados por las inclemencias externas.

La devoción popular instala el mural en la fachada de las casas para la celebración y festividad de un acontecimiento. Estos ritos normalmente nacían por la intencionalidad de los fieles de dar gracias por un hecho, acontecimiento o grandeza lograda en un período de contratiempos. De esta manera, el pueblo es el que suele dar origen a la mayoría de los paneles devocionales, siendo éste, en origen, un deseo por agradecer o hacer presente al santo de su comarca o jurisdicción, tomándose posteriormente por costumbre la celebración anual.

Este tipo de ceremonias festivas eran, y todavía lo son, conocidas En las comarcas valencianas como “festa al carrer”²¹. Dentro de este ambiente, las órdenes religiosas suscitarán, gracias a este tipo de arte, una manera de predicar a/en extramuros, es decir, la predicación fuera del templo, ensalzando dicha devoción y la piedad de los santos en lugares poco habituales.

Los paneles cerámicos en los cuales aparecen representadas las imágenes de santos y vírgenes, exteriorizaban dicha religiosidad más arraigada en el pueblo y constituían uno de los puntos de unión más fuertes dentro de la comunidad vecinal implicada en las celebraciones, ya fueran creyentes o no. Todas estas fiestas son, sin lugar a dudas, el origen de los paneles devocionales que hoy podemos ver en la actualidad. Dentro de estas conmemoraciones hay que destacar el dicho

²¹ CATALÁN MARTÍ J. Ignacio, *Los paneles cerámicos devocionales en la religiosidad popular: “les capelletes” de Artana*, Op. Cit., p.185.

carácter público, independientemente del muro donde se encuentre adosado el panel, pues necesariamente debía pertenecer a la casa de un particular, como solía constar en las inscripciones: *“a expensas de los vecinos de la calle...”*

Los paneles devocionales en sí desempeñan una labor ardua de comunicación, llamar la atención de los viandantes, mostrándoles que la vía esta bajo el amparo de un santo, e inducir al pueblo por medio de imágenes la difusión del culto popular. El pueblo seleccionaba dentro de un amplio repertorio de títulos prodigiosos, las imágenes que más se podían adecuar a sus propias necesidades de protección y engrandeciendo, valorando unos santos por encima de otros sin actuaciones milagrosas o invenciones extraordinarias.

Por este motivo los santos determinarán la identificación de un pueblo el cual se sentía refugiado y socorrido por ellos, siendo representados como salvadores del infierno, defensores de lo perverso, protectores de los animales y cosechas, sanadores de enfermedades o simplemente como ofrenda. Además, hay que tener en cuenta que en algunos momentos, el contexto socio-económico define la religiosidad popular, recogiendo la situación particular de comunidades donde las creencias y tradiciones se pongan paralelas con las actividades agrarias y la naturaleza como medio de invocación a mejoras propias, defensa de plagas o adversidades climatológicas.



Figura 2. Detalle de un panel devocional siglo XVIII. Calle del Hospital. Alcira Valencia

2.2. La dedicación de los paneles devocionales

El proceso de culto a los santos se produce inmediatamente después de la instalación del panel y bendición por parte de la autoridad eclesiástica. El protocolo ceremonial es a título personal de los vecinos del pueblo, la limpieza de los azulejos, su atavío floral y las actividades piadosas como rezos, la salve o el rosario de la semana. Durante todo el año las capillas originan un culto sencillo como es tener una luz encendida durante la noche, señalando el lugar de atención

a los viajeros nocturnos. Estas actividades se realizan a través de la novena²², las auroras²³ o la festa al carrer²⁴.

La azulejería religiosa es uno de los signos externos más característicos de la religiosidad popular de las comarcas valencianas, y popular por cuanto a su colocación y culto, mayormente, emana de la voluntad del pueblo, siendo éste el verdadero artífice de la fiesta que tradicionalmente han girado en torno a los paneles cerámicos devocionales de las calles. Fenómeno similar se observa en comarcas andaluzas, con cerámicas salidas de las fábricas sevillanas, y con extraordinaria significación en numerosos municipios de Portugal.

²² *“La novena se realiza una hora después de anochecer en torno a la capilla iluminada donde se congregan los fieles para rezar el rosario y posteriormente hacer la novena al santo. El último día y noveno se celebra la gracia del santo, manifestada con el reparto de papeles con aleluyas escritos desde los balcones lindantes al panel”. “Las auroras son cantos polifónicos que se entonan en cada capilla a las cinco de la mañana del día de la fiesta”. “La festa al carrer es uno de los aspectos más característicos de la Comunidad Valenciana, siendo uno de los lugares con más santos de devoción y la que más días al año se congregan para rendir culto externo”. CATALÁN MARTÍ, J. Ignacio, *Los paneles cerámicos devocionales en la religiosidad popular: “les capelletes” de Artana*, Op. Cit., p. 189.*

²³ SEGURA MARTÍ, José M^º, *Catalogo de paneles cerámicos devocionales de L’Alcoià-El Comtat*. Diputación de Alicante. 1990, p. 225.

²⁴ La tradición del Vía Crucis nació en la baja Edad Media por el deseo de reproducir en todos los lugares cristianos la antigua práctica de los peregrinos que en Jerusalén seguían la Vía Dolorosa que va desde el pretorio de Pilatos hasta el Calvario y el Santo Sepulcro. DEVOCIONARIO MANUAL, Vigésimotercera edición. 1897, Bilbao.

2.3. Vía Crucis

El Vía Crucis es una de las formas de devoción más extendidas dentro del arte religioso popular. Consistía en meditar sobre la pasión de Cristo, y una de las tipologías más frecuentes en los pueblos valencianos fue levantar montículos cercanos a la población representando las estaciones del recorrido de Jesús en su Vía Crucis. El cristianismo recibe la carta de libertad de la ciudadanía en el imperio romano a partir del Edicto de Milán realizado por el Emperador Constantino en el año 313. A la madre de éste, Santa Helena, se le atribuye el hallazgo de la verdadera santa Cruz. A partir del siglo IV inician las peregrinaciones a la ciudad de Jerusalén. Los peregrinos al llegar a Jerusalén se encontraban con la piadosa tradición que identificaba y reconocía a determinados lugares de esta ciudad con los acontecimientos más importantes de la pasión de Cristo y el recorrido que El mismo realizó hasta llegar a la Cruz²⁵. Nacen así las “estaciones”, las “paradas” en el camino de Jesús, por la Vía Dolorosa jerosolimitana, hacia el Calvario, el lugar de la crucifixión del Redentor.²⁶

El ejercicio del Vía Crucis consiste en visitar orando, o meditando en silencio, catorce cruces o estaciones. El camino se inicia en el palacio de Poncio Pilatos y

²⁵ Los cristianos han valorado esta oración contemplativa, en torno a Cristo y su camino hacia la cruz, como parte de su enriquecimiento espiritual y acercamiento a la figura de Cristo salvador. Con las peregrinaciones que se efectuaban a Jerusalén, se fue creando una actividad específica al camino que Cristo anduvo desde el huerto de Getsemaní y del pretorio hasta el Calvario.

²⁶ “Entre los ejercicios de piedad con los que los fieles veneran la pasión del Señor, hay pocos que sean tan estimados como el “Vía Crucis”. A través de este ejercicio de piedad los fieles recorren, participando con su afecto, el último tramo del camino recorrido por Jesús durante su vida terrena: del Monte de los Olivos, hasta el Monte Calvario al jardín donde fue sepultado. Un testimonio de amor del pueblo cristiano por este ejercicio de piedad son los innumerables “Vía Crucis” erigidos en las iglesias, en los santuarios, en los claustros e incluso al aire libre, en el campo, o en la subida a una colina, a la cual las diversas estaciones le confieren una fisonomía sugestiva. El “Vía Crucis” es un camino trazado por el Espíritu Santo, fuego divino que ardía en el pecho de Cristo (Lc 12, 49-50) y lo impulsó hasta el Calvario”. PARDO RODRÍGUEZ, Andrés, *El Vía Crucis*. Directorio de Piedad Popular y la Liturgia, números. 131, 133 y 135. 2008.

termina con la crucifixión y entierro de Cristo. Esta práctica se realiza generalmente durante la Cuaresma y el Tiempo de Pasión, siendo los viernes los días indicados para ello. Esta devoción que, antes que otro practicó sustancialmente la Santísima Virgen siguiendo a su divino Hijo por el camino del Calvario el día de la Pasión.

Las órdenes religiosas creadas por Santo Domingo de Guzmán y San Francisco de Asís serán las primeras en propagar esta devoción, a partir del siglo XIII. Durante el siglo XV esta costumbre se extendió, a través de la orden franciscana, por todo el mundo cristiano y, en los siglos siguientes, el número de estaciones se acordó fijarlo en catorce.

Los catorce pasos²⁷ reproducen los existentes en la ciudad de Jerusalén²⁸:

- I. Jesús es sentenciado a muerte ante Pilatos.
- II. Jesús carga con la cruz.
- III. Jesús cae bajo el peso de la cruz.
- IV. Jesús se encuentra con su Madre.
- V. Jesús es ayudado por el Cirineo.
- VI. La Verónica enjuga el rostro de Jesús.
- VII. Jesús cae por segunda vez.
- VIII. Jesús consuela a las mujeres.
- IX. Jesús cae por tercera vez.
- X. Jesús es despojado de sus vestiduras y bebe vino con hiel.
- XI. Jesús es crucificado.
- XII. Jesús muere en la cruz.

²⁷ "El número de catorce estaciones que tiene en la actualidad, y con el cual se extendió a toda la Iglesia católica, quedó fijado en España, siendo uno de los máximos propagadores el franciscano P. Alonso de Vargas, el cual trazó un complejo itinerario pasionista en el convento de Santa Catalina del Monte, cercano a Murcia". FERRI CHULIO, A. *Grabadores valencianos. Siglos XVII-XVIII*. Alzira: Editorial Graficuatre, 1986, p. 44.

²⁸ SALVADOR, P, *Vía Crucis*. Compuesto por el padre capuchino. Rafelbuñol. Valencia, 1944.

- XIII. Jesús muerto es abrazado por su Madre.
- XIV. Jesús es enterrado.

El 17 de marzo de 1991, el diario vaticano L'Osservatore Romano, publicó una ordenación nueva de las catorce estaciones, disposición que se puso en práctica por vez primera en el Coliseo de Roma, siendo bendecida por el papa Juan Pablo I²⁹, el Viernes Santo de ese mismo año. Este Vía Crucis radica en su referencia bíblica, y a pesar de lo enraizado en las costumbres populares anteriores, el Vaticano intenta acercarlo al Evangelio eliminando aquellas estaciones inventadas sin base bíblica e intenta enriquecer y hacer más útil la práctica del Vía Crucis. En muchos sitios se han continuado con el antiguo, debido a la voluntad política y eclesiástica de continuar con la tradición de toda la vida. Los paneles por lógica, después de 1991, deberían tener esta secuencialidad:

²⁹ Este Vía Crucis de Juan Pablo II no pretendía suplir al anterior sino complementarlo. Como afirmará entonces el Maestro de Ceremonias Pontificias, Mons. Piero Marini, "este Vía Crucis es una alternativa; al igual que en la Misa hay varias plegarias eucarísticas, también ahora existe otra posibilidad de rezar el Vía Crucis".

²⁹ BEN-SASSON, Hayim, *Una historia del pueblo judío*. Harvard University Press (October 15, 1985. "El Sanedrín, era en el Antiguo Israel la asamblea o consejo de sabios estructurado en 23 jueces en cada ciudad judía. Funcionaba como un cuerpo judicial cuya jurisdicción no se limitaba solo a asuntos

- I. Jesús en el huerto de los olivos, (Mc 14, 32-36). Inédito.
- II. Jesús traicionado por Judas es detenido, (Mc 14,43-46).Inédito.
- III. Jesús es condenado en el Sanedrín³⁰, (Mc 14, 55, 60-62,64). Inédito.
- IV. Jesús es negado por Pedro, (Mc 14, 66-72). Inédito.
- V. Jesús es juzgado por Pilatos, (Lc 23, 1-4,23-24). antiguo número I.
- VI. Jesús es azotado y coronado de espinas, (Mt. 27, 26-30). Inédito.
- VII. Jesús carga con la cruz, (Jn 19, 16-17), antiguo número II.
- VIII. Jesús es ayudado por el Cirineo, (Mc 15,21), antiguo número V.
- IX. Jesús consuela a las mujeres que llorar, (Lc 23, 27-28), antiguo número VIII.
- X. Jesús es despojado de sus vestiduras y crucificado, (Mc 15, 24-26), antiguos X y XI.
- XI. Jesús promete su reino a Dimas, el buen ladrón, (Lc 23, 39-43), inédito.
- XII. Jesús en la cruz con su madre y un discípulo, (Jn 19, 26-27), inédito.
- XIII. Jesús muere en la cruz, (Lc 23, 44-46), antiguo número XII.
- XIV. Jesús es enterrado, (Jn 19, 41-42), único sin modificar.³¹

religiosos, sino también en el ámbito civil. Funciono durante la época de la dominación romana de Israel, desde la etapa final del segundo templo de Jerusalén hasta el siglo V".

³⁰ El paso de Novelda localizado en el Cementerio vell (que sustituye al anterior) se caracteriza por tener un decimoquinto panel en el cual aparece Cristo resucitado.

Los casilicios se encuadran dentro de una de las tipologías del Vía Crucis, contienen los azulejos correspondientes a la representación de la vida y obra de Jesús y su localización puede darse, bien en las afueras del pueblo o integrados en él siguiendo un recorrido lógico.

La forma más común de estas construcciones es la de un gran pilón cuadrado, con tejadillo a cuatro aguas rematado por una cruz de hierro³². En la parte considerada frontal al camino, se abre un pequeño nicho que alberga el retablo, generalmente formado por cuatro azulejos y, en algunos casos, protegidos por una verja de hierro. Los catorce pilones o casilicios van jalonando, a distancias regulares, la Vía Dolorosa, que finaliza en la parte más alta del montículo rematada por una cruz y el Corazón de Jesús en una pequeña ermita.



Figura 3. Vista general del Vía Crucis de Bocairent. Valencia

³² El vía crucis que se conserva en el patio del convento de clausura de “El Miracle de Cocentaina” fechado en la segunda mitad del siglo XVIII, se encuentran rematados con cruces de reflejo metálico.



Figura 4. Casilicio de piedra sustituido en la actualidad por ladrillos. Vía Crucis de Bocairent. Valencia



Figura 5. Panel del Vía Crucis de Chelva. Valencia

Estas capillas se distinguen por tener, habitualmente, una base de planta rectangular de unos noventa centímetros sobre el que se apoya el cuerpo central, dividido en ocasiones por un elemento modulado o línea de ladrillos, el cual da cabida a la hornacina o hueco que presenta en su interior el panel cerámico y que suele tener una reja metálica con función de protección³³. La coronación de la capilla se realiza por medio de una cubierta piramidal, triangular. La altura más común en estas construcciones oscila entre los 2,20 y 2,70 centímetros, aunque algunas puedan alcanzar los 3,10 centímetros. En cuanto a los materiales, pueden ser de mampostería, ladrillos y enfoscados, o de sillares y elementos tallados de piedra caliza. El remate superior suele ser de tejas vidriadas en azul.³⁴

Algunas capillas presentan en su base un medallón o cartela reproduciendo textos alusivos al sufragio y edificación del Vía Crucis. A veces se indica el año que se destruyó y el de la reconstrucción, la fecha y el constructor, epígrafes del sufragio indicando el número de la estación, versos o personas que pagaron los paneles, etc.

Las cerámicas que representan el Vía Crucis casi siempre emplean el formato de dos por dos piezas, si bien no faltan las de dos por tres, las de dos por dos más un cuarto. Algunos paneles tienen la parte de arriba en forma curva a modo de arco rebajado y algunos pintados en placa única.

³³ Estas rejas pueden observarse en los diferentes casilicios de Bocairent, Cullera y Sot de Ferrer entre otros. Hoy en la actualidad los paneles pueden ir protegidos con una placa de resina transparente como en el Vía Crucis de Coentaina.

³⁴ 20 dibujos capillas de sillares, elementos de piedra, capillas de mampostería, ladrillo y elementos a molde. SEGURA MARTÍ, José M^a, *Catalogo de paneles cerámicos devocionales de L'Alcoià-El Comtat*. Opus cit., pp. 234-235.

3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS AZULEJOS DEVOCIONALES

3.1. Manufactura del azulejo

En primer lugar, la selección de la materia prima para la elaboración de los azulejos valencianos se confeccionaba a partir de distintas arcillas aprovechando el barro de Manises y de los pueblos limítrofes. De igual modo se utilizaban otras tierras secas mezcladas en proporción, bien trituradas pasando el resultado por tamices, colocando la arcilla en polvo en depósitos o balsas³⁵ al aire libre. Posteriormente se le añadía agua hasta conseguir una mezcla homogénea y líquida³⁶. La arcilla después circulaba a otro depósito denominado balsa de sedimentación, donde se iba decantando durante unos tres meses, endureciéndose al mismo tiempo que se eliminaba el agua de la parte superior. Este proceso es indispensable en la formación de cualquier arcilla, pues se selecciona un polvo perfecto desechando las piedras y arenas gruesas.

Cuando se extraía el barro de las balsas, si no se encontraba en condiciones de ser trabajado aún, se iba pegando sobre una pared preparada de yeso. Cubierto toda esta de barro, se producía un rayado con una hoz en cuadrículas que aceleraba el secado. Posteriormente se le daba la vuelta para que perdiese el agua por ambas partes.

³⁵ MORENO ROYO, José M^a, "Manises, retazos de su historia I". Op. Cit., pp. 135-152. En algunos libros escritos en valenciano, podremos encontrar que llaman a la balsa o depósito "balsot o colador", "graelles" a los bastidores de madera, "sequer" al secadero, "morber" a la mesa resistente para golpear el barro, "estampadors" obreros provistos de palas o "amauraores", "escalda" como primera cocción y "ahornado" a enfornar las piezas en el horno.

³⁶ Esta operación denominada batido que antaño se efectuaba con los pies, hoy en día se produce por medio de agitadoras con hélices.



Figura 6. Operario pegando el barro en la pared de yeso para que este pierda agua. A. C.S



Figura 7. Operario amasando el barro. Fabrica de "La Pilarica" de Vicente Montaner. 1965. A. C. S

Durante el siglo XVIII, la manufactura de los ladrillos se realizaba totalmente a mano³⁷. Se cogían unos bastidores de madera con mangos, y se colocaban encima de la mesa para rellenarlos de barro hasta confeccionar ocho o diez, sacándolos posteriormente y situándolos en posición horizontal al aire libre durante unas horas. A continuación los azulejos se disponían en series de diez, unos encima de otros y se transportaban al secadero colocándolos de canto en largas hileras hasta que estuvieran secos.

³⁷ MORENO ROYO, José M^a, "Manises, retazos de su historia I". Op. Cit., pp. 156-159. Se describe la fabricación de azulejos.



Figura 8. Bastidor de madera para realizar azulejos. Museo de Cerámica de Manises

Habitualmente con el fin de realizar un proceso mucho más refinado, se colocaban los azulejos sobre una mesa resistente, y obreros provistos de palas golpeaban los azulejos para eliminar el aire que aun pudiese quedar comprimido. Este quedaba deformado, así pues, con una plantilla de madera o metal con el perfil, de cómo debía quedar el azulejo, se colocaba encima cortando el barro sobrante, inclinándolo hacia dentro para dar al azulejo un bisel, con el fin de dar un asiento perfecto en el piso o zócalo.

En la actualidad el batido, el prensado y el moldeo de los azulejos, se efectúa mecánicamente, de esta manera, produciéndose un cambio considerable tanto en la manufactura, como en el resultado final. Se ha conseguido un proceso de manufactura más seguro a la hora de seleccionar la arcilla, y la elaboración mecánica impide en la mayoría de los casos que se pueda quedar aire en el interior de la pasta. De igual modo, al no efectuar el azulejo con molde de escayola, se está seguro de no tener restos de escayola en el barro que puedan provocar el estallido de la pasta debido a la diferencia de contracción entre ambas

El proceso de obtención de los azulejos empleados en los paneles devocionales, así como en los Vía Crucis, que componían los cuadros cerámicos, se basaba, principalmente, en la doble cocción del azulejo, es decir una en crudo y una posterior después de haber sido barnizado y decorado. Una vez cocida la obra pasaba seguidamente al equipo de barnizado que estos a su vez los transferían al personal de decoración y ornamentación que pintaban sobre el barniz³⁸.

Las fuentes documentales donde los ceramistas tomaban las escenas normalmente provenían de xilografías³⁹ y grabados. Los grabados, donde se encuentran presentes los santorales, misales, libros religiosos y estampas para la venta al público, siendo o creyéndose fueron fuente importante de modelos para los pintores ceramistas.

³⁸ El barniz utilizado en el siglo XVIII, era un barniz estannífero, mezcla de calcina, arena y sal común, así como una cantidad de sales sódicas o potásicas que hacían la función era de fundentes. Entre las dos cocciones de los azulejos se encontraba el delicado proceso de la decoración.

³⁹ PÉREZ GUILLÉN, Inocencio V, *la pintura Cerámica Valenciana del siglo XVIII. Barroco, rococó y academicismo clasicista*. Op. Cit., p. 158. Las xilografías, que eran estampas populares realizadas sobre madera. Estas podían ser simplificaciones de grabados mucho más complejos. En el siglo XVIII existió un fuerte arraigo editorial de estampaciones en Valencia.



Figura 9. R. Grafià. Santa T. de Jesús



Figura 10. Calle del Museo. Valencia

Otra fuente de inspiración venía del arte de la imaginería que era, y es, un símbolo más dentro de la devoción popular cristiana. Se caracterizan por ser figuras de talla de bulto redondo presentes en los templos de la comunidad. Debido a su influencia en los ritos cristianos, la imaginería llegó a ser modelo solicitado por los clientes para los paneles cerámicos que se encargaban.

Durante el siglo XVIII y posteriormente el XIX, la técnica de estampación de decoración de los azulejos cerámicos destaca por una decoración realizada a mano alzada y por la del estarcido. La primera dependía de la habilidad del pintor en la ejecución y el dominio perfecto de la técnica, se trabaja a escala distinta al original y sobre una textura que no permite la elaboración a la inversa o la rectificación. La segunda técnica consiste en calcar la imagen o escena elegida sobre un papel transparente y cuadrículado con el tamaño exacto de los azulejos y con el mismo número de cuadrículas. De igual modo se solía dibujar en un papel

la imagen y cuadricular sobre otro superponiendo las dos láminas. Una vez obtenido el dibujo se procedía a perforar la parte posterior con una aguja con mango siguiendo las líneas del dibujo, y perforando cada dos milímetros aproximadamente siempre por la parte de detrás. A continuación, con la ayuda de un saquito lleno con polvo de carbón (Figura 11 a) se espolvoreaba sobre el dibujo pasándolo sobre el papel y transfiriendo los puntos negros a la superficie cerámica (Figura 11 b).

El siguiente paso es el de decorar los azulejos. En la cerámica barnizada se trabaja con soluciones que se diluyen con agua y con elementos que al contacto con el calor se oxidan, tomando una coloración característica según predomine un elemento químico u otro. Los azulejos cerámicos del siglo XVIII exhiben unos trazos gruesos y colores puros, siendo principalmente amarillos, naranjas, azules, verdes, marrones y blancos. Es alrededor del año 1880, a principios del XIX, cuando esa pureza de los colores se ven modificadas con la introducción del color rosa.

Se repasaban los contornos de todo el dibujo con una tinta clara obtenida con el óxido de hierro, insistiendo en los detalles de las figuras humanas, rostros, manos, cabellos, contornos de ropajes, etc... y luego con gran destreza en las pincelada, se iban coloreando con tintas azules, verdes, morados, ocre, amarillos brillantes, claros y oscuros, modelando y redondeando las masas con el azul o el óxido de manganeso muy diluido en agua. Todo el contorno del dibujo se repasaba con óxido de manganeso muy oscuro, definiendo los motivos.

De igual modo se debe contemplar y admirar la agudeza y destreza del artista, con paletas previamente preparadas y cocidas con los colores empleados, pues los colores aplicados en crudo (Figura 11 c) y los colores obtenidos cocidos posteriormente varían en intensidad (Figura 11 d) y, de vez en cuando, se obtenían colores metalizados.

Una vez decorados los azulejos se sometían a una cocción por medio del encargado de enfornar u hornear a una cocción de fino. Los azulejos se colocaban con mucha pericia de pie sin tocarse entre ellos, dado que podrían quedar pegados al fundir. El ayudante colocaba encima unos churros de arcilla con un poco de alabastro en polvo, para que se pudiesen despegar con facilidad, colocando sobre ellos unas planchas de cerámica con forma trapezoidal⁴⁰, que servían para poder disponer sobre ella una nueva base de hiladas, y así sucesivamente. La cocción de fino duraba seis días. Actualmente, la cocción se realiza mediante gas o electricidad en vez de fajos de leña, con lo que la duración de la cocción es de un día, incluyendo la fase de enfriamiento.

⁴⁰ En valenciano, estas formas trapezoidales se podrán encontrar escritas con el nombre de “alcaldes o alcaldas”.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figuras 11. Proceso de realización de un panel cerámico. Cortesía de Juan Simón.



Figura 12. Operario con la máquina de limpiar azulejos después de ser barnizados. Al fondo una prensa antigua de fabricación de azulejos. 1960. Archivo Carlos Sanchis

Parte fundamental y característica en los paneles devocionales y, en menor medida en los paneles pertenecientes a los Vía Crucis, es el despiece⁴¹ o forma de partición de las piezas por tramos ortogonales de dichos paneles. Frecuentemente era la imagen la que se adaptaba al número de azulejos que

⁴¹ PÉREZ GUILLÉN, Inocencio V, *la pintura Cerámica Valenciana del siglo XVIII. Barroco, rococó y academicismo clasicista*. Op. Cit. p. 82.

formaban el panel, siendo este además realizado en función del marco arquitectónico donde iba a estar colocado. Esta predisposición no se verá alterada en toda la producción del siglo XVIII, apreciando solo pequeños matices:

1. El condicionamiento económico afecta al tamaño de la obra, y a la solución pictórica, pero no al despiece, pues no se producen azulejos con medidas especiales, que abaratarían el producto final. Los paneles de mayor envergadura son productos de la yuxtaposición de azulejos fabricados de forma seriada. La adición para adaptar a determinados espacios se realiza con la ayuda de bizcochas fragmentadas que son mitades o cuartos.

Los recortes en la parte superior en forma de arco de medio punto, son excepciones puesto que al ser realizados por encargo, debido a su forma triangular, encarecían la producción del mismo.

2. La elección primordial del despiece viene determinada por la adaptación a un espacio, ya sea hornacina, nicho, o la función de la ubicación en una fachada.

3. El formato y las proporciones en un boceto previo parece otro condicionante, pero es el dibujo el que se adecua a las dimensiones de los azulejos.

4. Una pauta respetada es que ningún rostro se debe partir por las líneas del despiece, ya sean horizontales o verticales. Cuando se realiza el boceto previo, esto se debe de tener en consideración cuando se realiza el dibujo eludiéndolas delicadamente.

3.2. Los paneles cuadrados

Esta composición predomina en las estaciones del Vía Crucis (2 x 2 azulejos), propiciados por el tamaño de los reducidos casalicios y de los nichos que los acogen. Así como, el hecho de formar series de catorce elementos, si se hiciera de otra manera se encarecería notablemente. También, el representar escenas

con un repertorio postural complejo, y no figuras estáticas, permiten más fácilmente la partición central.

Los paneles de 3x3 azulejos son más frecuentes, y la elección en estos casos aparece vinculada unas veces al dibujo y otras al espacio en el que han de ubicarse.

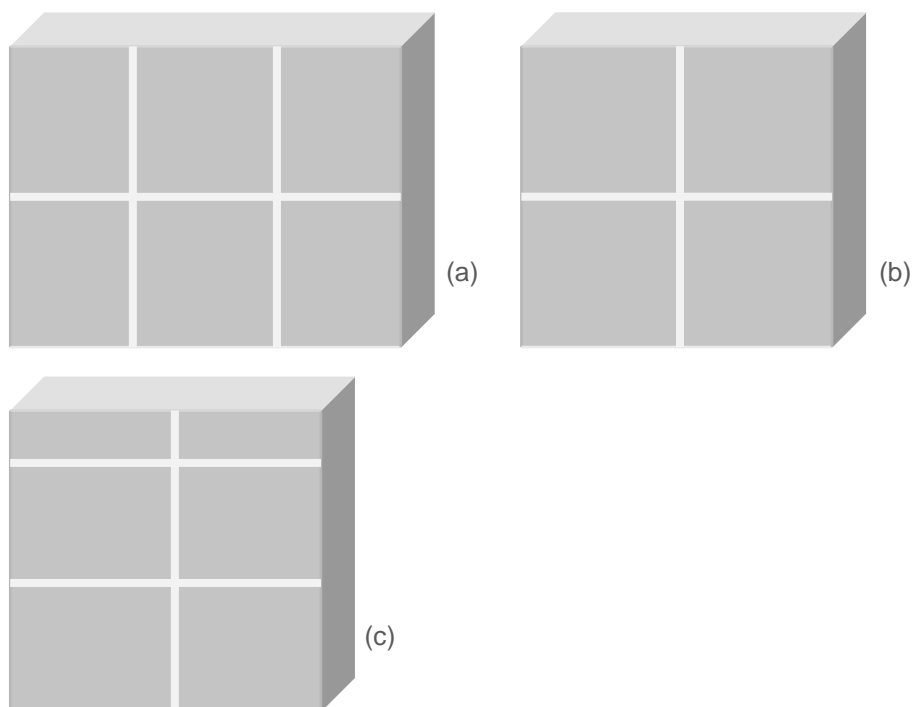
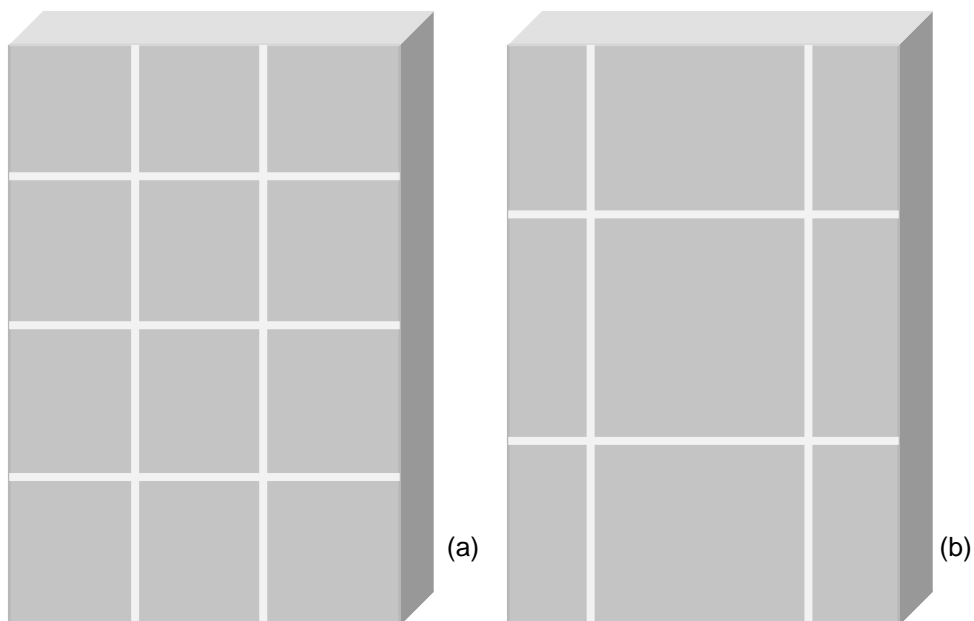


Figura 13. Despiece de los paneles de un Vía Crucis

Además de los paneles cuadrados, es habitual encontrar en la Comunidad Valenciana una disposición rectangular y vertical de los paneles, por medio de azulejos de 20 x 20 fabricados en empresas y prescindiendo de medidas fuera de lo normal por un encarecimiento del producto. Solo fuera de esa medida de azulejos de veinte por veinte, se producen paneles de 80 x 60, recortando los laterales en mitades o en cuartos.

La causa por la que se encuentra número impar en los azulejos es debida a que se evita que el rostro de las imágenes aparezcan partidas por las líneas del despiece.



Figuras 14. Despiece de los paneles devocionales



Figura 15. Artista terminando de pintar un cuadro cerámico religioso. 1965. A. C. S.

El marco arquitectónico donde se ubican este tipo de obras es otra peculiaridad relevante de los paneles cerámicos. En la zona de la Comunidad Valenciana y durante el siglo XVIII se encuentran los paneles cerámicos colocados en el muro con un borde simple mixtilíneo bordeando el panel. Ya en el siglo XIX se introducen marcos arquitectónicos que resaltan los paneles por medio de pilastras, frontones, templetos o bien tejadillos.

La colocación de los paneles en las fachadas de las viviendas suele responder a la necesidad de llegar a ellos para su mantenimiento. Por lo general son de fácil

acceso, pues en días de fiesta las repisas son adornadas con: floreros con flores, ganchos para colgar marcos, anillas laterales para velas, y brazos que sobresalían del panel para colgar faroles y luminarias.

4. PROCESOS DE MANUFACTURA

4.1. Fases de elaboración de la cerámica

Son prácticamente las mismas desde la invención del horno, alrededor del año 4000 a.C., incluso actualmente con las técnicas más modernas. La elaboración de la cerámica consta de una serie de etapas fijas para todos los tipos de producción: *preparación del barro o pasta, modelado, impermeabilizado, decoración y cochura.*

1. La *preparación del barro* es indispensable para su posterior modelado, pues es en este proceso donde se deben realizar una serie de modificaciones o correcciones de la forma en que se elabora el barro con el fin de que adquiera buena plasticidad y disipe sus impurezas.

2. *El modelado* se puede realizar por diferentes métodos, siendo la operación donde se le confiere forma a los objetos.

3. *El secado* es el proceso en el que la composición arcillosa pierde una gran cantidad de su contenido en agua, aportando a la pasta un aspecto compacto. Este secado se realiza directamente al aire, en un ambiente apropiado de temperatura, que debe ser constante y uniforme.

4. Con la *impermeabilización* se dota al objeto de las cualidades necesarias para contener líquidos si esa fuese su función.

5. *El decorado*, es una fase de transición entre el proceso anterior y el de cocción. Varía según las diferentes técnicas que permiten múltiples acabados estéticamente, y que tienen que ver con la conducta de barnices, colores y otros productos químicos.

6. Por último, la *cochura* o *cocción*, es la operación más compleja y delicada del proceso, ya que el buen desenlace del producto depende de la dosificación de la temperatura, de la velocidad y del comportamiento de los gases que se forman en la combustión. Tras el proceso de cocción se debe prestar especial atención al proceso de enfriamiento, pues éste se debe producir lentamente.

5. PARTICULARIDADES DE LA ARCILLA

5.1. Tipos de pasta

En la Antigüedad, toda creación de cerámica estaba supeditada a múltiples variables, lo cual podía causar resultados diversos, dentro incluso de una misma producción. Las pastas utilizadas para la creación eran arcillas naturales, y por lo tanto, la composición era variable. Dependía de la veta de donde se extraía. Los minerales empleados en cubiertas manifestaban impurezas que podían hacer cambiar color y textura. En virtud a estos condicionantes se pueden analizar piezas que proceden de la misma zona o mismo lugar. Conociendo el tipo de pasta encontrada se podrá situar una pieza dentro de un grupo arqueológico. El material básico en la realización de las pastas cerámicas es la arcilla, que es un silicato de aluminio hidratado. Se halla en la naturaleza y proviene de formaciones rocosas desintegradas por la acción natural a lo largo de los tiempos.

Estas rocas descompuestas pueden encontrarse cerca de la roca, denominadas arcillas primarias, o alejadas de su lugar de origen por la acción de los elementos, dando lugar a los yacimientos de la arcilla terciaria que son las que se utilizan en la producción cerámica.

Las arcillas son muy plásticas y presentan elevadas cantidades de óxido de hierro, responsable de su coloración, además es un gran fundente, por lo que se deben cocer a baja temperatura. De igual modo, las cerámicas de color gris contienen

grandes cantidades de cal. Las pastas cerámicas son una mezcla de arcillas, minerales terrosos y otros materiales, que son mezclados para lograr un propósito determinado en una cerámica.

Las exigencias a que son sometidas las arcillas hacen que sean necesarias las mezclas de varios materiales para conseguir unos resultados satisfactorios. Los requerimientos deseados pueden ser una plasticidad superior para la alfarería, una densidad completa para una temperatura de cocción concreta, unas texturas específicas, o bien, un determinado color.

En el acierto de estas mezclas aflora el conocimiento del artista con las propiedades físicas de las arcillas y las respuestas a cocciones, así como, las propiedades físicas y térmicas de otros componentes empleados en las pastas de arcilla.

La arcilla debe ser modificada según las necesidades del ceramista. Por este motivo será necesaria la adición de otros componentes, para la conformación de la arcilla deseada. Es decir, cambiar su color o textura, aumentar o disminuir su rugosidad granular. Pueden realizarse correcciones en la plasticidad, siendo más o menos plástica. De igual modo, cambios en la disminución de contracción o mejora del secado con las mínimas deformaciones. Así mismo, cambios para disminuir o aumentar la temperatura, variando a la baja o a la alza la densidad a una temperatura establecida, o cambios para favorecer una unión perfecta del vidriado.

En resumen, estos cambios de ajuste en las propiedades físicas para modificar la contracción y la plasticidad, vendrán dados añadiendo arcillas u otros materiales de mayor o menor plasticidad y con diferentes tamaños de partículas. El ajuste en los cambios de temperatura para un grado deseado de densificación se logrará con el aporte de arcillas o materiales de mayor fusibilidad.

Básicamente en la elaboración de la pasta cerámica se precisan elementos plásticos, desengrasantes y fundentes.

- Las arcillas que proporcionan plasticidad⁴², tienen la propiedad de adquirir y mantener cualquier forma que se le dé. Si se observa la arcilla al microscopio se advierten unas escamas más o menos desordenadas, que flotan entremezcladas con agua que las mantiene cohesionadas.

- Un inconveniente que puede presentar una arcilla es una plasticidad excesiva, a causa de los elementos grasos que posee. Esta arcilla al secarse, encoge excesivamente produciendo grietas. Una de las soluciones es mezclarla con algún elemento desengrasante⁴³. Los más habituales son cuarzo⁴⁴ y sus variedades, feldespatos⁴⁵, carbonatos, óxidos y en general todos aquellos materiales que previamente hayan sido calcinados. En este grupo se incluyen también la chamota, que como los anteriores, disminuyen la merma y procuran ese secado sin alabeos, deformaciones o grietas. Habitualmente, se ha utilizado como desengrasante el polvo obtenido de moler cascotes (objetos rotos), así como paja, cereales, etc. Los vegetales desaparecen en la cocción dejando la pasta más aireada y más porosa. Estos cascotes molidos, ya no encogerán más dado que están cocidos, por lo que estabilizan las pastas que los contienen y evitan los peligros anteriormente citados.

⁴²CARRASCOSA MOLINER, Begoña. *Iniciación a la Conservación y restauración de objetos cerámicos*. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2006.p. 17.

⁴³ Los desengrasantes podrán aparecer en algunos libros como materiales o elementos antiplásticos.

⁴⁴ HALL, James, *Diccionario de temas y símbolos*, Alianza Editorial S.A., Madrid, 1987. "El cuarzo SiO₂, se halla en numerosas formas en la naturaleza, generalmente en forma de prismas hexagonales, cristal de roca. Pero también se le encuentra en otras formas cristalinas. Se encuentra amorfo en la calcedonia, el pedernal y el jaspe. Dureza 7. Punto de fusión: 1713°. No es susceptible de exfoliación, porque cristaliza en el sistema trigonal.

⁴⁵ HALL, James, *Op. cit.* Los feldespatos corresponden a los silicatos de aluminio y de calcio, sodio o potasio, o mezclas de bases. El feldespato se funde a unos 1270°, pero debido a su contenido alcalino obra como vitrificante para los artículos que se cuecen a temperaturas superiores a 1150°. Con arcillas que se cuecen a temperaturas más bajas, el feldespato sólo obra como desengrasante.

Se hablará de materiales refractarios, cuando estos antiplásticos estén presentes de gran proporción. Cuanto menor sea el tamaño de la granulación de la arcilla, mayor será su plasticidad, pero de igual manera será mayor el encogimiento y la atracción al resquebrajamiento durante el secado.

- El cuerpo físico de la arcilla (silicato de alúmina hidratada), por la acción del fuego, disminuye o pierde, no solo el agua libre que hemos añadido para ablandarla, que se pierde mayoritariamente durante el secado, sino además el agua de constitución, transformándose en otro cuerpo con propiedades y características propiamente diversas al del cuerpo inicial.

Solo una vez cocido se puede hablar de soporte o cuerpo cerámico. La temperatura de cocción dependerá de cómo está constituida la pasta, y además hay que considerar que debe conseguirse con combustibles y hornos adecuados. Si la temperatura de vitrificación de una arcilla es muy alta, se le mezclará algún elemento fundente que rebaje este punto de fusión, para adecuarlo a las posibilidades del horno. Los fundentes más usados son carbonato cálcico, feldespatos, arcillas con alto contenido en hierro y muchos óxidos metálicos, que, además de ser colorantes, actúan como fundentes.

Una pasta proporcionada será aquella que sea plástica, no encoja excesivamente al secarse y cuyo punto de cocción pueda lograrse sin dificultad. Lo que antes se conseguía de forma empírica, hoy se obtiene la combinación exacta para conseguir una fórmula idónea.

Las pastas de arcilla deben diseñarse para una temperatura de cocción definida, obtener un color, textura, densidad y dureza específica, pero también proyectarse para unos métodos de configuración determinados.

Así pues, ya que la arcilla puede ser torneada, modelada, calibrada, prensada o bien vertida en forma líquida, deberá tener unas propiedades físicas específicas. Por lo tanto, una arcilla para alfarería deberá ser bastante plástica, pero para modelar o prensar tendrá que ser menos dúctil. De este modo, se tendrá la necesidad de hacer hincapié, en las propiedades adecuadas de la arcilla para cada uno de los procesos de manufactura.

Las arcillas según su composición y características particulares se pueden agrupar de la siguiente forma:

Tabla 1. Tipos de arcilla y temperatura de cocción

TIPOS DE ARCILLA	TEMPERATURA DE COCCIÓN (°C)
Tierras arcillosas	750-800 máximo
Arcillas comunes	900 y 1000
Arcillas para loza	950 hasta 1250
Gres, arcilla natural	1200 o mayor1400
Pastas blancas	950
Porcelana	1600

Las tierras arcillosas se encuentran junto a los ríos o en lugares húmedos. Contienen muchas impurezas siendo las responsables de su coloración y de su aspecto irregular. Las arcillas más primitivas fueron elaboradas con este tipo de pastas. Vitrifican a baja temperatura sobre unos 900° C por lo que se deben cocer a una temperatura inferior.

Las arcillas comunes parten de las arcillosas, aprendiendo los hombres a eliminar las impurezas por decantación y posteriormente añadiéndoles elementos que las hiciesen más idóneas. Estas arcillas son la más utilizadas en la alfarería común. Al cocerse a baja temperatura quedan porosas y necesitan un barniz posterior. Contienen carbonato cálcico y óxidos férricos responsables de su coloración.

Las arcillas para loza son las que por su decantación u otros procesos se les ha eliminado la mayoría de sus impurezas, siendo rectificadas para una mayor eficacia. Generalmente se recubren de un esmalte opaco que oculta el color de la

pasta y sobre el cual se decora el objeto. Si la pasta es de color muy blanco, puede ir simplemente recubierta de un barniz transparente.

Cuando la cantidad de elementos desengrasantes en una arcilla son elevados se le denomina arcillas refractarias o barro refractario. Sus características son un alto punto de vitrificación y una granulometría gruesa. La arcilla refractaria puede estar realizada a partir de cualquier tipo de arcilla con un 50% de chamota u otro desengrasante. El término refractario no indica un material en concreto, sino a una cualidad de cualquier tipo de arcilla. Por ello se pueden obtener refractarios de arcillas rojas, de gres, de caolín, etc, y de igual modo pueden ser naturales o compuestas.

La característica principal de una arcilla refractaria es su resistencia a los cambios bruscos de temperatura. Habitualmente se cuecen a 1200°C y vitrifica sobre los 1400°C a 1200°C se presenta una ausencia de porosidad y gran dureza.

La porcelana tiene en su composición básicamente caolín y el petunsé. Esta pasta es una pasta cerrada y nada porosa, al vitrificarse no necesita por tanto ningún tipo de cubierta que la haga impermeable. Es una arcilla de color blanco amarillento o ligeramente azulado que al cocerse adquiere un tono muy blanco como de pared translúcida. En contradicción presenta poca resistencia y es muy difícil de moldear o trabajar a torno, siendo necesario ser elaborada a molde. Su temperatura de vitrificación es elevada, sobre los 1600°C por este motivo se ha de mezclar algún tipo de fundente y así rebajar el punto de fusión a unos 1400°C.

5.2. Extracción, limpieza y rectificado de la arcilla

Generalmente la arcilla se extrae de yacimientos al aire libre o de pozos. Una vez extraída se lleva a los talleres, donde en eras se deja al aire libre para que los agentes atmosféricos actúen sobre sus componentes disgregándolos. Pasado un tiempo se muele y se mezcla con agua para darle consistencia de barro líquido. Este barro se vierte en un estanque poco profundo, para que las impurezas de mayor tamaño se depositen en el fondo. El barro sobrante pasa a otro estanque

donde se decantaran las impurezas medianas, pasando posteriormente a otro, y así sucesivamente. Estos estanques o balsas están dispuestos en forma escalonada, dejando evaporar el agua sobrante y dando a la arcilla la consistencia deseada, posteriormente es guardada en lugares húmedos para que acabe de madurar.

La arcilla se trocea y se muele, se amasa con agua, dando una consistencia idónea para cada tipo de trabajo. Hoy en día, esta técnica está ya en desuso, el ceramista compra el barro ya elaborado.



Figura 16. Balsas de barro de decantación. 1965. Archivo Carlos Sanchis

5.3. Pastas de arcilla: Elaboración específica para procedimientos concretos

Las pastas de arcilla no se deben elaborar solo pensando en temperaturas concretas que produzcan un color, una textura, un grado de densidad y una dureza específica, sino en función del uso en los distintos métodos de producción. La arcilla tiene que ser idónea para producir piezas mediante modelado, torneado, calibrado, prensado y colado en moldes. Cada una de las técnicas de elaboración condicionará las propiedades físicas que de ella se espera. Una arcilla para tornear tiene que ser muy plástica, mientras que para el prensado o el modelado tiene que ser menos plástica, con la desventaja que cuanto más plástica es una arcilla su nivel de contracción es mayor. La peculiaridad de una arcilla idónea para un tipo de proceso puede ser totalmente inadecuada para otro tipo de proceso, por ejemplo, una arcilla que es idónea para un proceso de colada con moldes de escayola, es inútil en procesos de torneado.

5.4. Arcilla para el torneado

Cuando se prepara una arcilla idónea para el torneado, la exigencia en torno a la plasticidad es extrema. Por otro lado, no debe tomar agua fácilmente mientras se trabaja con ella; debe aguantar y mantener su forma, incluso mientras se encuentre blanda o sus secciones sean delgadas.

Es posible poder tornear formas sencillas con una arcilla granulada y no plástica, pero para realizar el abanico de piezas torneadas se precisa de una arcilla densa, muy plástica y con un material rugoso que ayude a proporcionar un sustento a la arcilla mientras esté húmeda y blanda al final del torneado. Las arcillas de tornear exhiben una contracción alta y cierta tendencia a la deformación, en consecuencia, las piezas tienen que ser tratadas con cuidado durante el secado y la cocción.

Normalmente estas pastas idóneas para el torno se preparan con un bajo porcentaje en materiales no plásticos, como pueden ser los feldspatos y el pedernal. Una arcilla única que se halle en forma natural, puede ser buena para tornearse. Si las pastas naturales no se encuentran, se pueden combinar varias arcillas plásticas. La arcilla plástica de bola⁴⁶, se utiliza casi siempre para aumentar la plasticidad, sin embargo, cuando la proporción de arcilla plástica supera el 30% puede sufrir contracciones en el secado y la pasta volverse pegajosa.

Añadir fundente a una pasta para tornearse puede resultar problemático pues los fundentes en polvo no plásticos como el feldspato, talco o frita pueden disminuir la plasticidad.

La arcilla empleada en torno tiene que ser plástica y densa, pero con estas premisas, el tornero se enfrenta a una arcilla muy suave y de un grano muy fino que no soporta grandes formas. Es por este motivo, que para realizar formas grandes, es necesaria la adición a la arcilla de un mordiente. La chamota añadida a la arcilla da firmeza a las formas realizadas⁴⁷. Si la chamota fuera demasiado fina, disminuiría la plasticidad y haría que la arcilla se humedeciera demasiado rápidamente, por el contrario si la chamota es demasiado gruesa hace a la arcilla excesivamente abrasiva para poder ser trabajada en el torno.

En lugar de chamotas, se puede añadir una arcilla refractaria gruesa o una arcilla cuarzosa molida. En general se añade sobre un 8-10% de materia granular que ayudará a mejorar el comportamiento en las pastas de torneado. Si por el contrario

⁴⁶ La arcilla de bola, es una arcilla secundaria de grano fino muy plástica, aunque demasiado para ser utilizada sola. Al cocerla se consigue un color blanco o marfil; se utiliza normalmente, para vidriado, y es uno de los ingredientes en la porcelana, en el gres y en el engobe empleado en decoración.

⁴⁷ RHODES, Daniel, *Arcilla y Vidriado para el Ceramista*. Editorial Ceac. Barcelona 1990. p. 46. "la chamota que se ha calibrado para pasar el tamiz de 30 mallas y quedarse en el tamiz de 80 mallas, es la más adecuada para la arcilla de tornearse".

se añade más de un 10% la arcilla se humedecerá demasiado rápidamente durante el proceso de torneado y se volverá insuficientemente plástica.

De igual modo se puede añadir bentonita con el propósito de mejorar sus propiedades adecuadas para el torno. La bentonita tiene la capacidad de hincharse y convertirse como un gel al mojarse, es por este motivo que añadida en pequeñas cantidades a la arcilla, esta aumenta considerablemente su plasticidad, pero si se añade en una cantidad superior al 2% esta se haría excesivamente pegajosa y difícil de amasar, y a posteriori provocaría problemas en el secado.

En lugar de chamotas, se puede añadir una arcilla refractaria gruesa o una arcilla cuarzosa molida. En general se añade sobre un 8 o 10% de materia granular que ayudara a mejorar el comportamiento en las pastas de torneado. Si por el contrario se añade más de un 10% la arcilla se humedecerá demasiado rápidamente durante el proceso de torneado y se volverá insuficientemente plástica.

De igual modo a la arcilla se le puede añadir bentonita para mejorar sus propiedades aptas para el torno. La bentonita tiene la capacidad de hincharse y formarse como un gel al mojarse, es por este motivo que añadida en pequeñas cantidades a la arcilla aumenta considerablemente su plasticidad, pero si se le añade en una cantidad superior al 2% esta se haría excesivamente pegajosa y difícil de amasar, y a posteriori provocaría problemas en el secado.

5.5. Arcilla para colada

La producción de piezas mediante la técnica de colada requiere el uso de una arcilla con una suspensión fluida en agua, es decir, que se deslice fácilmente pero que no se asiente y se vaya al fondo de los moldes. La barbotina debe verterse con cuidado en los moldes de escayola dejando una superficie libre de grumos o rugosidades. Además, las piezas coladas no tienen que humedecer y empapar excesivamente el molde, deben soltarse por sí mismas de éste después de su secado, evitando una contracción excesiva.

Una mezcla de arcilla y agua no pasará de forma idónea en un molde de yeso. Se precisa una gran cantidad de agua para hacer que la arcilla fluya como una suspensión líquida. El inconveniente es que tiende a asentarse dejando el agua encima y un barro pesado en el fondo. El proceso de rebajar la cantidad de agua necesaria se denomina defloculación. Cuando se mezclan entre sí agua y arcilla para formar una barbotina se dice que está en situación floculante⁴⁸.

Con el fin de disminuir la cantidad de agua que se necesita en la confección de la arcilla, hay que dispersar las partículas de ésta rompiendo los flóculos, de manera que cada arcilla flote por sí misma. Para ello se añaden álcalis, tales como el silicato sódico o la ceniza de sosa, conocida como electrolito⁴⁹.

Para preparar una arcilla idónea para ser colada, se necesita una cantidad muy pequeña de electrolito o dispersante, alrededor de un 1% del peso de la arcilla. El silicato sódico es un vidrio soluble, compuesto de sosa y sílice que se obtiene por fusión de ambos formando un vidrio que posteriormente se disuelve en agua mediante calor y presión.

La ceniza de sosa o carbonato sódico anhidro, que también se utiliza corrientemente como defloculante, es un polvo cristalino fácilmente soluble en agua. Se puede pesar y luego disolver en el agua. Es corriente utilizar una combinación de cenizas de sosa y silicato sódico en partes iguales para dispersar la pasta.

La mayoría de las pastas para colada contienen del 35 al 50% de agua en relación al peso total de la arcilla. Si no se utiliza el defloculante este contenido de agua es escaso para hacer una arcilla plástica para modelar.

⁴⁸ Floculante, son los diminutos granos de arcilla que están agrupados entre sí en granos o flóculos, y cada grano de arcilla en lugar de flotar separadamente por sí mismo en el agua y fluir así fácilmente sobre y alrededor de las partículas vecinas, está reunido en un glóbulo de muchas partículas. Estos flóculos o grumos de arcilla requieren una buena cantidad de agua para mantenerse flotando.

⁴⁹ Este electrolito produce el efecto de carga eléctrica de algunas de las partículas de arcilla haciendo que estas se repelan unas con otras y floten de forma individual sin cogerse en grupos.

Algunas veces las piezas coladas se pueden adherir a los moldes produciendo deformaciones y agrietamientos. Este defecto puede estar causado por un exceso de agua en la pasta o por la combinación de elementos que hagan al barro demasiado plástico y pegajoso. También puede ser debido a que los moldes estén húmedos o contengan superficies con restos de jabón, grasa o materias extrañas. Los defloculantes⁵⁰ tienen un efecto corrosivo en los moldes de escayola, así que cuanto menor sea su cantidad presente mejor. El silicato sódico y la ceniza de sosa penetran en el molde a través de la solución en el agua de la arcilla de vertido y tienden a permanecer formando un velo sobre la superficie del molde cuando se seca.

5.6. Arcilla para modelar

Las arcillas idóneas para modelar requieren un grosor considerable, que seque rápidamente, y así evitar posteriores agrietamientos. Debe poder cocerse con seguridad, especialmente en las primeras etapas donde se produce la mayor pérdida de agua por parte de la arcilla. Una considerable cantidad de chamota (entre un 20 a un 30%), proporcionará las características necesarias a la arcilla para ser perfecta en su elaboración.

La granulometría de la chamota puede variar, desde una chamota basta a una muy suave, variando según el efecto o resultado deseado. La mezcla de arcillas muy plásticas con materiales gruesos, como puede ser la arcilla refractaria y la chamota, puede ofrecer un grado de plasticidad idóneo sin aumentar

⁵⁰ ROS FRIGOLA, M^a Dolors, *Cerámica artística*. Ediciones Parramón. Barcelona, 2005. "Elemento líquido, transparente, algo viscoso cuya composición varía según las diferentes formulaciones a base de silicatos y aditivos inorgánicos. Suele tener una densidad comprendida entre 1,25 y 1,55 Kg/litro en función de la formulación, (SiO₂) (Na₂O)+ aditivos inorgánicos. En cerámica se suele emplear como dispersante en la elaboración de las barbotinas. Su función es la de evitar el tener que añadir demasiada agua para formar la pasta glutinosa pero de estabilidad razonable y favorecer la pérdida de agua en el empleo de moldes. Mantienen separadas entre sí las partículas de arcilla y conserva dicho barro en estado fluido. Los defloculantes más usuales contienen silicatos de sodio o sosa.

impropiamente la contracción o hacer difícil el secado y la cocción. La adición de la bentonita en pequeños porcentajes entre un 2 ó 3%, es apta para una cohesión adicional y sustentación a la arcilla de modelar. Una arcilla de modelar demasiado suave y grasa puede ser muy difícil de trabajar, pero por el contrario, para conocer la arcilla que estamos empleando ayudará a sacarle todo el partido, ya sea en acabados como el bruñido o simplemente para dejar una superficie texturizada gracias a la chamota.

De igual modo a la hora de emplear arcillas para modelar, la adición de mezclas combustibles⁵¹, darán un abanico de resultados entre el estudio, la experiencia y la sorpresa. Estos combustibles se queman y se disipan durante la cocción, dejando texturas en superficie. Cuando la arcilla se encuentra en estado plástico, añadir estos materiales orgánicos pueden actuar como chamota, aportando rugosidad y facilitando el secado. En la cocción se produce la combustión completa de estos materiales agregados sin ningún tipo de dificultad, siempre que la cocción se haya realizado de forma normal. Las pastas ligeras se han encontrado útiles para piezas grandes y elementos arquitectónicos donde el peso es un factor importante.

5.7. Otras arcillas, otros condicionantes

Las pastas para prensar y calibrar en los tornos deben presentar una plasticidad media y secarse con una mínima contracción y deformación. Las piezas se dejan en el molde después de ser calibradas y la forma seca tiene que ir acoplándose por sí misma en el molde a medida, adaptándose a su nueva posición en este según se secan y se contraen a un tamaño menor. Una mezcla entre arcillas plásticas y los caolines menos plásticos por un lado, y arcillas para loza o barro cocido por otro, darán las propiedades deseadas en cada proceso o secado.

⁵¹ Estos combustibles pueden ser serrín, posos de café, huesos de frutos o similares. Estos al quemarse dejan concavidades en la superficie del barro o pequeñas salpicaduras. A menudo para hacer una pasta ligera se usa perlita, que es una arcilla volcánica.

Las pastas que han de ser prensadas a partir de arcillas plásticas pueden ser menos que para el calibrado. En el prensado la arcilla debe ser suficientemente blanda para fluir en la cavidad del molde mientras se encuentra bajo presión, estando la plasticidad y la resistencia relacionadas. La pasta prensada debe mantener su forma durante la manipulación posterior.

Las pastas cerámicas a prueba de hornos y llamas tienen la ventaja que ampara la utilizada en la alfarería. Los útiles de cocina tienen la ventaja de ser baratos y duraderos, así como de mantener el calor y guardar los alimentos calientes bastante tiempo. La cerámica como resultado en alfarería para su uso doméstico, es preparada de manera que no se agriete ni por el contacto directo con el fuego, ni por el frío al adaptarse a la temperatura ambiente. Estas piezas suelen ser, utensilios duraderos, pero que se vuelven vulnerables con una mala manipulación como puede ser el contacto directo con la llama o añadir agua fría bruscamente cuando aún esté caliente.

Los vidriados rara vez se acoplan sobre la pasta cocida, produciéndose un agrietamiento, penetrando los líquidos del alimento en el cuerpo de la cerámica. La mayoría de la loza vidriada con el vidriado acoplado es adecuada para usarse en el horno, deben tenerse en cuenta ciertos factores que aumentaran su durabilidad y la resistencia al choque térmico. Los factores para formular una pasta idónea es la escasa presencia de sílice y sí de alúmina, eliminando las arcillas que tienen mucha sílice libre y evitar añadir pedernal. La sílice libre tiene una dilatación alta reversible cuando se calienta y provoca roturas al calentar. Las tensiones internas pueden no aparecer hasta que la pieza sea introducida en el horno y extraída de él, es decir, puede sufrir grietas al ser calentada y enfriada.

La pasta se puede obtener añadiendo feldespatos que actúa como fundente y tiende a formar sílice libre. De igual modo el talco realiza la misma función y se suele añadir a pastas que van a ser usadas en horno. La temperatura de cocción suele ser alta, así de este modo, la sílice libre tiende a formar combinaciones con otros óxidos presentes.

Las piezas que se preparan para el horno no tienen que ser excesivamente delgadas, evitar ángulos vivos y deben de ser formas esféricas y compactas. La pasta no debe contener restos de hierro. Los vidriados tienen que aplicarse uniformemente en toda la superficie, por dentro y fuera, y no ser gruesos.

Las piezas, antes de la cocción, tienen una resistencia baja a la tracción. Las tensiones que acompañan al proceso del secado y que produce agrietamientos pueden ser disminuidas con la adición de materiales fibrosos a la arcilla.⁵²La utilización de la paja como refuerzo mezclada con la arcilla plástica fue conocida por el hombre prehistórico, esta adicción da una mayor resistencia en seco debida a la resistencia a la tracción de las fibras embebidas.

En la actualidad algunas pastas experimentales se encuentran mezcladas con fibras de vidrio, que proporcionan resistencia a la tracción.

La pasta que tiene las propiedades de un carácter denso, duro e impermeable se denomina loza. Su formulación es sencilla, pues su elevada temperatura de cocción hace necesario menos fundente. Una buena arcilla natural para la loza debe ser suficientemente plástica para poder ser torneada, cocerse a un color tostado, gris marrón claro y ser bastante densa.

La porcelana es una cerámica blanca vítrea translúcida, se obtiene combinando arcilla que cuece al blanco, con feldspatos y pedernal. La temperatura relativamente alta de cocción actúa sobre los fundentes en la arcilla traduciéndose en una pasta densa e impermeable, próxima al vidrio. Componer porcelana es sencillo, la principal dificultad estriba en que si se utilizan solo arcillas puras que cuecen al blanco, tales como caolín, las pastas se hacen poco plásticas. Se puede tomar como punto de partida la siguiente proporción: cinco partes de arcilla, tres partes de feldespato y dos de pedernal.

⁵² RHODES, Daniel, *Arcilla y Vidriado para el Ceramista*. Op. Cit. "La maliciosa orden del Faraón de Egipto privando a los israelitas de la paja para hacer sus ladrillos.(Éxodo, C.V)"

5.8. Densidad

En la producción de azulejos, para poder controlar y observar su calidad se mide la densidad aparente⁵³ con un densímetro. Se trata de unas varillas flotadoras huecas, con lastres en la parte inferior y graduadas en unidades de densidad. Existen densímetros para líquidos más densos y también para líquidos menos densos que el agua, cuanto menor es la densidad de un líquido, tanto más se hunde en él el densímetro. La densidad es inversamente proporcional a la contracción de cocción, así que con los valores de la densidad de un azulejo se puede predecir de manera exacta su comportamiento dimensional del bizcochado. Las pruebas con mayor exactitud son las efectuadas con la técnica de verificación de la densidad aparente de piezas mediante el método de inmersión en Mercurio.

5.9. Métodos de compactación

El método más difundido para medir la compactación del prensado en producción era el efectuado con el penetrómetro. Consiste en medir la penetración de una aguja cargada. Aunque este sistema no es un método demasiado fiable, aún se continúa utilizando en algunos países.

En el seno del grupo de investigadores del ITC⁵⁴, se puso a punto y posteriormente se introdujo en el ámbito cerámico, el viejo método de Arquímedes de determinación del volumen de los cuerpos, mediante su inmersión en fluidos y posterior medición del empuje. Como medio de inmersión, se eligió el mercurio en estado líquido a temperatura ambiente, por sus conocidas características ideales, que permiten la determinación de la densidad aparente, con una gran exactitud y con un procedimiento muy sencillo.

⁵³ AMORÓS, J.L.; BOIX, J.; LLORENS, D.; MALLOL, G.; FUENTES, I.; FELIU, C; "Non-destructive measurement of bulk density distribution in large-sized ceramic tiles". Journal of the European Ceramic Society, Volume 30, issue 14, October 2010, pp. 2927-2936.

⁵⁴ ITC. Instituto Tecnológico de Cerámica.

En la actualidad existen máquinas automáticas de control de compactación que trabajan con este principio de inmersión en mercurio, sin que los técnicos analistas tengan que entrar en contacto directo con el mercurio ni con sus vapores tóxicos.

5.10. Porosidad o absorción de agua de la arcilla

La porosidad de las arcillas varía según el tipo de arcilla. Esta propiedad dependerá del tamaño del grano, si la arcilla tiene un volumen de grano grande, la porosidad será mayor que la arcilla con un grosor de grano menor. Esta propiedad viene determinada en el momento de moldear y compactar la mezcla, ya que las arcillas con granos pequeños quedan más unidas, no permitiendo que se acumule tanta agua y en el momento de cocer la pieza no tenga cavidades provocadas por la evaporación del agua.

La porosidad en las pastas se produce al evaporarse el agua, bien al secarse o al quemarse la materia orgánica en algunas de las fases de la cocción, dejando huecos. Se considera la porosidad como el volumen de interespacios que se tiene en la pasta cerámica. Como consecuencia de esta pérdida se produce una contracción lineal o de volumen.

Las pastas cerámicas de baja temperatura (900-1050°C) son bastante porosas en contraposición a las de alta temperatura, pues su poro se encuentra totalmente cerrado y tienen muy poca capacidad de absorción. En pastas cocidas es usual añadir algún fundente a la mezcla para conseguir más vitrificación (menor porosidad).

La porosidad de una pasta se puede determinar de forma sencilla. Se prepara una probeta de barro y se bizcocha a temperatura de madurez, a continuación se pesa. Después se deposita en un recipiente con agua a temperatura ambiente por un periodo de tiempo de 12 horas, o bien en agua hirviendo durante 2 horas. La probeta se extrae del agua y se deja escurrir, y seguidamente se pesa. Si las probetas preparadas estuvieran barnizadas, se debería de eliminar mecánicamente el barniz antes de ser sometidas a la absorción de agua.

El nivel de absorción de esa probeta se podrá entonces calcular con la siguiente expresión matemática:

$$\frac{\text{Peso húmedo} - \text{Peso en seco}}{\text{Peso en seco}} \times 100 = \text{Peso de absorción}$$

Por ejemplo, si el peso de una pasta bizcochada seca fuese 150 g, y de la misma pasta húmeda fuese 155 g, el tanto por ciento de absorción de la pasta sería del 3,33 % de absorción.

5.11. Porosidad total

Mientras la absorción de agua proporciona información sobre los poros que comunican entre sí y con la superficie, la porosidad total se halla determinando el peso específico⁵⁵ de la probeta y el de la misma pero pulverizada. En este caso si R es el peso del material sólido y d el del pulverizado, específicamente, el porcentaje de porosidad total es:

$$p = \left(1 - \frac{R}{d} \right) \cdot 100$$

5.12. Higroscopicidad de la arcilla seca

La arcilla seca, al pasar al aire húmedo, tiene la propiedad de absorber de nuevo el agua de la atmósfera. Para medir la higroscopicidad, se introduce la arcilla en un secador, con una solución de ácido sulfúrico, al 10% en el vacío, y se pesa posteriormente (peso p). Después se seca a 110°, y se pesa de nuevo (peso a),

⁵⁵ HALD, Peter, *Técnica de la Cerámica.*, Op. Cit. pp. 122-124. El peso específico es el peso en gramos de un centímetro cúbico de materia. Para determinar el peso específico, se puede emplear el picnómetro, y para determinar el peso específico de los líquidos, se puede utilizar el aerómetro.

ambos pesos en gramos, y la diferencia entre $p-a$ indica el contenido de agua, siendo la higroscopicidad:

$$\text{Higroscopicidad} = \frac{P - a}{a} \cdot 100$$

6. PROCESO DE SECADO

La arcilla es un material poco útil hasta que no se somete a la fase de cocción y se vuelve duradera. La naturaleza es caprichosa, pues vuelve el material más dúctil, maleable y plástico, en resistente y eterno hasta ciertos límites. Gracias a esa dureza y perdurabilidad, han podido llegar a nuestros días piezas de gran carácter historiográfico, es por medio de esas pequeñas vasijas o pequeños enseres como hemos podido conocer parte de nuestra historia y evolución.

Cuando la arcilla seca se humedece, absorbe gran cantidad de agua. Cada partícula individual de arcilla conserva agua y se forma entre ellas una película. Para hacerse sobradamente plástica para el modelado, una arcilla necesitará unas 35 partes de agua por cada 100 partes de arcilla. Es decir, una masa plástica es aproximadamente 1/3 parte de agua.

El secado se suele producir a velocidad controlada debido a la humedad de la atmósfera, humedad relativa (HR). Cuando esta humedad es del 100% no secará nunca, pero si dicha humedad en el aire es menor al 100%, el agua contenida en la arcilla la abandonará en forma de vapor. Cuando la superficie de la masa esta ligeramente seca, el agua contenida en ella sale al exterior por atracción capilar. Si la masa arcillosa es gruesa, su secado será uniforme.

El secado de la arcilla y la contracción son dos procesos totalmente paralelos. Al mismo tiempo que la película de agua entre las partículas se evapora, estas se acercan más entre sí cerrando el espacio que ocupaba el agua. Por lo tanto, la contracción de la masa puede ser entendida como el acercamiento de las

partículas unas a otras. La cuantía de contracción de secado dependerá del número de partículas y de la abundancia de agua que las separa. Así, las arcillas con un tamaño de partículas finas se contraerán más por la existencia de más oquedades llenas de agua que se cierran. Mientras que las arcillas con partículas mayores se contraerán menos.

Se puede decir, que la contracción y el secado siempre están ligados y relacionados con la estructura del grano de la pasta, así como de la plasticidad. Cuando la arcilla plástica se seca contrae alrededor de un 5%, aunque algunas muy plásticas pueden contraerse hasta un 8%.

Cuando el agua ha evaporado totalmente y todas las partículas de arcilla están en contacto, la contracción del secado ha llegado a su fin. Es en ese momento, cuando la arcilla ha llegado al punto denominado dureza de cuero⁵⁶, en donde las partículas de arcilla en sí mismas, pueden estar húmedas y el secado aún no estar completo. La contracción también depende de la orientación de las partículas colocadas en pequeñas placas, dado que estas tienden a situarse por sí mismas formando ángulos rectos con la fuerza aplicada a la arcilla.

El secado lento y uniforme evitará el alabeo, agrietamiento o deformación de los objetos. Si una parte seca más rápidamente que otra, la contracción desigual entre las dos partes causará un curvado o agrietamiento.

El secado se ve favorecido por la presencia en la arcilla de partículas no plásticas. Estas partículas tienden a adsorber menos cantidad de agua que la propia arcilla y por ello seca más fácilmente. De igual modo, las partículas no plásticas proporcionan poros abiertos o canales a través de los cuales la humedad escapa hacia la superficie. Estas arcillas con un gran porcentaje de partículas no arcillosas

⁵⁶ WARSHAW, Josie, *La gran enciclopedia de la cerámica. Equipo, técnicas y proyectos*. Grupo editorial EDIPRESSE. Barcelona 1999. Término con el que se denomina al estado intermedio de arcilla, entre húmeda y seca, con una consistencia similar y color al del cuero del calzado. En ese estado se puede manipular pues soporta su propio peso y está lo suficientemente blando como para poder ser doblada o manipulada.

se denominan bastas o abiertas⁵⁷. Con esta finalidad se utiliza la chamota; se trata de un barro cocido y molido a un tamaño de partícula de diferentes granulometrías, que se añaden a la pasta. Tal material, habiendo ya secado y cocido, no sufre contracción posterior y esta adición disminuye la contracción total. Una arcilla seca contendrá más o menos agua libre en función del ambiente que la rodee. Es por este motivo, que el secado se completa definitivamente en el horno. Cuando la temperatura del horno alcanza el punto de ebullición del agua, toda el agua no combinada de la arcilla se evapora y la arcilla se encuentra en ese momento, totalmente seca.

La propiedad de resistencia en seco está directamente relacionada con el tamaño de las partículas y con la plasticidad. Cuando más plástica sea una arcilla, más resistencia desarrollará en estado seco. Para facilitar un secado rápido y positivo se emplean a menudo secaderos de humedad. Las piezas de barro húmedas se calientan a casi 100°C en un recinto cerrado que se mantiene con una humedad relativa cercana al 100%. Posteriormente la humedad se reduce gradualmente y las piezas de arcilla, calientes en toda su masa, se secan rápidamente.

Otra variante a los secaderos de humedad es la práctica de la cocción húmeda. Las obras húmedas, incluso algunas recién terminadas (tomadas del torno), se colocan dentro del horno. Los quemadores se ponen en marcha con el registro parcialmente cerrado, para evitar un tiro excesivo a través del horno. La temperatura sube rápidamente, pero la humedad se eleva y esto evita que se rompan por la formación del vapor. Cuando se alcanza una temperatura aproximada a los 100°C el secado se produce muy velozmente y la cocción puede iniciar un ciclo normal.

⁵⁷ Este tipo de pasta es utilizado para la realización de piezas con un grosor considerable o de paredes gruesas. Además de la chamota otros materiales que también disminuyen la contracción y promueven el secado rápido son el cuarzo y el feldespato. Cuando se necesita una arcilla muy plástica para el torneado, los materiales no plásticos deben existir lo menos posible.

7. CARACTERISTICAS DEL VIDRIADO

El vidriado además de ser una técnica decorativa que dota a la superficie de textura y color, se trata de un procedimiento que el ceramista utiliza también por otras razones. Una de la más importante es que un buen vidriado proporciona a la cerámica de un recubrimiento higiénico e impermeable.

Básicamente, un vidriado es un vidrio fundido sobre la superficie de la arcilla, obtenido a partir de un cierto número de minerales. Como regla general todos los vidriados, en todas las temperaturas de cocción, necesitan de tres ingredientes esenciales: sílice, fundente y alúmina⁵⁸. Diferentes tierras naturales pueden dar color al vidriado.

La composición de distintos minerales cristalinos aplicados sobre la superficie cerámica al fundirse durante la cocción, se adhieren al cuerpo cerámico, y posteriormente en el enfriamiento, forma sobre el objeto cerámico lo que se denomina capa vítrea. La distinta mezcla de minerales en diversas proporciones determinará su composición y dará lugar, a cubiertas brillantes, mates, transparentes, opacas, incoloras, coloreadas, etc...

Por lo general, se denomina barniz a las cubiertas transparentes (coloreadas o incoloras, brillantes o mates) y se llama esmalte a las cubiertas opacas que pueden ser blancas o coloreadas y de aspecto mate o brillante.

Se puede decir que hasta hace cien años, los temas relacionados con esmaltes y barnices, eran empíricos, es decir, era un arte que se transmitía por tradición. Los vidriados presentan propiedades únicas como medios de embellecimiento de las superficies y durabilidad. El amplio abanico de vidriados, desde los de baja temperatura a los de alta temperatura, permiten una paleta de colores ilimitada. Hoy en día se puede controlar la transparencia y la opacidad, la reflectancia y la matidez, también puede transformarse y manipularse la mezcla de colores, las

⁵⁸ ROTHENBERG, Polly, *Manual de cerámica artística*. Ediciones Omega S.A. Barcelona 1976. El óxido de aluminio resistente a temperaturas y opacifica los barnices, disminuyendo su punto de fusión. Es primordial para pastas de porcelana y piezas cocidas a temperatura de fuego blanco. Los cuerpos cerámicos contienen entre un 10 y un 40%. p. 148.

texturas y su grado de fluidez. Es posible la superposición de capas y crear una confusión óptica del color. Como consecuencia al increíble número de variables en los vidriados, estos se vuelven increíblemente distintos en color y textura, siendo utilizados a lo largo de la historia con infinitos fines estéticos.

El barniz es un cristal fundido y vitrificado directamente sobre la pieza cerámica. El sílice que vitrifica a 1600°C se debe de mezclar con un fundente para disminuir la temperatura y adecuarla a la resistencia de la arcilla. Los fundentes pueden ser alcalinos o plúmbeos⁵⁹, y los barnices obtenidos por consiguiente, serán barnices alcalinos o plumbíferos, dependiendo de su fundente. Los más utilizados han sido los de plomo: sulfuro de galena en el caso de baja temperatura (800°C) y el minio (900, 950°C).

Los vidriados en cerámica son parecidos a otros tipos de vidrio. Se trata de una sustancia no cristalina de mayor o menor transparencia y translucidez, que se forma por enfriamiento de una fusión de materiales térreos. Es importante considerar el fenómeno de la fusión y su tendencia a cristalizar.

Aunque los vidriados en cerámica son verdaderos vidrios, su composición debe ajustarse para poder adherirse a los soportes cerámicos. Además deben tener una elevada densidad y ser viscosos mientras se encuentran fundidos, de manera que mantengan su posición sobre la superficie y no se escurran durante la cocción. Dicha viscosidad se logra añadiendo una mínima proporción de alúmina a la mezcla.

Los vidriados son básicamente sílice y otros materiales añadidos para que logren fundir a una determinada temperatura. La preparación de un vidriado implica una óptima selección de materiales, su dosificación, argamasa, su aplicación y cocción adecuada para conseguir un resultado satisfactorio.

⁵⁹ Los alcalinos son a base de sodio, potasio, magnesio o calcio, y los plúmbeos a base de óxidos de plomo.

7.1. Transparencia, opacidad, brillo y mate

Algunos vidriados son transparentes dejando entrever a través de la capa del vidriado la pasta de la arcilla. Otros son opacos y tienen el efecto de un vidriado oscuro ocultando lo que se encuentra bajo él.

La transparencia puede considerarse como el estado normal de los vidriados, es decir, la de un vidriado cocido hasta su maduración en la que todos sus óxidos en la mezcla alcanzan su fusión completa, obteniéndose un resultado claro y transparente.

La opacidad viene determinada por varios factores, como es la detención de la cocción a medias, sin dejar que se alcance de forma completa y natural, permaneciendo parte del material flotando en él. Otra causa, pueden ser las burbujas que permanecen en el vidriado, o el desarrollo de cristales al enfriarse. Los vidriados que son opacos como resultado de la infracocción, opalescencia, refracción, desvitrificación o desequilibrio de los óxidos se pueden aclarar si la cocción se lleva a un grado suficiente de calentamiento. No obstante, el material preferido para opacificar un vidriado es el óxido de estaño⁶⁰.

Las superficies de los vidriados pueden ser más o menos brillantes, reflectantes o relucientes. Un vidriado apagado se dice que es mate, y uno fundido completamente es propenso a tener una superficie brillante y reluciente. Un barniz fundido produce una superficie lisa, higiénica y no produce hendiduras u orificios.

7.2. Color en los vidriados

Los vidriados sobre cerámica deben ser impermeables y pueden abarcar una amplia gama de colores. Este color puede ser debido al propio color de la pasta o ser coloreados mediante óxidos metálicos disueltos en ellos. Algunos óxidos metálicos tales como el óxido de hierro, óxido de cobre, óxido de manganeso y

⁶⁰ El descubrimiento de su uso en los vidriados que se realizó en Oriente próximo hace 1000 años, representa un gran avance en la cerámica haciendo posible vidriados blancos.

óxido de cobalto son fácilmente solubles en el vidriado, produciendo un color característico. El color de cualquier cuerpo transparente es el resultado de la absorción selectiva de ciertas longitudes de onda o bandas de color de la luz blanca. El color que observamos en el vidriado es el de la banda de color o combinación de bandas de color menos absorbido. El color resultante por un óxido metálico no suele coincidir con el óxido en sí.

7.3. Combinación entre la pasta y el vidriado

El soporte donde debe asentarse un vidriado suele ser siempre una arcilla cruda o cocida, sobre la que se adhiere antes o después de ser cocida, con la que debe tener una conexión perfecta. El resultado del vidriado dependerá de su aplicación en estado crudo, pero también del estado del soporte, y de que las propiedades del vidriado se encuentren fuertemente ligadas por los procesos que tienen lugar entre el vidriado y la pasta desde su aplicación, pasando por la cocción y su posterior enfriamiento.

7.4. Aplicación del vidriado

La preparación de un vidriado no conlleva ningún tipo de dificultad o problema, sin embargo, es en la aplicación del vidriado sobre el soporte cerámico poroso donde radica algún posible tipo de alteración, dado que el soporte retendrá con mayor o menor rapidez la humedad que dicho vidriado posea. Este hecho dependerá del nivel de absorción y porosidad, quedando los componentes más sólidos en la superficie. El agua de preparación penetra en los poros capilares y expulsa el aire contenido en ellos, haciéndolo llegar a la superficie. La aplicación de un vidriado sobre una pasta de poro cerrado, es decir, demasiado compacta y que no absorbe el agua, provocará que la capa adherida sea demasiado delgada, (en el caso de

cubiertas transparentes es suficiente), entonces habría de elaborarse un vidriado con mayor cantidad de sólidos⁶¹ aunque esto dificulta su aplicación posterior.

Cuanto más rápido pase el agua del vidriado a la pasta porosa, mayor será la capa adherida por vertido o inmersión. En función de las materias primas utilizadas para confeccionar el vidriado, el desprendimiento del agua será a una velocidad u otra.

Los vidriados se preparan mezclándolos con agua. Estos deben estar mezclados perfectamente para alcanzar su función. La mezcla puede llevarse a cabo en molinos de bolas⁶² que constan de un recipiente cerrado giratorio, lleno hasta un tercio de guijarros redondeados de pedernal, la pulverización se realiza durante media hora a una velocidad constante. En el recipiente se pone el vidriado seco y suficiente agua. El vidriado seco se puede tamizar varias veces en un tamiz de 30 mallas.

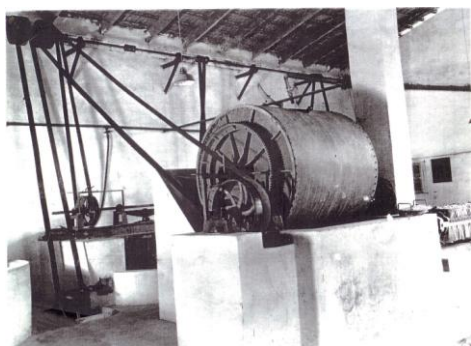


Figura 17. Bombo de preparación del barniz. Fábrica de "La Hispania". 1959. A.C.S.



Figura 18. Bombo de laboratorio. Taller A. Mora

⁶¹ Se pueden utilizar sustancias hidrosolubles con aglomerantes orgánicos (adhesivos) para aplicación sobre soportes no absorbentes. Estos se aplican sobre la pasta cruda húmeda de dureza de cuero o bien sobre la pasta ya cocida.

⁶² Los molinos de bolas son cilindros horizontales. Los molinos de laboratorio de 1 a 5 litros, pueden girar convenientemente a 95-70 revoluciones. El material con granos de 5 a 40 mm, se muele mejor en molinos de bolas grandes (1,6-2,5 m de diámetro).

⁶² Algunas gomas tales como el alginato sódico ayudan a mantener el vidriado en suspensión.

Muchos vidriados contienen ingredientes pesados que se decantan rápidamente, para evitarlo se suele añadir un flotador. A menudo se añaden gomas para hacer que sequen correctamente y no se pulverice o estropee en el horno. Algunas de las gomas que se utilizan habitualmente son la arábica o de tragacanto, que se presentan en forma sólida y se disuelven en alcohol desnaturalizado, mezclándose posteriormente con agua y quedando lista para su uso. Habría que señalar que todas las gomas o adhesivos orgánicos adicionados se queman durante la cocción y no tienen ningún tipo de efecto sobre el vidriado acabado.

La aplicación del vidriado y del barniz puede realizarse por medio de varios procesos como es: inmersión, vertido o pulverizado, aunque en algunas piezas como puedan ser los azulejos, se pueden combinar varios.

Las piezas barnizadas o vidriadas por inmersión se preparan de forma rápida, obteniéndose una capa uniforme. Las piezas son sumergidas completamente en el barniz, esta operación se debe de realizar en unos segundos, pues la permanencia en exceso podría hacer que absorbiera en exceso y produjese una capa demasiado gruesa.

El pulverizado se realiza con una pistola que funciona con aire comprimido. Los barnices y vidriados deben de estar tamizados para no obstruir la pistola. Esta técnica produce un resultado óptimo, pero se desperdicia gran parte del barniz que no se adhiere a la pieza.



Figura 19. Operario difuminando el vidriado a una pieza. 1965. Archivo Carlos Sanchis

7.5. Secado y calentamiento

Durante el secado debe desaparecer toda el agua contenida en los poros del barro bizcochado y del vidriado, de este modo al calentarse, se impedirá que se desprenda vapor de agua de estos poros frenando un nexo perfecto y adherente de la capa del vidriado. Por otro lado, no se originará una repentina presión de vapor en el interior de la pasta que fue absorbida al ser barnizada, provocando su rotura. La velocidad de evaporación depende de la humedad relativa del ambiente, así como del grosor de la pasta, de la forma de los poros y de su tamaño.

Las pastas bizcochadas secan más rápidamente que las pastas crudas tras la aplicación del vidriado ya que su estructura capilar está mejor desarrollada. Un

secado lento y cuidadoso tras la aplicación del vidriado evita posibles fallos, pues el agua que se evapora en la superficie de la pasta vidriada, origina una depresión en los poros capilares que tiene un efecto de succión hacia la superficie externa arrastrando hacia el exterior el agua contenida. Si por el contrario se seca demasiado deprisa tienen lugar irregularidades.

Al calentar las pastas vidriadas, el aporte de calor hace que las estructuras originarias del retículo cristalino de los componentes de la pasta cerámica y las materias primas del vidriado se transformen, liberándose algunos gases que pueden atravesar la capa de vidriado mientras ésta sea porosa y no haya fundido. Si la capa del vidriado ya es más o menos fluida, forma una envoltura, generándose burbujas en su seno. Las pastas bizcochadas a 900-1000°C pueden desprender sustancias gaseosas a temperaturas más elevadas, mientras que las pastas vidriadas en crudo pueden liberar los gases durante todo el proceso de cocción, siempre que tengan la composición adecuada. La descomposición del retículo cristalino, con liberación de los componentes gaseosos, tiene lugar a unas temperaturas determinadas que depende de factores como son la manera de producir el calentamiento, la construcción del horno, así como la clase de pastas a cocer.

7.6. Durante la fusión del vidriado

Una mezcla de vidriado presenta un amplio intervalo de fusión y viscosidad. La fusión y fluidez de la mezcla de materias primas dependerá y variará según su comportamiento durante la fusión, así como de la temperatura de fusión de sus componentes.

La capa de vidriado porosa fundirá en primer lugar en su superficie, debido al aporte de calor desde fuera, y formará una capa derretida cerrada. Ello hace que la atmósfera del horno quede enclaustrada en los poros y se halle en la masa fundida en forma de burbujas. Los gases se expanden al continuar calentándose y tratan de pasar a la superficie del vidriado atravesando la masa fundida. En los

vidriados altamente viscosos, con una elevada tensión superficial, las burbujas que suben dejan tras de sí canalillos tubulares y agujeros en forma de picaduras.

Durante el enfriamiento se forma la estructura definitiva de la capa de vidriado y de la pasta cerámica hasta el margen térmico entre 500 y 700°C. Por debajo de esta temperatura el vidriado y fase vítrea son sólidos. La pasta y el vidriado disminuyen su volumen de forma continua o en intervalos debido a la disminución de la temperatura hasta alcanzar la temperatura ambiente.,

8. ÓXIDOS COLORANTES EMPLEADOS

Los óxidos metálicos, dióxidos y carbonatos constituyen la paleta básica de los pigmentos que se usan en cerámica. Los óxidos se utilizan en todas las fases del proceso de la cerámica: añadiéndose a la pasta de barro, con ellos se colorean engobes, se aplican tras el bizcochado, se usan para decorar sobre y bajo cubierta y se crean fórmulas para mezclar los colores de los esmaltes. El color se verá afectado por otros componentes del esmalte, la temperatura de cocción y la atmósfera del horno. Así mismo, la intensidad del óxido depende del material sobre el que se aplica y de la forma en la que está usado.

Los óxidos deberán ser molidos muy finos cuando se utilizan en esmaltes para que el color quede distribuido de forma uniforme.

Los ceramistas realizan infinidad de mezclas partiendo de los cinco óxidos tradicionalmente empleados: óxido de cobre, óxido de manganeso, óxido de cobalto, óxido de antimonio y óxido de hierro, mezclados entre ellos en la paleta o por superposición en el azulejo, logrando tantas tonalidades como la propia destreza e imaginación les permita. La mano del ceramista creará una amplia gama desde las aguadas casi transparentes, a tonos fuertes, brillantes, perfilados por la línea oscura del manganeso. Así, sin embargo, ante una paleta con pocos colores, se llegaron a crear ricos tonos con la mezcla de unos con otros.

En el XVIII, los artistas realizaron infinidad de mezclas con dos, tres y cuatro pinceladas aguadas, con distintos óxidos, consiguiendo ocres amarillentos, ocres verdosos, ocres violáceos, y así con toda la gama de color. Esta gama se utilizó en todas las manufacturas y fabricas de Europa, indagando y logrando muy distintas fórmulas con los distintos óxidos.

De igual modo, las respuestas que da un óxido en cuanto al color resultante, vendrá supeditada a veces, por el esmalte sobre el que se emplea:

. Con esmaltes alcalinos, que contienen en su composición cuarzo y un porcentaje de alúmina, se caracterizan por su dureza y transparencia, solándose cuartear.

. Los esmaltes plúmbicos, de silicato de plomo, muy fundentes y de alto brillo, pueden resultar tóxicos⁶³ si se formulan mal o se cuecen a menor temperatura. Se combinan bien con los óxidos colorantes y disminuyen el coeficiente de dilatación.

Así mismo, el resultado obtenido dependerá de la atmósfera de cocción: la reducción de la atmósfera por ejemplo produce sorprendentes cambios del óxido de cobre al dar tonos rojizos.

8.1. Óxido de hierro

Es quizás el más importante de los óxidos colorantes. La tierra en su conjunto contiene un porcentaje muy elevado de hierro. Todas las arcillas cuando son cocidas adquieren un color bastante oscuro a consecuencia de la presencia de óxido de hierro o pequeñas cantidades de este como impureza. El óxido de hierro

⁶³ Se debe de tener en cuenta, la toxicidad de algunos compuestos como el cobre que no debe añadirse a los esmaltes de uso alimenticio, ya que no cumplen los requisitos de la liberación de metales de baja temperatura. Estos esmaltes se deben de reservar para carácter decorativo.

proviene de un mineral llamado cólcotar, o bien, de hierro oxidado por distintos medios⁶⁴.

El óxido de hierro disuelto en los vidriados produce una amplia variedad de colores. El hierro se añade a los vidriados en forma de óxido férrico (óxido de hierro (III)). Se debe tener precaución pues una cantidad excesiva de este óxido en un vidriado tiende a cristalizar durante el enfriamiento.

Los óxidos de hierro dan en cocción oxidante una amplia gama de amarillo miel, marrones rojizos, negros y amarillos, mientras que azules y verdes en cocción reductora. Además se mezcla con óxido de antimonio para aclararlo y darle más fuerza. En todas las carnaciones barrocas se usa el color naranja consiguiendo volumen y dando a las fracciones ese patetismo propio del Barroco.

8.2. Óxido de cobre

Este óxido ha sido utilizado desde la antigüedad para producir vidriados azules y verdes. Es altamente soluble en los vidriados y es un fuerte fundente, y su incremento puede generar un vidriado más fluido y brillante en su superficie. El óxido de cobre bien molido, si se aplica sobre un barniz alcalino, consigue colores verdes fríos y turquesas, pero si se aplica sobre un barniz plumbífero, se consiguen tonos de verdes oscuros a un verde botella cálido.

También se mezcla fácilmente con otros óxidos, dando verdes luminosos, si se mezcla con antimonio y verde grisáceos si se mezcla con manganeso. De igual modo, se logran distintos verdes con el cobalto y antimonio, ampliando la gama.

La adición de un 1% dará un ligero tinte de color a la mayoría de los vidriados, del 2 al 3% un tono fuerte, pero más de un 5% dará una superficie oscura, metálica de color verde o negro.

⁶⁴ “Una fórmula de Alcora”: 11/2 libras de antimonio, 9 onzas de litargirio, azarcón 9 onzas, y 8 onzas de hierro quemado. Se cocerá tres veces. Fórmula extraída de la obra del Conde de Casal: *la cerámica de Alcora*, pp. 187 - 202.

El óxido de cobre se debe utilizar adecuadamente, pues volatiliza y se expande fuera de la pincelada dada, pasando sobre el perfilado de manganeso y manchando el barniz del fondo, dejando un velo verdoso sobre el blanco.

8.3. Óxido de cobalto

El óxido de cobalto es el más estable y confiable colorante para vidriados. Da un tono azul aproximado para casi todos los tipos de vidriados y bajo diferentes condiciones de cocción. Las formas frecuentemente aplicadas son el carbonato de cobalto, un polvo púrpura claro (CoCO_3) o el óxido de cobalto negro (CoO). Este óxido es el más potente de los óxidos colorantes en fuerza de tintado. Un 0,25% en un vidriado es suficiente para darle un azul medio, un 1,2% da un azul fuerte y un 1% da ordinariamente un azul oscuro y cantidades superiores a un 1% produce un negro azulado.

El color resultante en los vidriados es fuerte y uniforme, aunque puede variar su tonalidad con la adición de otros óxidos⁶⁵. Además del óxido de cobalto, los colores se consiguen con zafre, fundente y la mezcla de otros óxidos.

De igual modo, otras formas de obtener azules, pueden ser con aguadas de óxido de manganeso abajo y pinceladas de azul encima, dando un color cálido pero no llegará a violeta.

⁶⁵ La manganeta es un mineral de manganeso, compuesto en su mayor parte de bióxido de manganeso.

⁶⁵ Véase dos fórmulas de Alcora reseñadas en la obra del Conde de Casal "La cerámica de Alcora" pp. 187-220.

Para lograr un morado: Zafre 2 onzas, 23/4 onzas de esmalte, 3 onzas de manganeta, y 5 onzas de estaño. Para obtener un violeta: Zafre 3 onzas, esmalte 5 onzas y manganeta 11/4 onzas. Se debe de cocer y moler.

Dando pinceladas muy aguadas, da azules claros. Mezclado con naranja da un tono utilizado para sombras drapeadas. Añadiendo fundente, con el óxido de cobalto, se puede lograr desde el color más claro hasta el azul más oscuro. Esta mezcla es buena para temperaturas bajas y altas.

8.4. Óxido de manganeso

El óxido de manganeso y el bióxido de manganeso proporcionan a los vidriados un color púrpura o marrón. La fuente habitual es el carbonato de manganeso ($MnCO_3$). Este óxido en comparación con el cobalto o el cobre, es un óxido endeble en tinción y debe utilizarse de un 2 a un 3% para los colores. Se ha utilizado mezclándolo con el óxido de cobalto para los violetas y morados. Con pincelada suave y aguada se consiguen tonalidades claras, y aplicado denso y más puro, da unos tonos oscuros casi negros. En el siglo XVII y XVIII con el óxido de manganeso se produjeron tonalidades múltiples y variadas. En ropajes y hábitos oscuros, en temas florales y rocallas se hicieron grandes cantidades de mezclas frías y cálidas con líneas radiales de oscuro a claro, perfectamente ejecutadas. Pintaban amarillos con pincelada aguada con óxido de manganeso encima consiguiendo transparencias muy suaves. Con infinidad de pinceladas más o menos aguadas lograban ocres amarillentos, ocres verdosos, ocres violáceos, etc. La destreza de los ceramistas les permitió dar las pinceladas y la mezcla sobre el barniz del azulejo directamente, en vez de mezclar en la paleta, creando transparencias en toda la gama.

8.5. Óxido de antimonio

Este óxido se emplea para obtener colores amarillentos de recubrimiento. Se utiliza para potenciar el color conocido como amarillo de Nápoles. Se recomienda

emplear el compuesto de antimonio⁶⁶ y vanadio en proporciones del 10 al 20% en el primero y del 2 al 10% en el segundo.

Los amarillos eran utilizados desde una aguada que producía un efecto suave, hasta la más radiante luz. En las fábricas valencianas se usaba el amarillo casi siempre debajo del color naranja, unas veces como corte del plano y otras se funde suavemente con una gradación de claro y oscuro.

Se utilizó en drapeados, hábitos y zonas blancas junto al naranja en las carnaciones. En la transición del Renacimiento al Barroco se utilizó solo los tonos azules y amarillos, hasta llegar a la explosión colorista barroca.

Tabla 2. Modificaciones en la coloración de las mezclas

ÓXIDOS	%	COLOR RESULTANTE
Óxido de hierro	2 a 6	Marrón
Óxido de cobalto	0,5 a 3	Azul
Óxido de cobre	1 a 4	Verde
Pentóxido de vanadio	8 a 11	Amarillo
Óxido de hierro	3	Negro
Cobalto	2	
Óxido de manganeso	3	

⁶⁶ Fórmula empleada en Urbino, Italia para obtener amarillos: Plomo 7 libras, antimonio 5 libras y limaduras de hierro 3 libras. Amarillo usado en Francia: protóxido de hierro 10 unidades, y cubierta 100 unidades.

8.6. Colores lustrosos

El lustre es una forma de decoración sobre vidriado en la que se genera una película metálica sobre la superficie del mismo. Se trata de un objeto ya cocido, aplicando un color de lustre y calentándolo a baja temperatura 600-750°C en atmósfera reductora, formándose un espejo metálico irisado en la superficie. El resultado es un esmalte y de entre todos los colorantes cerámicos, el de resultado más brillante.

Existen dos ejemplos: en uno el lustre⁶⁷ se logra mediante una cocción oxidante con la ayuda de agentes reductores; en el otro se utiliza la cocción reductora (véase el capítulo de La loza dorada o cerámica de reflejo metálico).

Los lustres fueron utilizados con eficacia por los ceramistas persas en la Edad Media. La técnica fue el medio cerámico perfecto para una cultura que había desarrollado una tradición decorativa fuerte y rica. Los lustres pueden producir superficies relucientes, fuertemente reflectivas, con el color apareciendo como factor cambiante.

Los lustres producidos en oxidación se aplican al vidriado en forma de sales metálicas combinadas con resinatos más un medio oleoso. El resinato sódico se prepara hirviendo juntos lejía y resina, combinados posteriormente con una sal metálica en forma de cloruro o nitrato.

⁶⁷ CHAVARRIA, Joaquim, *Aula de cerámica. Esmaltes*. Ediciones Parramón, Barcelona, 2000. Los colores lustrosos más importantes se obtienen empleando sales disueltas de cobre, hierro, manganeso, cobalto, plomo y especialmente bismuto. Un lustre de bismuto se forma mejor derritiendo 30 gramos de resina, añadiendo gradualmente 10 gramos de nitrato básico de bismuto. La mezcla puede disolverse parcialmente en un aceite volátil como el rosmarín, y el lustre puede emplearse en estado puro o mezclado con oro o con los lustres antes mencionados. El efecto se produce al aplicar soluciones inorgánicas metálicas o barnices que contienen sales metálicas de cobre y plata sobre la superficie vítrea sometiendo a la pieza a una tercera cocción en atmósfera oxidante. Se pueden obtener decoraciones muy brillantes con efectos iridiscentes sobre las superficies lisas. Existen lustres de oro, plata y bronce. Los ceramistas árabes utilizaron para la obtención de lustres el alumbre de vinagre, cinabrio, óxido de hierro y el sulfuro de plata.

El lustre se pinta o se pulveriza sobre la superficie vidriada, o con tampón en impresión directa. Utilizados con soluciones de marmolado, se obtienen lustres craquelados, se cuecen a baja temperatura, recibiendo la denominación decoración de tercer fuego. El carbón formado por el resinato y el aceite reduce el metal el cual se deposita en una película fina sobre el vidriado. Este tipo de lustre puede adquirirse en comercios especializados listos para usarse. Los lustres son de color marrón oscuro y pegajoso. El color es fingido ya que el verdadero lustre aparece después de la cocción. Los de metales preciosos, como el oro, la plata, el platino, el bronce y el nácar son los de uso común, aunque azules y rojos, también se pueden encontrar con facilidad⁶⁸.

Los lustres deben ser aplicados sobre una superficie libre de polvo o humedad, cualquier alteración sobre la superficie, impediría una óptima adhesión y esta película que forma los lustres se vería alterada de forma irregular.



Figura 20. Distintos óxidos empleados en la decoración de los azulejos, así como los lustres de 10 quilates

⁶⁸ En general se pueden obtener efectos de lustres, si se le añaden sales metálicas al barniz o al esmalte, como por ejemplo nitrato de cobre (oro rojo), nitrato de plata (dorado) nitrato de níquel o sulfato de cobalto (reflejos azules) sulfato de manganeso (reflejo castaño), aunque cabría pensar si forma parte del método de reflejo metálico y no de los lustres.

9. TÉCNICAS DE EJECUCIÓN

Las técnicas de manufactura son los procesos mediante los cuales el ceramista dota de formas ilimitadas a las piezas cerámicas. La manera de hacerlo dependerá de las herramientas usadas durante el proceso, pudiendo ser realizado a mano, con torno o con la ayuda de moldes. A parte de estas técnicas existen otras como son el torneado en moldes, las prensas para macetas o el torno mecánico de alfarero, entre otras. Aunque dentro del abanico de técnicas de manufactura, solo se citaran aquellas que se adecuan a las más básicas, aunque no por ello, menos indispensables.

Sobre los tres procesos de elaboración seleccionados, el método elegido dependerá de factores como el tamaño, la forma deseada, el uso del objeto, el número de reproducciones a efectuar o la similitud entre las copias. Los factores dependerán de la experiencia, las posibilidades o las limitaciones de cada procedimiento al plantear y desarrollar el proyecto. La arcilla y todos los componentes indispensables, bajo el dominio de un artesano, y con los conocimientos previos que la disciplina, el aprendizaje y el bagaje confieren, pueden crear infinidad de obras con las técnicas a su alcance hábiles de ser combinadas.

9.1. Modelado

El modelado es un proceso aditivo, es decir, las formas se preparan directamente sobre un material blando y maleable como en este caso la arcilla. La cerámica manual es el procedimiento más primitivo en la elaboración de una pieza de barro, esta técnica era usada en época neolítica, y en ella únicamente se requiere de las manos del propio artesano. Dentro de esta técnica tan rudimentaria se observan variantes, que se han ido modificando con la adición de procesos nuevos. El golpeteo en la palma de la mano con una piedra, aplanando y reduciendo a una plancha con el grosor deseado, y levantando posteriormente los bordes. El modelado a cordón, formando un espesor proporcional al objeto a modelar,

enrollando en espiral y superponiendo los diferentes anillos. Por último, el proceso de golpear ligeramente el exterior con una piedra lisa, mientras se sujeta con la otra mano el interior, dando forma a objetos compactos y homogéneos en todas sus caras.

Esta técnica se realizaba colocando el barro sobre una piedra plana y girando alrededor de ella, posteriormente, será él el que haga girar el disco de terracota o un objeto plano y ligero, con forma curva que era apoyado en tierra. Esta acción rotatoria que el artista efectuaba con pequeños empujones con la mano, sería el preámbulo a la técnica del torno.

La disertación de estas técnicas ha reconducido a la creación de obras de arte únicas, ya que es en este punto, donde la imaginación del autor en la confección de las piezas abarca su máximo esplendor. Solo cabe observar dentro de las artes religiosas efectuadas en cerámica, las pilas benditeras, seguramente son las piezas que más adornos modelados presentan.

Estas se reducen a una placa de variadas formas, con motivos pintados o en relieve y una pequeña pila o pocillo para el agua, generalmente circular, incorporada en su pie. Posteriormente a dicha placa se superponen figuras de santos y adorantes, cestitas con paloma, pájaros, columnas, custodias, y flores y cualquier otro elemento al que se pueda dar un significado religioso, todo ello hecho a mano. Aquí el dicho valenciano de “quant més sucre més dolç” se aplica en toda su extensión, y no hay más límite para la concepción del ceramista que es el que marca la superficie de la pieza.

9.2. Modelado a torno

El descubrimiento del torno representó un gran avance técnico, permitiendo al ceramista valer mejor la energía transmitida a la arcilla mediante la fuerza de rotación.

Will Durant, así como otros arqueólogos sitúan el origen del torno en un puerto de la antigua Susa (hoy Shushan), la más importante de las ciudades de Elam. Hacia el año 4500 a.C., los elamitas conquistaron Sumeria y llevaron allí sus técnicas.

La mayor riqueza de Mesopotamia era la tierra, una vez seca, adquiría una consistencia y dureza peculiares. Todo esto contribuyó al desarrollo del torno en esta región. A través de estudios realizados en piezas antiguas, mediante las huellas de los dedos, se llegó a la conclusión de que el torno se utilizó en Mesopotamia desde el 3500 a.C., en Egipto desde el 2750 a.C. y en Sumeria el año 2300 a. C. Los egipcios creían que el dios Khum era el inventor del torno⁶⁹.

Las pesadas ruedas eran de piedra o madera y giraban al insertar un palo en un agujero en la parte superior. En algunas zonas del Mediterráneo las personas que ayudaban daban vueltas a la rueda sirviéndose de cuerdas o tumbados en el suelo girándolos con la ayuda de los pies. El torno evolucionó hasta convertirse en un sistema cómodo y fácil de manejar permitiendo al alfarero sentarse y no trabajar en cuclillas. Actualmente se puede observar un torno convencional un poco en desuso que gira con el pie, o el torno eléctrico, controlable que permite realizar grandes piezas, acelerar y desacelerar la rueda con el simple contacto de un pedal de pie o manivela.

El torno consiste básicamente en una plataforma que da vueltas suavemente. Este movimiento puede ser producido por la tracción del propio ceramista o bien por métodos eléctricos. El ceramista una vez centrada la pieza de barro en el torno, hace girar con fuerza centrífuga sacando de la plataforma central la arcilla irregular. Este movimiento equilibrado y constante proveerá a la arcilla de un movimiento totalmente regular.

Cuando la oscilación del barro es regular, los dedos del ceramista perforan el interior del barro abriendo con el pulgar y sacándolos hacia fuera creando un

⁶⁹ La primera imagen que encontramos de un torno alfarero, la descubrimos en un papiro egipcio en el que aparece el dios Khum modelando el cuerpo humano y su alma.

cilindro perfecto. La presión de los dedos en el exterior y en el interior serán los que delimiten la forma que a continuación se creará, solo controlando dicha opresión podremos realizar las paredes más finas o más gruesas. Las manos del alfarero son las que controlan y guían a la arcilla en su proceso creador.

En el torno se pueden crear infinidad de contornos y los acabados exteriores, siendo las texturas producidas por las herramientas, o bien una superficie lisa con el solo empleo de una esponja húmeda.

Una vez acabada la pieza, este material tan dúctil y maleable, es cortado con un fino hilo que produce un corte sutil y necesario para que la pieza sea retirada del torno.

Los utensilios del alfarero son primitivos, herrillos de torneado, tablas afiladas, medias cañas y planchas de goma. Hoy en día los tornos son con velocidad regulable por un pedal que facilita la tarea en la realización de piezas.



Figura 21. Alfarero realizando una pieza al aire

9.3. Modelado a molde o por colada

Mediante un molde permite confeccionar objetos en serie, con la ventaja de una mayor rapidez en su ejecución y una uniformidad en los resultados. Este proceso está pensado para la elaboración de piezas en serie y de forma industrial, aunque este proceso es totalmente contrario al artesano, solo de este modo, se amortiza el tiempo empleado obteniendo un número elevado de piezas.

El material básico para el desarrollo de esta técnica son los moldes de escayola. Con este procedimiento se pueden obtener piezas realizadas por apretón o por colada.

La técnica de apretón consiste en colocar una plancha de barro sobre las paredes cóncavas del molde ejerciendo una presión para adaptar la arcilla a la forma interior del molde. En el segundo caso el barro líquido se vierte en el interior del molde. El molde al ser poroso y en contacto con el barro se forma una capa uniforme que pierde el agua posteriormente y crea una pared en el interior. El barro líquido contiene un 40-45% de agua.

Para realizar copias se deben de elegir arcillas muy plásticas, o bien, arcilla en estado líquido. Esta debe ser fluida y sin grumos o haber sido tamizada previamente.

Habitualmente los moldes se elaborarán con el vaciado de una pieza modelada. Estos moldes tendrán las piezas que la forma considere, en cuanto mayor sea la dificultad, mayor será la cantidad de piezas del molde.

Parte importante en la realización de obra por colada, es la ejecución correcta del proceso. Al verter la barbotina en el molde, en el punto donde choca tocando el yeso se forma una mancha. Esta mancha se debe a que el yeso aprisiona las partículas más finas de la barbotina, dejando pasar los granos más gruesos. Surge por lo tanto una mancha grasa, que, después de la cocción se vuelve muy dura,

absorbiendo mal el barniz posterior. Para impedir esto, se suele manchar el fondo del molde con un pincel impregnado de barbotina, así de este modo, se pinta el lugar donde tocará el vertido.

10. DISTINTOS HORNOS, DIFERENTES COCCIONES

El fuego en la cocción es clave, por su acción la arcilla blanda se vuelve dura y perdurable. Gracias a la acción que produce el fuego sobre la pasta han llegado a nuestros días los vestigios que nos delatan un tiempo y lugar concreto a lo largo de la historia. Prender y controlar el calor para que este se adhiera a las piezas ha sido practicado sin ningún tipo de ayuda como principio conocido. Desde la hoguera primitiva, a los hornos modernos de hoy en día, se ha producido un largo perfeccionamiento que ha marcado cada etapa por la experimentación, el estudio y los errores provocando en el ceramista momentos de fracaso y desaliento pero también momentos de éxito. La cocción es un procedimiento de extremada delicadeza y gran importancia, pues es la parte en que aflora el éxito o el fracaso final. Una vez que la pieza sale del horno se convierte en un cuerpo cerámico estable y duradero, es entonces cuando la amalgama de componentes y condicionantes expuestos con anterioridad dan su fruto, de esta forma es como el arte menos conocido ha podido llegar a nosotros. Incluso hoy en día, mediante métodos de análisis que miden la disminución de ciertos elementos radiactivos en su estructura, se ha demostrado que muchos fragmentos de cerámica presentan una antigüedad de hasta 30.000 años.

La cerámica primitiva fue cocida en hogueras abiertas y pozos poco profundos donde contenían el fuego. Los hornos incluso los más elementales son de desarrollo reciente. Una vez que el hombre aprendió a controlar el fuego y a saber darle utilidades se dio cuenta que el suelo bajo el fuego se endurecía y se comprimía por el calor. Esas costras donde los fuegos eran colocados se han considerado como una evidencia de una zona afincada y esos parches de tierra cocida han persistido durante décadas. En la observación del endurecimiento del

suelo bajo el fuego a la acción deliberada de colocar un objeto de arcilla en el fuego para cocerlo solo hay un paso. Los recipientes de arcilla haciéndose duraderos, parcialmente resistentes al agua, así como una barrera para los insectos, se convirtió en un instrumento básico para la vida del hombre.

La cerámica se perfeccionó y desarrolló en diferentes épocas en el pasado y en zonas muy separadas, pareciendo que las técnicas fueron reinventadas incontables veces. Las necesidades tienden a desarrollarse en la matriz cultural más que a propagarse, pudiéndose encontrar semejanzas en distintas culturas, en diferentes hemisferios, siendo el contacto entre estas culturas escasas.

El proceso de cocción a fuego abierto puede parecer hoy en día, como un proceso rudimentario, pero este método tan básico utilizaba como metodología en la cocción, la colocación de las vasijas en tierra y hacer un fuego alrededor de ellas⁷⁰. La cocción a fuego abierto se lleva a cabo también en un pozo de 35 a 50 centímetros de profundidad, siendo más eficaz que sobre hoguera, pues el cubículo mantiene el calor por la barrera aislante y hace posible aumentar la temperatura. El pozo proporciona también un mejor control sobre el avance del calor y la atmósfera, así como un enfriamiento más lento, factor importante para evitar los agrietamientos que es posible que se produzcan si la pasta al rojo se enfría de forma rápida. La tierra escavada se puede amontonar alrededor. A veces se coloca en el fondo una capa de leña y se coloca la cerámica sobre esta capa de combustible. Las piezas se apilan con la boca hacia abajo y dejando el mínimo espacio entre ellas. La madera utilizada debe ser menuda o ramas pequeñas y secas que permitan una cocción rápida.

⁷⁰ Este sistema de cocción se continúa utilizando en la actualidad en lugares de África, con la diferencia que colocan las piezas sobre el fuego. El calor seca la arcilla por encima del punto de ebullición, reduciendo el peligro de estallido. Una vez seca se incrementa el fuego hasta que son rodeadas por llamas y finalmente por brasas aumentando la temperatura del conjunto por encima del rojo. Para finalizar se alimenta el fuego con ramitas que queman rápidamente. Esta cocción puede durar solo una hora.

⁷⁰ Técnica utilizada en pueblos en Nuevo México.

Como alternativas y para evitar un contacto directo del combustible con las piezas se han empleado piedras de areniscas que mantienen la carga más abierta y aumentando la uniformidad en la cocción. La atmosfera es controlable fácilmente. Si se desea una oxidación y piezas rojas el fuego se debe dejar apagar de forma natural. El fuego atrae aire para una combustión completa y deja poco carbón en los poros de la arcilla. Para cerámica negra la reducción se logra amontonando combustible sobre el fuego y arrojándolo con hojas o incluso con estiércol, de esta forma el combustible no quemado carboniza la arcilla y durante el enfriamiento se evita la oxidación del hierro. Una aplicación irregular dará cerámica negra y roja al mismo tiempo.

Este tipo de cocción produce calentamientos rápidos y a menudo irregulares, así de este modo, la pasta empleada debe tener una estructura bastante porosa para permitir el escape del vapor. Por este motivo se añaden desengrasantes a la arcilla, mica o fibras vegetales.

Variante a esta técnica empleada además en la actualidad, es la técnica de cocción con serrín donde la atmósfera es reductora, siendo todas las piezas de color negro. Todo el cubículo se rellena con serrín envolviendo las piezas y se prende fuego colocando una tapa en la parte superior. El serrín quema lentamente y hacia abajo llevando la temperatura a rojo. La temperatura es limitada y no supera los 700°C.

Se dice que la historia del horno es la evolución en un largo periodo de tiempo, que pasa de un agujero en la tierra, hacia una estructura fija que contiene el calor, no siendo una invención sino el resultado de una serie de pequeños perfeccionamientos.

El siguiente paso fue progresar el pozo elevando muros para contener el fuego, facilitando la acumulación alrededor de las piezas repartiendo el calor y elevando la temperatura, disminuía el enfriamiento y evitaba el agrietamiento.

A continuación el horno de carga permitió que el calor pasase a través y hacia arriba. Se abrieron aberturas en el muro y durante la cocción se alimentaba el fuego en la parte inferior permitiendo que el calor subiera a través de la carga.

En Europa y la zona Mediterránea, no se hizo ningún perfeccionamiento fundamental en el horno desde la antigüedad hasta tiempos bastantes recientes. Hasta inicios de la revolución industrial en el siglo XVIII, los ceramistas estuvieron cociendo aún las piezas en hornos sencillos de tiro superior sin llegar a superar los 1050°C.⁷¹

Los hornos utilizados en regiones islámicas y en España, sólidamente contruidos con contrafuertes para soportar la cúpula enterrada en una ladera, y con un hogar grande que permitiera grandes fajos de leña, funcionaban con buen control pero con escaso rendimiento.

El siguiente desarrollo fue la construcción de hornos capaces de cocer a 1300°C, la temperatura necesaria para madurar pastas y vidriados de porcelana. Con este tipo de horno por fin se alcanzó a los chinos en el arte del diseño y construcción de hornos.

Al comienzo de la revolución industrial alrededor de 1750 y en especial durante el siglo XIX, se perfeccionaron los hornos. Los grandes progresos hechos en todas las artes industriales y los avances de la metalurgia y fundición, energía de vapor y mecanización, fueron reflejados en la industria cerámica, pasando de la construcción de hornos totalmente realizados con ladrillos y de forma tosca, los hornos de tres pisos; los hornos continuos y los hornos de vagonetas, hasta los hornos actuales.

La pirometría o medición y control de la temperatura ha alcanzado un alto grado de desarrollo desde los comienzos en el año 1900 aproximadamente.

⁷¹ El arte cerámico español fue un desarrollo basado en los prototipos islámicos, utilizando Persia, Irán y Egipto hornos similares durante los siglos X a XIII el mejor periodo de la cerámica islámica.



Figura 22. Horno de gas de doble vagoneta

10.1. Tipos de horno según su combustión

Todos los hornos funcionan a través del desprendimiento de energía calorífica. Este desprendimiento de calor se logra a través de la ignición del combustible.

La madera ha sido el combustible principal para la alimentación del horno, es universalmente disponible, quema con rapidez y contiene poco azufre, así como otros elementos que pueden hacer fluir el vidriado. El residuo de ceniza quemada es útil como ingrediente para el vidriado y como material aislante. Es corriente que con este tipo de combustible se alcancen 1300°C , estabilizándose en los 1200°C .



Figura 23. Momento en que un operario añade leña en el horno

El carbón se ha utilizado poco por los modernos ceramistas, pero después de 1700 se convirtió en el combustible corriente para cocer cerámica en las fábricas europeas. Este material es de fácil accesibilidad, y tiene una gran concentración de calorías en un volumen dado, teniendo una combustión tranquila pero densa. De forma negativa el carbón contiene azufre que es un elemento a veces dañino para los vidriados y por ello es necesario colocar las piezas en gacetas para protegerlas de la llama directa. Igual que la leña el carbón desprende cenizas voladeras que pueden afectar los vidriados. El carbón duro o antracita es el mejor, pues quema con menos humo y gases sulfurosos que el carbón bituminoso. Pueden usarse de igual modo hulla, lignito o turba. Igual que los de leña, el horno necesita un tiro amplio.



Figura 24. Ventana por donde se adicionaban las haces o manojos de leña para cocer los hornos morunos. A la derecha se puede observar la contabilidad que utilizaban, cada 50 fajos una línea. 1969. Archivo Carlos Sanchis

El petróleo es un excelente combustible para los hornos, aunque menos utilizado que los anteriores. El precio ha sido uno de los condicionantes que ha hecho que los ceramistas no lo utilicen para sus cocciones. Aunque el butano o propano son más caros, se utilizan botellas de gas pues el equipo de quemadores es más sencillo y barato, menos sucio y produce menos olor desagradable. Quema más fácilmente que el carbón o la madera, el problema es dividirlo en gotas de manera que el aire pueda mezclarse con él para la combustión rápida. En los quemadores de goteo el petróleo se volatiliza sobre una superficie caliente y luego a medida que el vapor se mezcla con el aire que entra por la portilla del quemador, da unos buenos resultados en cocciones, la atmósfera puede ser fácilmente controlada y

es posible una activa subida de la temperatura, teniendo los inconvenientes de ser sucio, maloliente y provocar el quemador un ruido molesto.

El gas es el combustible perfecto para los hornos, se quema fácilmente y no necesita almacenaje, es parcialmente barato y utiliza quemadores sencillos y baratos. El gas natural es una mezcla de varios hidrocarburos y metano que se presenta como restos fósiles de plantas.

La electricidad es la forma más controlable y directa de cocer. Los hornos eléctricos son limpios, eficaces, tienen controles automáticos de temperatura y se pueden utilizar en cualquier lugar donde la emisión de humos podría ser un problema. Los resultados suelen ser uniformes dado que la atmósfera en el interior se mantiene constante durante todo el proceso. Los hornos emiten calor por radiación, siempre cuecen en una atmósfera de oxidación y no necesitan oxígeno para la combustión. Los resultados por lo general suelen ser predecibles.

Tabla 3. Poder calórico de diferentes combustibles

PODER CALORÍFICO DE DISTINTOS COMBUSTIBLES	
Gas natural	8.500-9.500 Cal.m ³
Gas butano	28.900 Cal.m ³
Gas propano	23.000 Cal.m ³ o 6.225 Cal por L
Fuel oil 2	8.990-9.250 Cal por L
Electricidad	860 Cal por Kwh
Madera seca de nogal americano	6.752.000 Cal.m ³

La combustión es la mezcla completa del oxígeno presente en la atmósfera con los elementos del carbono e hidrógeno incluidos en algunas sustancias denominadas combustibles. Dicha combinación de estos elementos, que constituyen una manera de oxidación, tienen lugar normalmente de forma rápida, provocando una reacción exotérmica.

De los tres elementos indispensables para la combustión, el oxígeno abunda libremente en la atmósfera. Los otros dos son proporcionados por los combustibles. En la combustión el carbono y el hidrógeno reaccionan con el oxígeno del aire, dando lugar a dióxido de carbono y a agua bajo la forma de vapor, al mismo tiempo que las sustancias sólidas no combustibles perduran en forma de cenizas. Para dicha combustión, se hace necesario aire en cantidad, pues de no ser así, el carbono y el hidrógeno solo se oxidarían parcialmente con formación de hollín, humos negros y un menor rendimiento térmico. En este caso se dice que es una cocción reductora, ya que predominan el carbono y el hidrógeno sobre el oxígeno, como es el caso del reflejo metálico. Este tipo de cocción es difícil de controlar y sus colores pueden variar, por este motivo los ceramistas que desean piezas únicas son asiduos a este tipo de cocciones, no existe tema de discusión si se dice que la cocción reductora produce alguno de los vidriados más ricos y más satisfactorios tanto en color como en cualidades dúctiles. Pero si por el contrario prevalece el oxígeno sobre los otros dos, se produce un ambiente limpio de tipo oxidante. Esta cocción es la más utilizada por los ceramistas por preservar los tonos tal y como se desean por lo general.

Cada tipo de cerámica necesita unas características propias de temperatura de maduración. La cocción efectúa una curva de temperatura y tiempo que de forma gráfica representa un ciclo térmico dentro del horno. A medida que la temperatura dentro del horno aumenta, se pueden observar transformaciones graduales físicas y químicas.

Una primera fase o ciclo se realiza hasta los 200° C, el calor elimina el agua de hidratación no evaporada en el secado. Es en este momento, donde se produce

una fase crítica en los movimientos de contracción. Cuando los coeficientes de dilatación del cuerpo cerámico y del revestimiento no son compatibles, se producen efectos como las craqueladuras o escamaciones.

En la segunda fase, se producen de forma irreversible, transformaciones que convierten la estructura definitiva en el cuerpo cerámico. En este punto, sobre los 300-600°C, es cuando se produce una combustión de las materias orgánicas y una alteración en los minerales arcillosos con la liberación de agua químicamente combinada entre los 450-650°C. La arcilla ha perdido su plasticidad, y aunque es desmenuzable, no puede ser recuperada. Este cambio conocido como deshidratación no va acompañado de ninguna contracción. Si sobre los 500° C se abriese el horno se podría observar que la cerámica es incluso más frágil que cuando se introdujo. Sobre los 575°C se llega a una fase peligrosa con la mutación del cuarzo, la descomposición de los carbonatos y la oxidación de la pirita entre los 800-1000°C.

En una tercera fase, se observa el proceso de enfriamiento de la arcilla y su conversión en un cuerpo cerámico.

Otro cambio que se produce en la arcilla durante las primeras etapas de la cocción es la oxidación o descomposición de todos aquellos elementos de la arcilla que no estaban ya en forma de óxido. La oxidación se produce cuando la temperatura ha avanzado sobre los 900°.

10.2. Medidas de la temperatura

En las medidas de cocción, el hornero es el que sabe, observando el color del fuego, cuando este se debe de cortar. Sin embargo, se intentan complementar con métodos muchos más precisos que determinen la temperatura deseada. La toma de muestras ha sido usada de forma amplia, colocando pequeñas probetas, en forma de anillos en las mirillas. Una vez el ceramista cree que se ha acercado al

final, extrae la probeta con una varilla de hierro, la enfría en agua y la examina para ver si el vidriado se ha fundido. Estas probetas se pueden ir extrayendo a distintos intervalos, pero debido al rápido enfriamiento, el color no será el definitivo en un enfriamiento lento.

En el siglo XVI Piccolpasso⁷², describió un método visual que permitía determinar cuando la cocción había terminado, consistía en dejar pequeños montoncitos de vidriado y observar cuando se fundían y goteaban en el hogar.

Josiah Wedgwood⁷³ planteó un proceso ingenioso con probetas. Estas eran pequeños discos de arcilla que se contraían al avanzar la cocción, cuando el disco se extraía del horno y se enfriaba, se colocaba en un dispositivo de medida. El valor de la contracción proporcionaba un indicador del avance de la cocción.

Hoy en día, las temperaturas hasta los 350°C pueden medirse con termómetros de mercurio. Para controlar la temperatura más elevada, se emplean pirómetros o conos pirométricos o Seger. El pirómetro está basado en el descubrimiento de Seebeck⁷⁴ en 1821, quien observó que si dos alambres, uno de cobre y otro de hierro, se fundían entre sí y el extremo soldado se calentaba, se generaba una

⁷² Cipriano Piccolpasso. Casteldurante 1524-1579. Arquitecto, historiador, ceramista y pintor de mayólica, recordado principalmente como ensayista. Su obra tiene una importancia crucial, nos habla de primera mano sobre sus conocimientos y técnicas. Esta característica ofrece a científicos y ceramista conocer la mayólica efectuada en el renacimiento en Italia, El volumen manuscrito "I tre libri dell'arte del vasajo", se conserva en la librería del Victoria and Albert Museum, está escrito entre el 1556 y el 1559, ampliamente ilustrado.

⁷³ Josiah Wedgwood. Burslem, Inglaterra 1730- Etruria, Inglaterra 1795. Famoso alfarero inglés del siglo XVIII. Sobre el año 1754, comenzó a registrar sus experimentos alfareros y entre ellos estaba la fórmula del vidrio verde. En 1769 fundó la fábrica de Etruria, la cual fue la primera en instalar una máquina de vapor para la fabricación de piezas cerámicas con ayuda de moldes.

⁷⁴ El efecto Seebeck, es una propiedad termoeléctrica descubierta en 1821, por el físico alemán Thomas Johann Seebeck. Se conoce como efecto termoeléctrico o efecto Seebeck a la conversión de una diferencia de temperatura en electricidad. Se crea un voltaje en presencia de una diferencia de temperatura entre dos metales o semiconductores diferentes.

fuerza electromotriz y pasaba una corriente eléctrica del cobre al hierro en el extremo caliente. La intensidad de la corriente varía directamente con la temperatura, lo cual hace posible utilizar el termopar.

El pirómetro es un instrumento que mide la temperatura del interior del horno. Cada horno va provisto de uno de ellos y son bastante fiables, especialmente los electrónicos con sistema de lectura digital. Los pirómetros constan de dos partes, la caña pirométrica encajada en un tubo de protección de cerámica, que penetra en el horno a través de un orificio que se halla en la parte superior o en un lado del horno. Se conecta al pirómetro por medio de unos cables en la parte exterior del horno e indica la temperatura en una pantalla. Los pirómetros pueden tener un visualizador analógico o digital.

El cono pirométrico fue inventado por el notable ceramista alemán Herman Seger, descrito por vez primera en una comunicación escrita por él en 1886. En esta época la medida exacta de las temperaturas elevadas era imposible porque el termopar, aunque conocido, no se había adaptado para resistir las temperaturas del rojo o superiores. Los ceramistas sabían que las distintas composiciones cerámicas tenían distintos puntos de fusión, como en el caso de los vidriados, pero nadie antes que Seger había tenido la idea de utilizar la fusión de los propios materiales cerámicos como indicador de temperatura. Llamó a los conos "Kegel" o "bolos", traduciéndose como cono, por su figura de pirámide truncada.

Los conos pirométricos o conos Seger⁷⁵, son pirámides de tres caras, de una altura de 3 a 5 cm. Están modelados con materiales cerámicos y mezclas de barnices, y están formulados para fundirse a temperaturas específicas que se

⁷⁵ ROS FRIGOLA, M^a Dolors, *Cerámica artística*. Ediciones Parramón. Barcelona 2005. "El método más exacto para medir la temperatura es por medio de cono pirométricos. Estos conos pequeños triangulares compuestos por materiales cerámicos se les dan forma a través de la modelación. Los conos se utilizan en juegos de tres. El central es el más importante, y los laterales se funden a temperaturas requeridas. Indican cuando se ha llegado a la temperatura exacta o avisa de una cocción excesiva".

indican con un número en uno de sus lados. Se suministran en escala de 20 a 30 grados para temperatura de 600 a 2000 grados. Se pegan con un poco de arcilla y se colocan en un campo visible dentro de la mirilla. Los conos se utilizan en grupo de tres, el central es el más importante y los laterales se funden a temperaturas superiores o inferiores a la temperatura requerida. Los conos indican cuando se llega a la temperatura correcta. Existen más de 59 conos diversos, aunque muchos de ellos han dejado de fabricarse. (Tabla 4).⁷⁶

Los pirómetros indican con precisión el ascenso de la temperatura y los conos pirométricos muestran el tiempo de exposición y la temperatura final.

⁷⁶ Si se quisiera alcanzar una temperatura de 1380° dentro del horno, se tomarían los conos 12,13 y 14. Cuando el tope del cono 12 toca la base se han alcanzado los 1350°. Se continúa caldeando hasta que el tope del cono 13 cae. Si el cono 14 sigue en pie o un poco alabeado es una garantía que el horno no ha alcanzado los 1410°, valor del cono 14.

Tabla 4. Características de conos pirométricos (punto de fusión, número identificativo y composición (%))

Punto de fusión	Cono núm.	COMPOSICIÓN QUÍMICA, %					
		Na ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	SiO ₂
650	021	0,5	0,25	0,25	0,02	1,0	1,04
790	015 ^a	0,432	0,432	0,136	0,34	0,86	2,06
940	08 ^a	0,3 K ₂ O	0,7 CaO	0,2 Fe ₂ O ₃	0,3	0,5	3,5
1020	04 ^a	0,3	0,7	0,2	0,3	0,30	3,70
1120	2 ^a	0,3	0,7	0,2	0,3	0,05	3,95
1280	9	0,3	0,7	----	0,70	----	7,0
1480	17	0,3	0,7	----	2,1	----	21,0
1530	20	0,3	0,7	----	3,9	----	39,0
1580	26	0,3	0,7	----	7,2	----	72,0
1610	27	0,3	0,7	----	20,0	----	200,0



Figura 25. Conjunto de conos Seger

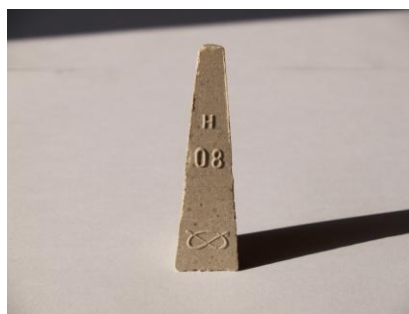


Figura 26. Número identificativo de cada cono

11. CAUSAS Y ALTERACIONES

11.1. Causas de degradación

Los paneles cerámicos divididos entre paneles devocionales y vía crucis, se encuentran emplazados en las calles de los centros urbanos o cascos antiguos, con la consiguiente problemática de utilizar como soporte edificios con una considerable antigüedad, deshabitados, con riesgo de desaparición o deterioro.

La desaparición de los edificios donde se encuentran adosados los paneles cerámicos, conlleva por lo general la desaparición de dichos paneles. La problemática estrictamente derivada del estado físico de conservación lleva parejo el interés, que ha sacado de su contexto a estas obras, como es el afán de coleccionismo por parte de algunas personas, llegando incluso al hurto. La ley de Patrimonio Histórico⁷⁷ es tajante en cuanto a las obligaciones de los ayuntamientos y los ciudadanos.



Figura 27. Casilicio (Requena. Valencia) en un avanzado estado de alteración.

⁷⁷ La ley 16/1.985 de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, en sus artículos 7 y 37 marca las pautas para que los ayuntamientos acometan la conservación y protección de los bienes culturales. En los artículos 8 y 26.4 menciona de igual modo la colaboración y responsabilidad de los particulares en la tarea de dicha conservación.

De igual modo la agresión y actos vandálicos son factores de degradación importantes, actos atroces que mutilan partes importantes de la obra, llegando en algunos casos a la pérdida considerable de zonas de incalculable valor por ser irremplazables. Lugares casi siempre accesibles a la mano del ser humano que deteriora partes con detalles o rostros. Las cerámicas y capillas de los Vía Crucis han sido objeto de muestras de enañamiento, especialmente las destrucciones durante la pasada Guerra Civil. La lejana ubicación de estas obras, así como la temática, han sido elementos que favorecieron su destrucción en tiempos donde las corrientes iconoclastas imperaban.⁷⁸

“En muchas de las encuestas realizadas, aparecen informaciones que nos dicen que la hornacina se tabicó en tiempo de guerra, o simplemente se encaló, al objeto de que pasase inadvertida. En pocos casos se llegó a desmontar, para posteriormente ser repuesto”

Estas muestras de fervor popular han tenido muy mala suerte y son pocos los ejemplos del siglo XVIII que han llegado a nosotros. Si bien antes se mencionaba que uno de los mayores enemigos son los codiciosos en tráfico de arte, otros han

⁷⁸ En Gaianes el calvario fue desmontado por orden del alcalde (republicano), utilizándose los sillares de piedra para realizar bancos. Finalizada la guerra, el mismo alcalde mandó reponer el Vía Crucis en su lugar.

En Alcolea se ataron las capillas con cuerdas tirando con mulos y derribándolas. Posteriormente se recuperaron los sillares y remates de cubiertas, con el objeto de reponer las capillas, pero no las cerámicas.

⁷⁸ SEGURA MARTÍ, José M^a, *Catalogo de paneles cerámicos devocionales de L'Alcoià-El Comtat*. Op. Cit., p. 136

- “En Alcoy el azulejo de la calle de San Miguel que reproduce la imagen del Arcángel, se salvó de ser destruido gracias a estar situado a considerable altura, dado que la escalera de mano que portaban no alcanzaba hasta la cerámica”.
- “En Alcoy situada en el zaguán de la entrada de vecinos, dado que según informaron, la dueña de la casa recibió amenazas de muerte y fue objeto de coacción para que desmontase el panel cerámico”:

sido las costumbres que dañaban sin escrúpulos este tipo de obras. En la cercanía del tiempo de Cuaresma o Semana Santa, era en las escuelas donde se debía explicar la Pasión de Cristo, siendo los niños enfurecidos y a modo de ejercicio piadoso, picaban con piedras las cabezas de los sayones, y por error la del cirineo, si bien en las revueltas anticlericales de la Guerra Civil hubo quien se entretuvo en destruir las cabezas de los santos.

Así mismo, englobando al grupo de factores negativos provocados por el ser humano como es la dejadez en la custodia o conservación de este tipo de obras, el derrumbe de los edificios, los actos vandálicos y algo mucho peor, las intervenciones sobre este tipo de azulejos, con una metodología y proceso de intervención no muy adecuada o errónea, se deben de sumar los factores medioambientales que provocan daños, en muchos de los casos, irreversibles.



Figura 28. Acto vandálico sobre los paneles de un Vía Crucis. Mirador de Torrella

La humedad detectada en soportes de cerámica, o bien, un exceso por impregnación del soporte por medio del lugar de ubicación, produce con el tiempo y a menudo, daños inapreciables como son las sales. Es una causa fundamental en el deterioro del material cerámico, pues son capaces de exteriorizarse de varias formas y suelen estar presentes en todos los ambientes. Las sales suelen penetrar

por los poros del cuerpo cerámico por capilaridad al absorber el agua y pueden, sin lugar a dudas, acelerar los estados de degradación a través de repetidos procesos de cristalización-solubilización-recristalización, manifestándose en las superficies cerámicas con pequeños levantamientos de la superficie vítrea desencadenando rotura y una posterior pérdida.

Se depositan bajo la forma de cristales en fase de evaporación del agua, alta temperatura y baja humedad atmosférica. Con tiempo frío y húmedo las sales se disuelven, mientras que en estados de tiempo cálido migran hacia la superficie y cristalizan. Los cloruros pueden darse en climas semiáridos y próximos al mar, y los nitratos se forman por la oxidación del hidrógeno gaseoso motivado por sustancias orgánicas descompuestas. Se crean efectos nocivos sobre los cuerpos cerámicos presentando pulverulencias, fisuras, exfoliaciones, fracturas o daños sobre la superficie vítrea.



Figura 29. Testigos de sales en azulejos cerámicos. Avenida Blasco Ibáñez. Manises

De igual modo, la contaminación es uno de los procesos de daño de materiales cerámicos. Son las transformaciones producidas a partir de partículas o agentes procedentes de la combustión de hidrocarburos o polución⁷⁹. Esta contaminación interviene de dos formas sobre el material cerámico, una química, de menor relevancia pues los materiales cerámicos poseen una estabilidad óptima, y otra física, desencadenada por la sedimentación de partículas sólidas procedentes de la polución que han sido arrastradas por vientos o lluvias y que forman las características costras negras en las superficies de paramentos.

Los choques mecánicos, impactos, fuerzas mecánicas o presiones ejercidas en los materiales cerámicos producen fisuras, fracturas o la destrucción de los elementos, estos elementos cerámicos alterados por las sales experimentan una fuerte disminución de su resistencia natural, cediendo fácilmente a las presiones y tensiones.

Así mismo el material cerámico por su condición de material poroso, es una entrada de agentes externos o de suciedad que se acumula en la superficie, reteniéndose fácilmente. Los agentes contaminantes al depositarse sobre los objetos favorecen procesos corrosivos en los que los metales actúan como catalizadores, y proliferan las plagas por la existencia de microorganismos produciendo manchas.

Los agentes atmosféricos, y en particular, las heladas⁸⁰, son causantes de la degradación del soporte y de los lugares de ubicación de este tipo de obras. La

⁷⁹ El aire puede contener contaminantes gaseosos, como los óxidos de carbono (CO₂, producto principal de la combustión de materiales orgánicos) y de azufre (SO₂, de las impurezas) y el ozono, por la combustión de hidrocarburos o por diferentes procesos industriales, y partículas sólidas, como pequeñas cantidades de metales en hollín, microorganismos y esporas en suspensión en el polvo.

⁸⁰ FLÓREZ, Eder N; DÍAZ, Juan I; JAIME DULCE, H; PEÑA R, Gabriel; SANCHEZ, Jorge. *“Efecto de la resistencia a la helada en baldosas cerámicas esmaltadas”*. X CONGRESO IBEROAMERICANO DE METALURGIA Y MATERIALES IBEROMET. Cartagena de Indias (Colombia), 13- 17 de Octubre de 2008.

acción destructiva del hielo se debe al aumento de volumen en un 9% aproximadamente, que se produce al pasar el agua existente del interior a causa de las lluvias y el exceso de humedad en el ambiente al estado sólido durante las heladas. Esto es debido a que la densidad del hielo es menor que la del agua. Cualquier fisura o cubículo con agua en su interior, al congelarse provocará una presión que acaba deformándose o estallando⁸¹.

El desgaste producido en la superficie cerámica por la fricción continua producida en los objetos cerámicos expuestos al exterior dará un nivel de abrasión⁸² que vendrá determinado por la dureza del material, e incluso si esa fricción es más lenta o rápida, más o menos intensa⁸³. La colocación de paneles en zonas urbanas o cercanas al mar, donde el aire marino que llega a los objetos deposita diminutos cristales de cloruro de sodio que absorben humedad, facilitando el desarrollo de factores biológicos de degradación.

De igual modo, no menos importante son las alteraciones producidas por intervenciones defectuosas o inapropiadas. Las restauraciones que se efectúan, con una base de conocimientos básica o con unos criterios de intervención desafortunados, llevan a efectuar unas interpretaciones dentro del ámbito de la

⁸¹ Cuando el agua líquida baja de temperatura y llega a los 0°C, su densidad es de 999,9kg/m³, si continua bajando la temperatura pasa al estado sólido y sufre una disminución de densidad y aumenta por consiguiente su volumen pasando a 916,8kg/m³.

⁸² “La exposición al viento: la acción que este produce sobre las piezas es una acción mecánica de tipo abrasivo producido por las micro partículas de polvo atmosférico que llevan suspendidas” CARRASCOSA MOLINER, Begoña *La Conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos*. Editorial Tecnos (Grupo Anaya, S.A.) Madrid 2009.p.46.

⁸³ BOLELLI, Giovanni; CANNILLO, Valeria; LUSVARGHI, Luca; Manfredini, Tiziano; SILIGARDI, Cristina; BARTULI, Cecilia; LORETO, Alessio; VALENTE, Teodoro. “*Plasma-sprayed glass-ceramic coating on ceramic tiles: microstructure, chemical resistance and mechanical properties*.” *Journal of the European Ceramic Society*, Volume 25, issue 11, July 2005, pp.1835-1853.

restauración con unos testigos erróneos. A menudo es un simple reaprovechamiento cerámico, el que se efectúa para suplir faltantes.



Figuras 30. Intervenciones inadecuadas sobre paneles cerámicos. Casinos.



Figuras 31. Intervenciones inadecuadas sobre paneles cerámicos. Rotgle.

11.2. Alteraciones ocasionadas

Las alteraciones producidas sobre el soporte cerámico abarcan una gran variedad en cuanto a su morfología, es decir, cada daño ocasionado sobre la obra determinará un deterioro marcado con unas características propias de la alteración que lo ha ocasionado.

La fracturación es una discontinuidad en la superficie del material cerámico donde se pueden observar claramente una separación cuantitativa en las partes de la pieza. Se puede decir que un elemento cerámico se encuentra fragmentado cuando en su volumen total se aprecian una separación total de los fragmentos. Así mismo, si esa separación o discontinuidad en la obra no implica una separación cuantitativa de las partes, entonces podremos hablar de fisuración. Las fracturas, fisuras y la fragmentación están originadas por agentes que imprimen una fuerza o presión sobre la superficie cerámica, muy superior a las características de flexión, tracción o compresión natural.

La arenización es la pérdida de adherencia de las partículas que componen un material cerámico desprendiéndose de forma espontánea o por medio de la acción mecánica. Suele estar asociada a ciclos de cristalización de sales del tipo cloruro.

Los desplazamientos son fracturas que se producen de forma paralela a la superficie ocasionando la formación de placas de grosor variable que se distribuyen de forma localizada o esporádica en la superficie. La formación de estas placas se asocia a manifestaciones de cristalización de sales del tipo sulfato en zonas de desecación, aireadas, o expuestas a la radiación solar y calefacciones.

Cuando se produce un desprendimiento de finas capas superficiales de forma más o menos ordenada, entonces estaremos hablando de escamación. Esta está motivada por el asentamiento de colonias biológicas como pueden ser algas, líquenes o bacterias en superficie.

El agrietamiento presenta fisuras involuntarias en el vidriado, provocadas por la diferencia de contracción entre el vidriado y el bizcocho durante el enfriamiento. Pero de igual modo, se pueden observar sobre el vidriado que es sometido a la lluvia y a la humedad relativa contagiándose posteriormente con los agentes atmosféricos que llenan las grietas de suciedad dejando líneas visibles.



Figura 32. Agrietamiento en el barniz. Torrella

Las costras o concreciones superficiales son alteraciones de carácter estético aunque en algunos casos estos pueden favorecer la aparición de escamaciones o desplazamientos. La formación de costras sobre la superficie cerámica supone un fenómeno externo de la naturaleza del propio material cerámico. La formación de costras sobre elementos cerámicos es debido a causas o motivos de sedimentación en la superficie de otros materiales, como el carbonato de calcio, que desencadenan las mismas. En la formación de costras por alteraciones y formación de concreciones superficiales se dan varios tipos:

Las costras negras, asociadas con la polución atmosférica, son depósitos de agregados por varios motivos; uno es la acumulación por precipitación química de compuestos derivados del sulfato de calcio. Son típicas de los materiales calcáreos aunque de igual modo, es frecuente su aparición por la disolución de los morteros de cal de las juntas.

Las costras blancas están asociadas a la precipitación de carbonatos procedentes de la disolución de los morteros de rejunte.

Las costras biológicas se crean y desarrollan por el crecimiento de colonias biológicas de algas o líquenes, estando favorecidas cuando se encuentran ubicadas en lugares con un aporte de agua continuo y carente de luz.

Las eflorescencias salinas proceden de la presencia de sales en los materiales, formando manchas o polvillo blanquecino que se desprenden fácilmente.

Las alteraciones cromáticas superficiales se corresponden con un cambio en el color de la superficie de los materiales. Una de ellas es la formación de una pátina constituida por la alteración de los materiales, sin olvidar la intencionalidad de los actos vandálicos que adhieren deliberadamente colores u otros agentes colorantes en la superficie.





Parte
experimental

PARTE EXPERIMENTAL

12. ELECCIÓN DE COMPUESTOS Y LAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA PREPARACIÓN DE LAS PROBETAS CERÁMICAS Y DE ESCAYOLA

Con la finalidad de estudiar el desarrollo de las posibles alteraciones que pueda sufrir la cerámica expuesta al exterior con el paso del tiempo, ya sea a los cambios atmosféricos de temperatura, exceso de humedad o alteraciones por radiación de rayos ultravioleta, así como del levantamiento de partículas de diferentes granulometrías por medio de la acción del viento, se han preparado probetas de diferentes tipos de pastas, distintos pigmentos incluidos en los grupos de cerámica del siglo XVIII, reflejo metálico, y nuevas técnicas de acabado como son los lustres y nuevos productos de reconstrucción volumétrica.

Estas probetas se han efectuado siguiendo las técnicas de forma tradicional, con el previo estudio y búsqueda de información sobre la elaboración de cerámica religiosa. Los materiales se han elegido y seleccionado tomando en consideración aquellas que se han empleado en la fabricación de estos tipos de cerámica, en periodos anteriores, y haciendo hincapié sobre todo en el siglo XVIII. Con estas investigaciones se ha podido observar la utilización a lo largo de los siglos de estos tipos de materiales para la obtención de esta cerámica en concreto, sufriendo variaciones por el coste de las pastas o bien por la inaccesibilidad de los materiales.

Al mismo tiempo se han elaborado probetas de diferentes escayolas para posibles reconstrucciones volumétricas, partiendo de aquellas que en la actualidad son más accesibles y aquellas que se utilizan dentro del campo de la restauración.

Para profundizar en el estudio de las posibles variaciones sufridas por dichos objeto, con el paso del tiempo se hacía necesario preparar once probetas de dos pastas distintas, y once de cada escayola, de este modo se obtenía una probeta para cada sistema de envejecimiento artificial, donde se recrearían unos condicionantes lo más aproximados a las condiciones externas reales. De este

modo, se han conseguido unas probetas donde elaborar una identificación y un posterior análisis de alteraciones.

12.1. Selección de los materiales

12.1.1. Arcillas

En la Tabla 5 se presentan los tipos de arcillas estudiadas así como los diferentes tipos de vidriados cerámicos.

Tabla 5. Materiales empleados para elaborar las diferentes probetas

MATERIALES EMPLEADOS EN LA ELABORACIÓN DE LAS PROBETAS		
ARCILLA		VIDRIADO
MAYOLICA	Azul (Az)	BARNIZ PLUMBIFERO
	Amarillo (A)	
	Naranja (N)	
	Verde (V)	
	Cobre (C)	
	Marrón (M)	
	Blanco (B)	
	Oro (O)	
	Plata (Pt)	
TERRACOTA FERRUGINOSA CALCÁREA	Azul Reflejo (AzR)	BARNIZ ESTANNIFERO
	Blanco Reflejo (BIR)	
	Reflejo (R)	

12.1.2. Porosidad de las pastas seleccionadas

La porosidad¹ de un producto cerámico está definida por el volumen total de los poros² y por las dimensiones de los mismos, la calidad que presentan algunos cuerpos, en las que las moléculas de la materia que las forman, presentan intersticios o huecos entre sí. La porosidad de las arcillas varía de un tipo a otro, esta propiedad depende mucho del grano que tenga la arcilla, si la arcilla tiene un tamaño de grano grande, la porosidad será mayor que la de una arcilla con un tamaño de grano pequeño. Los poros demasiado pequeños, por debajo de 0´2 µm, no interesan pues las soluciones acuosas no pueden penetrar. En los poros más grandes, la entrada de soluciones consigue determinar fenómenos de solubilización parcial del material cerámico o deposición de sales disueltas en las soluciones.

Esto es debido a que en el momento de ser modelada y compactada la mezcla, las arcillas con granos pequeños quedan más unidas unas con otras no permitiendo que se acumule tanta agua entre ellas. Al cocerse las piezas estas no tendrán cavidades provocadas por la evaporación del agua.

Los niveles de porosidad, se encuentran interrelacionados con la capilaridad, es decir, la capacidad de absorción del agua que penetra en su interior. El agua es filtrada por los poros, micro fisuras, grietas y roturas. La absorción estará basada en la presión que ejerza el agua al intentar penetrar en los poros. Este dato es importante para determinar cualquier tipo de alteración que pueda sufrir la arcilla en su contacto con la lluvia al exterior. Mayor porosidad, dará por lo tanto una mayor penetrabilidad del agua, y por consiguiente una mayor o menor evaporación posterior de la misma.

¹ KAREN G; ALLEN JOHNSON; Harry. "A non-destructive technique for measuring ceramic porosity using liquid nitrogen". *Journal of Archaeological Science*, Volume 31, issue 11, November 2004. Pp. 1567-1575.

² Refiriéndose siempre a los poros abiertos aquellos que pueden entrar en contacto con las soluciones, ya que los poros cerrados aunque limitada cantidad, no favorecen la degradación.

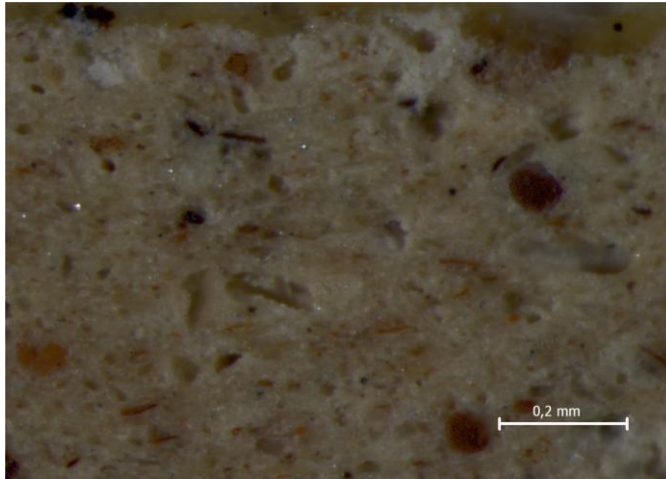
La porosidad, tan ligada a la capilaridad, dependerá del ángulo de incidencia del agua cuando esta es penetrada en la superficie³. Es por tanto que si el ángulo de contacto está comprendido entre 0 y 90° el líquido moja el sólido, y si por el contrario dicho ángulo está comprendido entre 90 y 180° el líquido no moja el material.

En la medición de la porosidad de las pastas, empleadas en la realización de las probetas, el sistema utilizado es el que se ha descrito en el apartado “Porosidad o absorción de agua de la arcilla”.

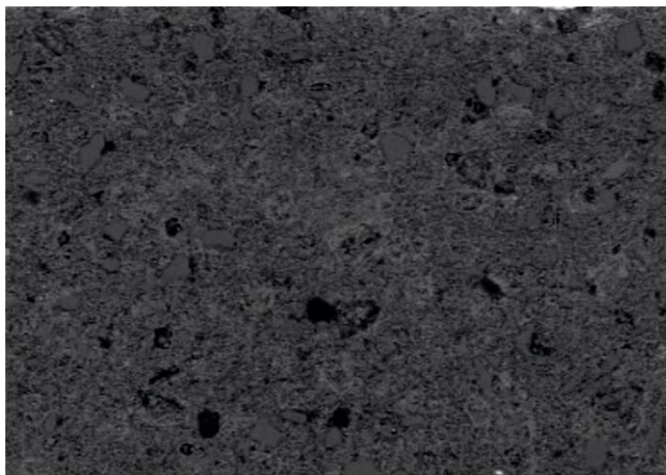
Terracota ferruginosa calcárea 83 en seco y 96 en húmedo.

$$\frac{96 - 83}{83} \times 100 = 15,66\% \text{ Peso de absorción}$$

³ El fenómeno de capilaridad es el resultado del ascenso y descenso de un líquido en el interior de los poros de la materia cuando éste se encuentra sumergido, y, se debe a la existencia de fuerzas en la interfase entre sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Estas fuerzas denominadas tensión superficial hacen que las gotas de un líquido depositadas sobre la superficie del material presenten ángulos de contacto sólido-líquido en función de su naturaleza. “Estudio y caracterización de morteros compuestos para su aplicación en intervenciones de sellados, reposiciones y replicas, de elementos pétreos escultóricos-ornamentales”. Javier Mas Barbera.p.98.Tesis doctoral 2006. Valencia.

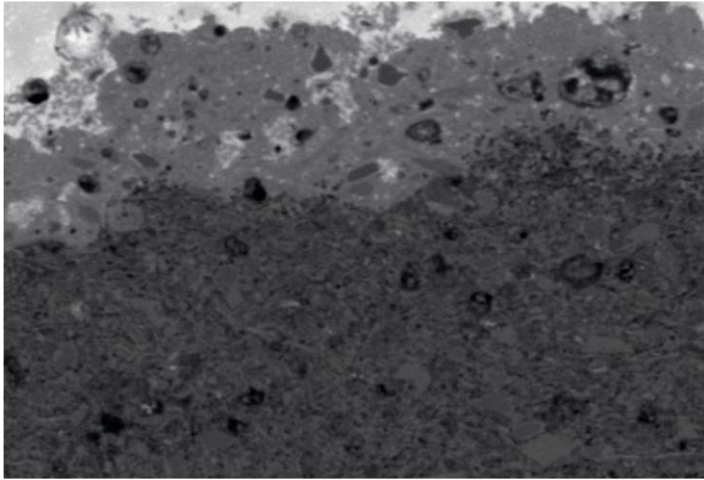


Corte transversal de una probeta de terracota ferruginosa calcárea, en la que se puede apreciar el nivel de porosidad. 50x, 1x100.



Mayólica 66 en seco y 74 en peso húmedo.

$$\frac{74 - 66}{66} \times 100 = 12,12\% \text{ Peso de absorción}$$



Corte transversal de una probeta de mayólica, en la que se puede apreciar el nivel de porosidad, 50x, 1x100.

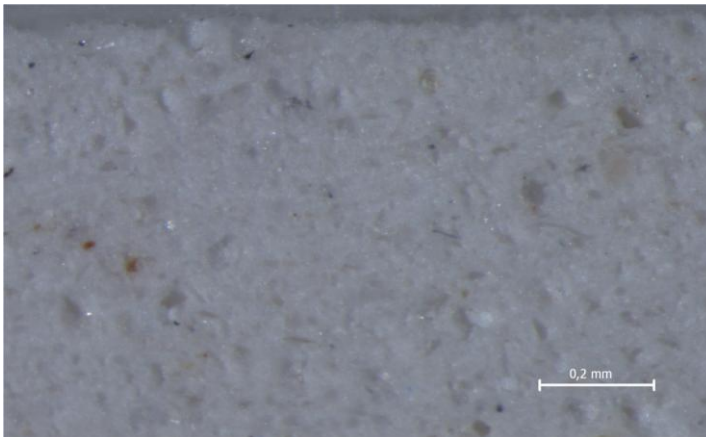


Figura 33-36. Microfotografía obtenida mediante SEM con electrones retrodispersados en las probetas de terracota ferruginosa calcárea y mayólica, pudiéndose observar el nivel de porosidad.

12.1.3. Densidad de las pastas seleccionadas

La densidad de las probetas se puede determinar por varios procedimientos: con balanza y probeta, con balanza hidrostática, o por inmersión en mercurio, siendo todas ellas aplicables a sustancias sólidas de dimensiones del orden de un centímetro, utilizándose el picnómetro para sólidos de dimensiones granulares y polvo. La elección del método dependerá del tamaño del cuerpo, de la exactitud requerida y de otros factores como la solubilidad o mojabilidad del cuerpo.

La densidad aparente de un sólido granular o pulverulento se define como la relación entre la masa de una cantidad del sólido y el volumen total ocupado por el sólido en el recipiente que lo contiene, es decir, el volumen ocupado por las partículas más el volumen de aire de los espacios entre ellas. La densidad aparente se determina llenando completamente con el material pulverulento o granular, y enrasando luego, un recipiente de volumen conocido (V_r), y pesando posteriormente la cantidad de material en él contenido (m).

$$\text{Densidad aparente} = \frac{m}{V_r}$$

Donde: V_r es el volumen del recipiente en litros, y m es la masa del material en gramos.

Las probetas han sido sometidas mediante el método de determinación de la densidad aparente de piezas mediante inmersión en Mercurio. Este proceso sencillo se mantiene con la utilización de un densímetro, aparato basado en el principio de Arquímedes⁴. Es en esencia, un flotador de vidrio con un lastre de

⁴ Los cuerpos sólidos sumergidos en un líquido experimentan un empuje hacia arriba. Este fenómeno es el fundamento de la flotación de los barcos, conocido desde la antigüedad, pero fue el griego Arquímedes (287-212. a de C.), quien indicó cuál es la magnitud de dicho empuje. Así pues, todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un líquido experimentan empuje vertical y hacia arriba igual al peso del volumen de líquido que desaloja.

mercurio en su parte inferior (que la hace sumergirse parcialmente en el líquido) y un extremo graduado directamente en unidades en densidad. El nivel del líquido marca sobre la escala el valor de la densidad.

En el equilibrio, el peso p del densímetro será igual al empuje E :

$$P=E$$

Así mismo, se entiende por fluido un estado de la materia en el que la forma de los cuerpos no es constante, sino que se adapta a la del recipiente que los contiene.

Tabla 6. Diferentes pastas empleadas y su densidad aparente

NOMENCLATURA	DENSIDAD APARENTE
Terracota ferruginosa calcárea	0,97 g/cm ³
Mayólica	1,69 g/ cm ³

12.1.4. Selección de las escayolas. Estudios previos

La selección de las escayolas viene condicionado por unas pautas que a posteriori deberán de adquirir para resultar una excelente escayola de reposición y reintegración, debiendo de valorar y necesitar unas características imprescindibles. El uso de estas escayolas está muy desarrollado, aunque con la necesidad de indagar en nuevos materiales, su densidad y su coeficiente de dilatación térmica son parecidos a los de la cerámica, teniendo el inconveniente de pequeños movimientos de contracción al secar y ser muy sensibles al agua. En algunos casos se han empezado a sustituir por formar estucos porosos e higroscópicos donde la cristalización de sales afecta a la estabilidad del material y su posterior daño.

En Italia utilizan yesos finos de muy buena calidad y son poco higroscópicos, mientras que en Francia emplean las escayolas que posteriormente cubren con un

estuco para dar mayor consistencia a la reintegración. Los estucos de Aguaplast mezclados con una cola vinílica, materiales inertes con colas acrílicas, pueden facilitar texturas o rellenos de pequeñas imperfecciones.

Las escayolas empleadas en la realización de las probetas, han sido suministradas por A.G.M. valenciana del fabricante Hebör Española, S.A. (Ver tabla 7). La elección de las probetas se ha realizado con la premisa de ser aquellas que en general se emplean en la restitución y reposición de faltantes en la restauración de piezas cerámicas.⁵

Estas escayolas deben de ser compatibles con los materiales constituyentes de la propia pieza, así como, permitir el trabajo de los distintos materiales en todas las fases.⁶

Deben poseer una resistencia mecánica, pero de igual modo ser suficientemente flexible.

El material de restitución debe ser menos resistente que el propio cuerpo cerámico. Permitir una buena manipulación, admitir que sea elaborado con el suficiente tiempo de trabajo. Que su contracción sea mínima en volumen tras el secado y no experimente agrietamientos.

Las escayolas empleadas en la reposición de faltantes volumétricos, deben ser suficientemente reversible como para permitir ser retiradas con facilidad sin que el original sufra deterioros.

Parte importante de este trabajo será el de la detección de aquellos materiales que logran perdurar en el tiempo, con una buena conducta ante el envejecimiento

⁵ Véase la tesis de Montserrat Lastras Pérez. "Investigación y análisis de las masillas de relleno para la reintegración de lagunas cerámicas arqueológicas". Valencia.2007.

⁶ A menudo se le puede añadir una pequeña cantidad de cola de conejo en el agua inicial de elaboración del estuco. En Italia podemos encontrar el Yesagum, que alarga el tiempo de fraguado hasta 40 minutos.

causado por los agentes de deterioro, ya sean ambientales o por sus propiedades físicas y química.

Tabla 7. Escayolas empleadas en la realización de las probetas

ESCAYOLAS EMPLEADAS EN LA REALIZACION DE LAS PROBETAS
HEBODENT (HE)
ALAMO 70 (A7)
EXADURO BLANCO (EXB)
EXADURO AZUL (EXZ)
EXADURO ROSA (EXR)
DURO 6 (D6)
ARQUERO (AR)
HERBODUR (HB)
HEBOPREN (H)
FIMO (FIM)

A continuación se exponen las propiedades de cada una de las diferentes escayolas, así como de la pasta comercial (tablas 8 – 17).

Tabla 8. Propiedades de la escayola Hebondent

HEBODENT	
Características	Es el yeso dental más duro, admite grandes esfuerzos de acabado
Recomendaciones	Indicado para trabajos de alta precisión para prótesis y trabajos de alta precisión
Color	Ocre
Proporción aconsejada	18-20 g. agua por 100g yeso
Comienzo del fraguado	10-12 minutos
Expansión lineal	0,1%
Resistencia a la compresión	130 Mpa
Dureza Brinell ⁷	5.000 Kg/cm ²

⁷ Se denomina dureza Brinell a la medición de la dureza de un material mediante el método de indentación, midiendo la penetración de un objeto en el material a estudiar. Fue propuesto por el ingeniero sueco Johan August Brinell en 1900, siendo el método de dureza más antiguo. Este ensayo se utiliza en materiales blandos (de baja dureza) y muestras delgadas. El indentador usado es una bola de acero templado de diferentes diámetros. Para los materiales más duros se usan bolas de carburo de tungsteno. En el ensayo típico se suele utilizar una bola de acero de 10 milímetros de diámetro, con una fuerza de 3000 kilopondios. El valor medido es el diámetro del casquete en la superficie del material.

Tabla 9. Propiedades de la escayola Alamo 70

ESCAYOLA ALAMO 70	
Características	Hemihidrato de sulfato cálcico indicado para moldes de cerámica
Recomendaciones	Menos cantidad de agua aumenta las resistencias, pero será más corto el tiempo de manejo
Color	Blanco
Proporción aconsejada	Yeso/agua 1,65-1,73:1 Kg de yeso por agua.
Comienzo del fraguado	10-12 minutos
Final del fraguado	28-30 minutos
pH:	Aproximadamente 7
Expansión lineal o de fraguado	0,20%
Dureza Brinell	480 Kg/cm ²
Resistencia a la flexión	74 Kg./cm ²
Volumen capilar	45%

Tabla 10. Propiedades de la escayola Exaduro Blanco

ESCAYOLA EXADURO BLANCO	
Características	Yeso hemidrato ($\text{CaSO}_4 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) producido a partir del mineral natural de yeso
Recomendaciones	Se utiliza para elaborar matrices con resistencia y exactitud extremadamente importantes
Color	Blanco
Proporción aconsejada	2,50:1 carga/agua
Factor de agua(Wf)	0,4
Comienzo del fraguado	10-15 minutos
Final del fraguado	A partir de los 30 minutos
Expansión lineal	0,25%
Resistencia a compresión	34.1 MN/m ² mínima en seco
Resistencia a flexión	7.8 MN/m ² en seco
Dureza Brinell	1.300 Kg/cm ²

Tabla 11. Propiedades de la escayola Exaduro azul

ESCAYOLA EXADURO AZUL	
Color	Azul
Proporción aconsejada carga/agua	2,50:1 vol
Comienzo del fraguado	8-15 minutos
Expansión lineal	0,25 %
Dureza Brinell	1.300 Kg/cm ²

Tabla 12. Propiedades de la escayola Exaduro Rosa

ESCAYOLA EXADURO ROSA	
Color	Rosa
Proporción aconsejada carga/agua	2,50:1 vol
Comienzo del fraguado	8-15 minutos
Expansión lineal	0,25 %
Dureza Brinell	1.300 Kg/cm ²

Tabla 13. Propiedades de la escayola Duro 6

DURO 6	
Características	Hemihidrato de sulfato cálcico especialmente indicado para modelos duros y moldes de matriz en la Industria Cerámica y en la fundición de figuras
Recomendaciones	Trabajando con menor cantidad de agua aumentan las resistencias pero será más corto el tiempo para el vaciado
Color	Blanco cremoso
Proporción aconsejada	2,00Kg. De yeso por 1litro de agua.
Comienzo del fraguado	10-12 minutos
Final del fraguado	28-30 minutos
pH:	Aproximadamente 7
Expansión lineal o de fraguado	0,29%
Dureza Brinell	900 Kg/cm ²
Resistencia a la flexión	90 Kg./cm ²
Resistencia a la compresión	320 Kg/cm ²

Tabla 14. Propiedades de la escayola Arquero

ARQUERO	
Características	Derivado del sulfato cálcico. Es uno de los yesos más duros del mercado
Recomendaciones	Utilizar para matrices y modelos que requieran una altísima dureza
Color	Blanco
Proporción aconsejada	4,00-4,50:1 Kg de yeso por litro de agua.
Comienzo del fraguado	14-15 minutos
Final del fraguado	30 minutos
Expansión lineal o de fraguado	0,12%
Dureza Brinell	5.000 Kg/cm ²
Resistencia a la flexión	140 Kg/cm ²

Tabla 15. Propiedades de la escayola Hebodur

ESCAYOLA HEBODUR	
Características	Yeso dental con expansión controlada indicado en la fabricación de prótesis, resinas y modelos fuertes
Recomendaciones	Mover hasta conseguir una mezcla homogénea
Color	Crema claro
Proporción aconsejada	30g/100g
Comienzo del fraguado	4-15 minutos
Tiempo de fraguado	15 minutos aproximadamente
Expansión lineal o fraguado	0,1 %
Resistencia a la compresión	60 Mpa
Dureza Brinell	3.200 Kg/cm ²

Tabla 16. Propiedades de la escayola Hebopren

HEBOPREN	
Recomendaciones	Utilizar para la realización de moldes de prensa
Color	Rosa claro
Proporción aconsejada	2,50-3,00:1 vol
Comienzo del fraguado	15 minutos
Final del fraguado	30 minutos
Expansión lineal	0,12%
Dureza Brinell	2'50 Kg/cm ²

Tabla 17. Propiedades de la pasta Fimo

FIMO	
Características	Arcilla polimérica o Polymer Clay. El polímero compuesto químico, natural o sintético formado por polimerización que consiste en unidades estructurales repetidas
Propiedades	Poca adherencia, muy blanda
Color	varios
Ventajas	Fácil manejo. No es toxica
Desventajas	Debe estar a una temperatura superior a 35° para poder ser trabajada
Dureza	Altamente resistente. Se somete a una temperatura sobre los 100°C

12.2. Preparación de las probetas cerámicas

12.2.1. Moldes de escayola

Los moldes para preparar las probetas se han efectuado de dos formas distintas de manufactura, siendo totalmente incompatibles o realmente impensable poder utilizarlos a la inversa en el proceso de obtención de los positivos.

Los moldes empleados para la elaboración de las probetas de cerámica ya sean las de vertido de la barbotina líquida o las probetas de apretón, se han confeccionado con la obtención previa de un original.

En el caso del molde de barbotina, el positivo se obtuvo con plastilina, y para el molde de reflejo, en escayola. Ambos, se realizaron con las dimensiones superiores a las pruebas que posteriormente se obtendrían contando la reducción en volumen de las distintas pastas. La diferencia entre los moldes obtenidos era el grosor, mientras para la realización del vertido de la barbotina, los moldes obtenidos son delgados, los que albergan la pasta de reflejo metálico son un poco más gruesos, permitiendo ejercer una presión y un modelado homogéneo en el interior.

Los negativos se han realizado con la suficiente habilidad que permitiera a posteriori un desmoldeo fácil de la pasta. A los originales, se les realizó un marco perimetral de plastilina al cual se le vertió escayola obteniendo de esta forma, en el caso de colada moldes, con cuatro negativos, y en el caso de apretón, moldes con un negativo.

Los moldes de escayola tienen una dimensión de 22x14 con cuatro interiores de 11 x 4 habiéndose calculado con anterioridad la reducción de la pasta.

12.2.2. Elaboración de las probetas de cerámica

Las probetas que se han empleado en la realización e imitación de cerámica del siglo XVIII, se han efectuado con mayólica de baja temperatura por colada, y para la obtención de las probetas de cerámica de reflejo metálico se ha empleado una terracota ferruginosa calcárea en moldes por apretón.

Los dos tipos de pasta empleados en la realización de las probetas han llevado un control en cuanto al porcentaje de contracción y absorción. Para ello se han realizado placas con una medida establecida y supeditada al tamaño necesario para poder efectuar las posteriores pruebas y análisis.

Estos dos tipos de arcillas se han empleado a lo largo de los años en la manufactura de ladrillos, vertido y llenado de moldes, así como en la realización de cerámica para alfarería. La única variante en estos tipos de pastas es el grado de humedad que contienen, es decir, un alto grado de humedad para piezas de prensa, hasta un 30% de humedad para torneado, modelar y por presión manual. Y una pasta líquida para la obtención de piezas muy cerradas realizadas a molde, sustitutivo cada vez más acusado hasta ser una parte importante en el poco uso del torno hoy en la actualidad, realizando casi toda la producción en moldes por colada.

Se han efectuado diez probetas de cada color, de esta forma se ha podido establecer un tipo de análisis en cada una, reservando la primera como muestra control, o aquella a la que no se le aplicará ningún tipo de intervención.

Tabla 18. Nomenclatura y análisis realizados en las probetas

NOMENCLATURA	ANÁLISIS REALIZADO
A (amarillo)	Probeta patrón
A1	Alta temperatura y Humedad Relativa constante
A2	Alta temperatura y Humedad Relativa constante
A3	Alta temperatura y Humedad Relativa constante
A4	Prueba de erosión
A5	Alta humedad y Temperatura constante
A6	Alta humedad y Temperatura constante
A7	Cámara de Corrosión
A8	Cámara de Corrosión
A9	Ultravioleta del IRP
A10	Ultravioleta caja experimental

Las probetas realizadas con las distintas escayolas han sufrido al mismo tiempo las mismas alteraciones que las probetas de cerámica, así, se han obtenido valoraciones exactas de cómo actúan estos componentes expuestos con las mismas alteraciones y con los mismos condicionantes, cuando son materiales de reconstrucción volumétrica.

Los procesos de manufactura que se exponen a continuación se dividen en su desarrollo de elaboración, pues divergen cada uno en unas peculiaridades que son totalmente necesarias para conseguir unos resultados que hacen a cada estilo de cerámica distinta en acabado a las otras.

12.2.3. Llenado de los moldes por colada

La manufactura de las probetas como soportes que acogieron los posteriores colores del siglo XVIII, así como los lustres, se han realizado con el vertido de la barbotina o barro líquido con la escayola de los moldes totalmente seca. Al verter el barro líquido, las paredes del molde embeben progresivamente el agua de la barbotina, dejando una capa adherida a las paredes interiores del molde. Esta operación se repetirá de forma gradual al mismo tiempo que se observa la disminución del volumen por la pérdida del agua y la reducción del mismo, si esta operación no se realizase, la capa o grosor del borde sería inferior a la que pudiésemos encontrar en el centro o la parte inferior de la pieza.

El espesor de la capa dependerá del tiempo dejado antes de ser eliminado el barro sobrante. Una vez prescindido del exceso de barbotina, se deja en una posición invertida, dejando que el barro se endurezca y se desprenda de las capas del molde.

La pieza una vez desligada del molde y con la suficiente dureza para poder ser manipulada, se repasa con una esponja húmeda y la ayuda de algún instrumento metálico. El punto de dureza se conoce como “dureza de cuero”, por ser similar el color en ese momento al del cuero. Es un punto que todo artista ceramista reconoce por medio de la práctica.

Esta técnica de vaciado, permite aprovechar las propiedades que el yeso tiene para la absorción del agua del barro líquido. Esta barbotina tiene que ser suave y sin grumos, previamente tamizada y en constante movimiento por espas para conseguir una consistencia cremosa.

De esta forma se obtiene una producción de varias piezas consecutivas, que carecen de exclusividad, pero que permiten un mayor abaratamiento de los productos. Esta técnica se utiliza en toda producción seriada obteniendo con un solo molde, infinidad de piezas.

12.2.4. Llenado de los moldes por apretón

En la preparación de las probetas de reflejo metálico el proceso se ha realizado por el procedimiento de apretón. Este tipo de cerámica necesita un cierto grosor que impida posibles fracturas en el proceso de cocción.

Con el molde de yeso ya realizado, se efectúa una plancha de barro con el grosor deseado con la ayuda de dos listones y un rodillo, a continuación se embute dentro del molde presionando para evitar que pueda quedar algún rincón sin rellenar. De este modo la arcilla calca la forma del negativo del molde, y se obtiene un positivo o probeta en este caso. Una vez introducido el barro si se está seguro que éste ha penetrado en todos los rincones, se elimina el exceso y se deja a ras de la parte superior del molde.

El barro sobrante se vuelve a regenerar humedeciéndolo y aportando la humedad que ha perdido en su contacto con el yeso. Este barro debe de estar cerrado en un recipiente, de este modo se evita que agentes externos lo contaminen. Si este se hubiese secado se debería de regenerar con la adición de aditivos que ayuden al barro a devolverle la plasticidad necesaria o su resistencia a la deformación⁸.

En este proceso como en el del torneado se debe tener la precaución que el barro ya ha sido amasado con energía y con un movimiento continuo de delante hacia atrás como si de pan fuese, pues solo de esta forma se eliminarán posibles burbujas de aire que estallarán en el horno una vez sea cocida.

⁸ El aditivo más utilizado para proporcionar resistencia a la pasta es la chamota. Se trata de la misma pasta cocida con diferentes granulometrías. Esta chamota añadida a la pasta mejorará su consistencia e incrementará su resistencia a la deformación. Puede variar desde el polvo fino hasta una granulometría arenosa.

Para la plasticidad se puede añadir arcilla de bola. Es un plástico que se añade para incrementar la plasticidad, aumenta la fuerza mecánica de las patas de barro y la barbotina, y proporciona un excelente resultado en los esmaltes. La bentonita que es una ceniza volcánica también se añade para devolver plasticidad a la pasta cuando se añade en cantidades sobre un 5%.

El barro una vez ha perdido parte de su humedad, se desprende de las paredes del molde y adquiere la consistencia suficiente para ser manipulado, se puede voltear y sacarlo del molde. Con la dureza de cuero, se repasa con instrumental o cuchillas y una esponja húmeda, eliminando pequeños detalles de imperfección ocasionados por defectos en el molde o en la manufactura de las probetas.

El grosor en este caso viene determinado por el grosor del molde, pero la reducción y disminución del volumen de la probeta, vendrá determinada por la clase de barro que se utilice. El barro suele encoger o contraer en tres fases, la primera cuando seca, la segunda vez cuando se bizcocha y la tercera cuando se cuece a su máxima temperatura, aunque es en la fase de bizcochado cuando más agua pierde.



Figura 37. Llenado con barbotina



Figura 38. Llenado de los moldes por apretón

12.2.5. Secado de las probetas

En este paso previo a la cocción, se tuvo en cuenta la dificultad de esta fase. Este proceso para todas las probetas de cerámica se realizó de forma gradual sabiendo a priori que se encuentra entre aquellos más delicados, pues un secado rápido ocasionaría roturas o deformaciones que posteriormente son difíciles o imposibles de corregir.

En este proceso de secado, el agua mezclada desaparece, la arcilla se endurece conservando la forma y tomando un color más claro, pero también se vuelve frágil. Con la evaporación del agua se cierran los poros y la arcilla encoge. Esta contracción o merma es mayor en el primer tiempo de secado, y cesa al llegar al límite de merma.

Aunque es una transformación lenta y controlable, se deben de tener en cuenta que la duración del secado depende de la temperatura y grado de humedad del local, ya que la arcilla al ser higroscópica absorbe humedad del aire y la pierde si es calentada a 125° evaporándose dicha agua. Así de esta manera para que el secado pueda continuar, el aire debe renovarse con aire nuevo y seco.

Este no era el caso al tratarse de formas regulares y con grosor homogéneo, pero en piezas cerámicas se debe tener la precaución de controlar las diferentes mermas, es decir, la contracción se inicia en el exterior y paredes delgadas y es aconsejable tapar con trapos mojados. Si hubiese hecho falta, se podría haber colocado las probetas en secaderos o cerca de los hornos cuando estos se encuentran en funcionamiento.

12.2.6. Primera cocción

La primera cocción, bizcochado o cochura, es aquella en la que el barro se endurece y adquiere aquella resistencia que permite ser manejada con bastante despreocupación. En este proceso las piezas pueden tocarse unas a otras, o ser cocidas y apiladas sin miedo a que se peguen entre sí. La temperatura de cocción es siempre y por lo general más baja que la segunda cocción. La primera premisa que se debe tener en cuenta para acometer esta cocción, es que las piezas deben de estar totalmente secas, o bien por el contrario si se tiene prisa y se deben de cocer antes, se realiza un precalentamiento sobre 300°C que permita expulsar el resto de humedad que tienen las piezas. Si este paso no se realiza y no se expulsa de manera gradual, resultaría perjudicial apareciendo posibles fracturas.

La mayólica empleada en las probetas destinadas en la manufactura del siglo XVIII se ha cocido a una temperatura de unos 1000°C, temperatura idónea para proporcionar una consistencia al barro y perder la fragilidad que hasta ese momento posee la arcilla.

La terracota ferruginosa calcárea, barro empleado en la confección de las probetas para reflejo metálico, se ha bizcochado a una temperatura comprendida entre 1000 -1020°C, dando a la arcilla un tono mucho más claro.

Cada tipo de cerámica requiere una curva de temperatura-tiempo distinta. En los pasos de cocción se suceden transformaciones graduales físicas y químicas a medida que la temperatura asciende. Hasta los 200°C, el calor elimina el agua de hidratación no eliminado en el proceso de secado, siendo delicado este paso por los movimientos de contracción. De 300-600°C se realiza la combustión de las materias orgánicas, y sobre los 450-650°C se libera el agua químicamente combinada. En los 575°C se produce un cambio crítico con la transformación del cuarzo, y por último entre los 800-1000°C se descomponen los carbonatos y la oxidación de la pirita. El enfriamiento de la arcilla transformada en cuerpo cerámico, debe ser lento y progresivo. Las dos cocciones se han efectuado en una cocción con atmosfera oxidante, es decir libre de humos.

Un dato muy importante, que no conviene olvidar, es que el óxido de cobalto, empleado para las tonalidades azules, se debe de pintar cuando el barro está totalmente seco y con la pieza en crudo, es decir bajo cubierta. Solo durante los siglos XIV-XVI el óxido de cobalto se aplicaba con la pieza en su primera cochura y antes de ser barnizada, siendo totalmente independiente, tanto si llevaba una cubierta transparente, como si se incluía un opacificante a base de óxido de estaño.

Las probetas un vez secas se introdujeron en el horno para ser bizcochadas. Todas se colocaron lejos de los mecheros, de esta forma la llama no incidía directamente o próxima a las piezas, con la posibilidad de rotura por un fuego directo. Por el aprovechamiento del espacio y sabiendo a priori que las piezas no

se iban a pegar, se dispusieron tocándose en los laterales. Las probetas en esta fase adquieren una consistencia alta y continúan siendo porosas.

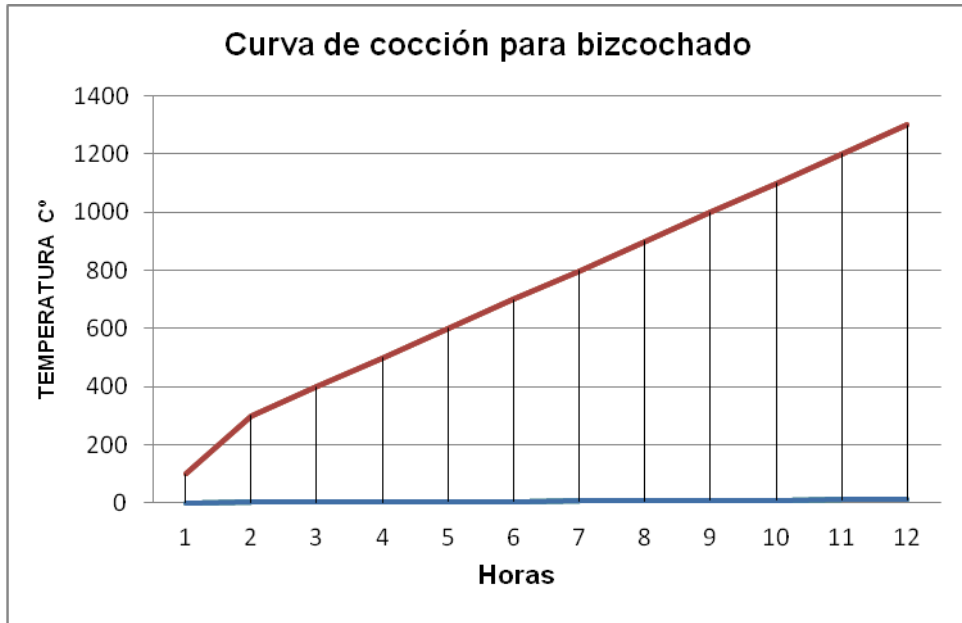


Figura 39. Curva de cocción de la pasta en la fase de bizcocho

12.2.7. Barnizado de las probetas

El proceso del barnizado por medio de un vidriado es la acción acometida una vez se han extraído las muestras del horno.

El vidriado, más que una técnica decorativa que dota a la superficie de textura y color especial, se trata de un procedimiento que el ceramista utiliza además por otras razones, la más importante es que un buen vidriado proporciona un recubrimiento impermeable. Básicamente un vidriado es un vidrio fundido sobre la

superficie de la arcilla, que se obtiene con cierto número de minerales. Como regla general todos los vidriados para todas las temperaturas de cocción necesitan tres ingredientes esenciales: sílice, fundente y alúmina.

Las probetas que se han realizado para decorar con los colores del siglo XVIII se les ha aplicado un barniz plumbífero, es decir con un aporte de plomo en su composición⁹ que le confiere una apariencia opaca. Este barniz se compone de una mezcla de calcina, arena y sal común, y una cantidad más o menos importante de sales sódicas o potásicas, que hacían de fundentes. Si la calcina comprendía menos del 10% de estaño, servía para las cubiertas transparentes, y si contenía más de un 20% se empleaba para formular los barnices opacos.

El barniz empleado y aplicado para las probetas de reflejo metálico, es un barniz a base de estaño. Este barniz ha pasado de ser transparente a ser más blanco, y en la actualidad a ido cada vez volviéndose más transparente. Esto ha dependido de la pasta y del coste del estaño, por este motivo cuando la pasta era más blanca se podía permitir el colocar una cubierta con menos estaño, dejando de lado la mezcla de pasta que la hacía más amarillenta y obligando a poner más estaño con el sobrecoste que ocasionaba en los ceramistas. Este es un barniz o vidriado estannífero perfeccionado sobre un soporte vitrificado blanco, opaco y brillante logrado en la Edad Media con unas temperaturas de 800°. En esta cochura se obtiene también la vitrificación del azul de cobalto.

⁹ La invención de los vidriados de plomo en el Oriente Próximo, se produjo alrededor de 1000 a.C, y fue un hito en la historia de la cerámica. El óxido de plomo se funde a 886° y se enfría formando un vidrio. El vidrio formado por óxido de plomo solo es demasiado blando, pero cuando el plomo se funde con sílice y otros óxidos forma un vidrio práctico y hermoso, dando vidriados valiosos por su transparencia y brillo.



Figura 40. Batiendo el barniz



Figura 41. Barnizando las probetas

Tabla 19. Fórmula para realizar una cubierta para reflejo metálico

FORMULA EMPLEADA PARA LA REALIZACIÓN DE LA CUBIERTA PARA REFLEJO METALICO	
FRITURA ¹⁰	100 gramos
CUARZO	75 gramos
SODIO	10 gramos
TOTAL	185 gramos

¹⁰ En algunos libros se podrán encontrar la fritura de plomo como *Acercó ben fosa*, el cuarzo como *arena*, y el sodio como *sal*.

El barnizado de ambas muestras se ha realizado por baño, es decir, las piezas son sumergidas en el barniz con un pequeño movimiento permitiendo que el vidriado se distribuya por toda la pieza. El barniz debe encontrarse en un estado fluido batido previamente para facilitar una mezcla homogénea entre el barniz y el agua.

Las probetas que se han realizado para los colores del siglo XVIII, se les han aplicado posteriormente el propio barniz administrado a pistola para homogeneizar la superficie. Cualquier parte que pudiese estar en contacto con el horno se debe limpiar con la ayuda de un instrumento metálico y una esponja humedecida en agua.

12.2.8. Segunda cocción para las probetas de reflejo

Las probetas de reflejo a diferencia de las del siglo XVIII, deben de cocerse después del barnizado, para que la superficie esté óptima para poder ser pintada a pincel, de no ser así la propia pincelada movería el barniz. Esta técnica y sus resultados dependen de la aplicación correcta.

12.2.9. Decoración

En las probetas de siglo XVIII era primordial que todas fueran pintadas al mismo tiempo, y se realizaran por colores. El barniz se encontraba seco pero no cocido, es aquí donde se debe controlar la consistencia del óxido aplicado pues se puede provocar el movimiento del barniz si aportamos demasiada humedad, o estropear el barniz si este se encuentra demasiado seco.

Todas fueron pulverizadas a pistola, de esta forma se les atribuía una homogeneidad satisfactoria para las posteriores pruebas. El pulverizador es un método cómodo, pero existe una pérdida considerable de materia. Así mismo es un proceso delicado, una mala aplicación con un barniz acuoso, producirá burbujas si la capa es gruesa.

Generalmente no se precisan medios adherentes para fijar el barniz ya que la pieza porosa absorbe la humedad del barniz y crea una capa en toda la superficie de la pieza. Los colores se encuentran disueltos en agua preparados para ser rociados.

Para los azules claros y oscuros se ha empleado el óxido de cobalto, para la obtención de los verdes y los metalizados, el óxido de cobre. Para las probetas naranjas el óxido de hierro, para los amarillos el óxido de antimonio. Y las probetas marrones, con el óxido de manganeso.

Tabla 20. Diferentes óxidos empleados en las probetas del siglo XVIII

Material	Fórmula	P. molecular	P. equivalent	Fórmula cocida	P. cocido
Oxido de antimonio	Sb_2O_3	292	292	Sb_2O_3	292
Oxido de Cobalto	Co_3O_4	241	80	CoO	75
Oxido de Cobre	CuO	80	80	CuO	80
Oxido Férrico	Fe_2O_3	160	160	Fe_2O_3	160
Oxido de manganeso	$MnCO_3$	115	115	MnO	71

Tabla 21. Fórmula para realizar el reflejo metálico

FÓRMULA EMPLEADA EN EL REFLEJO METALICO ¹¹		
	m(g)	% peso
Oxido de hierro	700	4,05
Oxido de cobre	300	17,16
Restos de la limpieza	600	34,32
Nitrato de plata	8	00,46
Mercurio	40	02,29
Azufre	100	05,72
TOTAL	1.748	100,00

12.2.10. Segunda cocción para las probetas del siglo XVIII

La cocción es un procedimiento de extremada delicadeza y muy importante, pues es la parte en que el éxito o el fracaso final sale a flote. Una vez que la pieza sale del horno se convierte en un cuerpo cerámico estable y duradero, es entonces cuando la amalgama de componentes y condicionantes expuestos con anterioridad dan su fruto. De esta forma es como el arte menos conocido ha

¹¹ De igual modo se puede obtener la decoración del reflejo metálico con la mezcla integrada por sulfuro de cobre y de plata o a veces solo cobre, almagra y cinabrio. Al calentar dicha mezcla se volatiliza el mercurio, combinándose el azufre con dichos metales (sulfuros de cobre, plata y hierro). Tras moler lo que se obtiene, se disuelve en vinagre, aplicándose mediante una pluma sobre la superficie a decorar. Son varias las formulas que se pueden obtener en la lectura de varios libros, aunque muchas de ellas radican en la proporción de sus componentes. Aunque en teoría se conocen bien las técnicas del dorado, la práctica presenta muchas dificultades, habiéndose perdido las antiguas formulas transmitidas con gran secreto de padres a hijos.

podido llegar a nosotros. La cerámica vidriada debe de manejarse muy cuidadosamente para evitar estropear la delicada capa de vidriado en verde.

De los tres elementos indispensables para la combustión, el oxígeno abunda libremente en la atmósfera terrestre, los otros dos son proporcionados por los combustibles. En la combustión el carbono y el hidrógeno reaccionan con el oxígeno del aire, dando lugar a anhídrido carbónico y a agua bajo la forma de vapor, al mismo tiempo que las sustancias sólidas no combustibles perduran en forma de cenizas.

El primer cambio efectivo en el vidriado durante la cocción es la volatilización del carbono y el azufre. Así a la temperatura del rojo, el carbono del carbonato cálcico CaCO_3 se convierte en el CaO . Estos cambios no causan dificultades y el calentamiento del horno puede realizarse bastante rápidamente durante las primeras etapas de la cocción ya que no se realiza ningún tipo de deshidratación.

Después de alcanzada la temperatura del rojo los vidriados comienzan a sinterizarse esto es, se aglomeran sobre la cerámica en un recubrimiento tenaz. La sinterización es debida al comienzo de fusión de algunos de los ingredientes del vidrio.

Durante la fusión la mayoría de los vidriados pasan a través de una etapa de ebullición o burbujeado. Cuando los vidriados están fundidos y a su temperatura de maduración o cercanos a ella son líquidos viscosos extendidos lisamente sobre la superficie de la cerámica. Cuando el horno se desconecta y la temperatura comienza a descender los vidriados se enfrían y se solidifican gradualmente.

Las probetas colocadas en las bandejas del horno, se situaron con una separación de un centímetro para evitar que al fundir el vidriado estas se pegaran unas a otras. De igual modo, las bases se limpiaron para impedir que se adhiriesen a las placas del horno.

12.2.11. Tercera cocción

Las probetas para siglo XVIII se han cocido en un horno de gas de seis mecheros en una cocción oxidante¹², donde prevalece el oxígeno produciendo un ambiente limpio. Como consecuencia de cocer en un horno de gas y no eléctrico¹³ ha comportado el cocer las muestras por colores, es decir, poner todas las muestras del mismo color en el mismo lugar dentro del habitáculo y cocer al mismo tiempo. De esta forma se han evitado posibles variaciones en tonalidades dentro del mismo color como consecuencia de estar una muestra cerca del mechero y otra alejado de él, la incidencia de la llama afectaría el color resultante.

De igual modo, que cualquier soporte cerámico dentro de un horno que se prepara para recibir la cocción, estas muestras deben de estar limpias en su base, y no tocarse entre ellas bajo ningún concepto.

Las probetas de reflejo metálico se han sometido a una cocción reductora¹⁴ en un horno de gas de cuatro tiros o mecheros.

La mayor dificultad de esta técnica radica en la posterior cochura. Una vez obtenidos los 600°C de temperatura exigidos para la obtención del dorado, se cierran los tiros, buscando obtener una llama reductora, es decir, una combustión en una atmósfera de poco oxígeno y abundante hidrógeno y carbono que oxidan

¹² ROS FRIGOLA, M^a Dolors, *Cerámica artística*. Op. Cit. "En la combustión el carbono y el hidrógeno reaccionan con el oxígeno del aire, dando lugar a anhídrido carbónico y a agua bajo la forma de vapor, al mismo tiempo que las sustancias sólidas no combustibles perduran en forma de ceniza. En la cocción oxidante dentro del horno prevalece el oxígeno sobre los otros dos, produciéndose un ambiente limpio".

¹³ Los hornos eléctricos mantienen un calentamiento mucho más controlado que un horno de gas, donde el funcionamiento de cada mechero proporciona una conducta distinta.

¹⁴ ROTHENBERG, polly, *Manual de cerámica artística*. Ediciones omega S:A, Barcelona 1976. "En este tipo de cocción la combustión no tienen bastante aire y el carbono y el hidrógeno oxidan solo parcialmente formando hollín, humos negros y un menor rendimiento térmico, y convirtiéndose en monóxido de carbono. Este hollín posteriormente es eliminado con agua".

parcialmente, lo que supone la presencia de mucho humo, hollín y un menor rendimiento térmico. La falta de oxígeno determina que la atmósfera del horno absorba el oxígeno de los óxidos metálicos de la mezcla aplicada sobre las probetas, quedando los metales sobre estas en su estado normal. Después de haberse cocido las probetas estas se encontraban negras en su superficie. Cuando se elimina el hollín frotándolo en húmedo, aparece la decoración dorada sobre el blanco estannífero, este se limpia en un recipiente y posteriormente se volverá a aprovechar para posteriores cocciones (cosela).

Si esta cocción se hubiera efectuado en una atmósfera con llama viva, es decir, en una atmósfera del horno saturada de oxígeno, no se hubiese producido la reducción correcta, no depositándose los metales en toda su pureza, sino oxidados, dando la plata tonos negros y el cobre verdes.

Para poder demostrar cómo afectan los condicionantes atmosféricos adversos a las nuevas técnicas de manufactura, se debían emplear los sustitutivos que emplean algunos ceramistas al reflejo metálico. Los lustres son una forma de decoración sobre el vidriado en la cual se desarrolla una película metálica sobre la superficie del vidriado.

Los lustres producidos en oxidación se aplican al vidriado en forma de sales metálicas combinada con resinatos más un medio oleoso. El resinato sódico se prepara hirviendo juntos lejía y resina, este material se combina luego con una sal metálica bien sea en forma de cloruro o nitrato. Corrientemente se utiliza como medio el aceite lavanda. El lustre se pulveriza o como en este caso se pinta con pincel sobre la superficie vidriada. En la actualidad se pueden comprar lustres de 10 quilates listos para usar siendo totalmente satisfactorios sus acabados.

Las probetas para los lustres se han cocido a una temperatura muy baja, sobre unos 750°C, en lo que se denomina una sobrecubierta.



Figura 42. Probetas decoradas a pistola

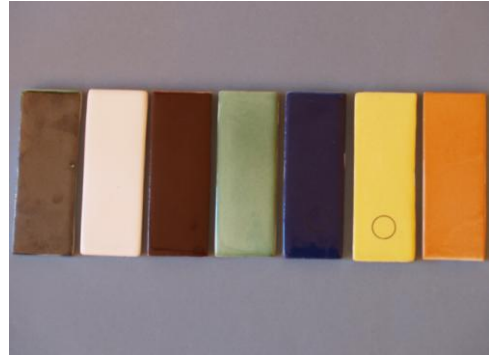


Figura 43. Probetas cocidas



Figura 44. Limpiando las probetas

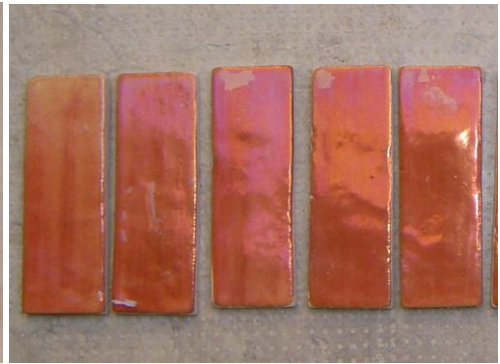


Figura 45. Resultado de las probetas de reflejo

12.3. Preparación de las probetas de escayola

12.3.1. Moldes de silicona

Las probetas realizadas con las distintas escayolas tuvieron que ser reproducidas por medio de un molde que permitiera un desmoldeo fácil, estable, pero a la vez flexible, permitiendo un grosor considerado y no perjudicando en el posterior fraguado.

Este proceso de extracción de muestras directa, se efectuó extrayendo positivos de un molde de elastómero RTV silicónico SILASTIC 3483/83. Es un caucho de

silicona de propiedades excepcionales para el trabajo en cuestión, siendo altamente resistente y de elevada fluidez. Se trata de un producto de dos componentes compuesto por una solución fluida y un endurecedor SILASTIC 83, que al ser mezclados catalizan a una temperatura ambiente mediante una reacción de condensación, volviéndose óptimo ante los desgarros y la flexión o torsión. El molde tenía cuatro negativos de 11 x 4 teniendo en cuenta la no reducción de las distintas escayolas.

Tabla 22. Fórmula de la silicona empleada en los moldes

PROPIEDAD	VALOR
Mezcla de base y agente de curado (100:5 en peso)	
Viscosidad en la mezcla	15.000
Color	Azul claro
Tiempo de aplicación de la mezcla catalizada a 23°C (73,4°F)	90-120
Tiempo de curado	24
Curado después de 7 días a 23°C (73,4°F)	
Dureza (Shore A)	
Resistencia a la tracción	2.1
Alargamiento de rotura	450
Resistencia al desgarre	6
Densidad relativa a 23°C 73,4°F)	1,15
Contracción lineal	0,4-0,5

12.3.2. Elaboración de las distintas probetas de escayolas

Las probetas de escayola se han realizado sobre un molde de silicona. Este molde ha permitido su desmoldeo fácil. Todas ellas se han efectuado con las mismas dimensiones, permitiendo valorar posteriormente cualquier cambio producido en su proceso de un envejecimiento artificial. No se puede olvidar, que el fin de estas probetas de escayola, es el de reproducir lo más fielmente posible las mismas alteraciones que puedan sufrir las distintas probetas de cerámica. De este modo, podremos evaluar aquellas que se encuentran entre los parámetros de escayolas idóneas para una buena reintegración volumétrica.

Las probetas se realizaron mediante un proceso de vertido directo. Como se citó con anterioridad, para la obtención del molde se utilizó un elastómero RTV Silastic. Este caucho permite por sus propiedades mecánicas, resistentes y de elevada fluidez, ser un perfecto producto bicomponente con base fluida, para la realización de moldes, siendo capaz de calcar cualquier forma del original.

Las escayolas en polvo, fueron pesadas, así como la proporción del agua, para cada llenada de cinco probetas. Aunque a priori las escayolas se suponen son parecidas, este control en volumen se realizó para poder reproducir en cualquier momento los mismos parámetros y condiciones de las distintas escayolas para futuras reproducciones si se diera el caso¹⁵. No podemos olvidar en el proceso de elaboración de las probetas, que se debe de depositar la escayola sobre el agua deseada, y no volver a añadir escayola una vez esté batida, en caso contrario esta escayola se haría mala, no fraguando y convirtiéndose en escayola muerta. Así mismo, se debe de tener la precaución de no mezclarla con agua caliente, pues de este modo el tiempo de fraguado se aceleraría con mayor rapidez.

¹⁵ Si bien, el aporte de alguna resina vinílica da un poder de flexibilidad a la escayola, se optó por no añadir ninguna, pues considerábamos que se adaptaba mucho mejor a un estuco que a una reconstrucción volumétrica. Las resinas empleadas a menudo en estucos son Mowilith, acril 33, entre otras.

Tabla 23. Tabla de los materiales seleccionados y proporción de mezcla para la reconstrucción volumétrica

NOMENCLATURA	VOLUMEN DE AGUA, ml	MASA EN POLVO, g
ALAMO 70 (A7)	300 ml agua ¹⁶	450
EXADURO BLANCO (EXB)	300	450
EXADURO AZUL (EXZ)	300	450
EXADURO ROSA (EXR)	300	450
DURO 6 (D6)	300	450
ARQUERO (AR)	300	450
HERBODUR (HB)	300	450
HEBOPREN (H)	300	450
FIMO (FIM) ¹⁷		

Así como la justificación que se hizo con anterioridad para la selección de las diferentes masillas, como en cualquier proceso de restauración se necesita unos parámetros idóneos, donde las escayolas aportadas en una intervención, sean las idóneas para cada paso efectuado en dicho proceso.

¹⁶ La proporción de agua y las distintas escayolas se ha efectuado para el llenado del molde completo, es decir la realización de cinco probetas en cada colada.

¹⁷ El fimo es un compuesto que se debe amasar, rellenar en el molde, o efectuar una plancha, cortar y cocer a 130° durante media hora. Nunca sobrepasar ese tiempo, pues los vapores salen a flote, siendo tóxicos.

La elaboración debe ser de proceso fácil, ya que una manufactura laboriosa retardaría los procesos de ejecución en cualquier restauración.

Es importante conocer las propiedades de la escayola que se va a emplear, su tiempo de fraguado, las recomendaciones del fabricante, las proporciones que se aconsejan, así como el inicio del tiempo de fraguado. De este modo, al conocer el tiempo de manipulación, permitirá dedicarle el tiempo necesario a cada intervención.

Es de gran relevancia conocer el nivel de dureza de cada escayola, ya que de este dato se valorarán los distintos pasos como puedan ser la manipulación posterior, o el nivel de nivelación y acabado que permite.

Aunque aquí las escayolas se han aplicado por medio del vertido líquido, se debe de tener en cuenta, que cada paso en una restauración, puede implicar necesariamente otros modos de aplicación, así pues cada escayola empleada tiene que poder permitir la aplicación en diferentes estados de consistencia.

Al igual que la dureza, averiguar el nivel de contracción permitirá subsanar posibles agrietamientos durante el secado.

El nivel de porosidad de las escayolas una vez estas estén secas, determinará el nivel de humedad que necesita la pieza cerámica en cualquier restauración. Como en cualquier proceso el material aportado cederá con demasiada rapidez su humedad si el original no está saturado de agua. La adhesión al soporte original, vendrá determinada por el nivel de la escayola para introducirse en los poros, dejando una unión perfecta entre original y reintegración.

Cualquier escayola que aportemos en una restauración debe ser suficientemente reversible, como para poder ser retirada sin daño alguno a la pieza original.

Las condiciones en las que se han elaborado las probetas de escayola, han estado en todo momento controladas, de este modo, la humedad relativa y la temperatura, han logrado que el tiempo de fraguado y su posterior resultado hayan

sido satisfactorios. La temperatura estuvo sobre 20°C, y la humedad relativa sobre el 65%.

Todas las escayolas secas se trataron con una lija del número 1200 en cuanto a granulometría, pero cabe destacar que la parte utilizada es la que está en contacto con el molde y esta sale con la superficie lisa provocada por la buena manufactura del negativo.

La aportación en los ensayos, del material contemporáneo Fimo, vino supeditada por el análisis e investigación de nuevos materiales de reconstrucción volumétrica. Así como en la suplencia del dorado por lustres, menos costosos en cuanto a ingredientes y proceso de elaboración, el Fimo es un material moldeable que puede ser de fácil aplicación en intervenciones verticales, se debe de endurecer a temperaturas sobre 130° y puede ser lijado, pintado, etc...



Figura 46. Llenado con escayola

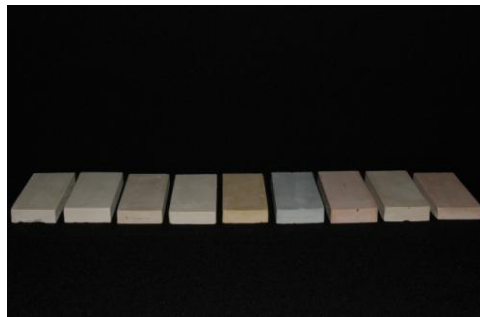


Figura 47. Probetas de escayola

13. INSTRUMENTACIÓN Y PROCEDIMIENTOS EXPERIMENTALES DE ANÁLISIS

Dentro de la observación de las obras de arte, así como de su estado de conservación y las alteraciones que estas sufren, los análisis empleados para conocer la morfología, los materiales con que fueron creados, y los distintos estratos son el aporte necesario para poder no solo evaluar los parámetros morfológicos o de alteración, sino poder justificar en qué proporción, pudiendo manipular los datos obtenidos tanto especificativo como cuantitativo.

Considerando las variaciones climatológicas que de forma diversa actúan en distintos lugares de la Comunidad Valenciana, se ha optado por indagar en aquellos factores o algunos de los que de forma casual provocan un considerable daño, como pueda ser solo en superficie, en sus estratos más superficiales, o bien por el contrario sobre el soporte en sí, alterando o modificando su visión optima que pudiera tener este tipo de obra.

Los ensayos se han realizado con la instrumentación perteneciente a varios laboratorios de la Universidad Politécnica de Valencia, como son: el Laboratorio de Análisis Físico-Químico y Control Medioambiental de Obras de arte y el Laboratorio de Óptica y Colorimetría del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio, y bajo la supervisión de las profesoras Dra. Dolores Julia Yusá Marco, Dra. Milagro Ferrer y Dra. María Luisa Martínez Bazán.

13.1. Instrumentación

13.1.1. Microscopia óptica (LM)

Las microfotografías fueron adquiridas con un microscopio estereoscópico modelo MZ APO de la marca Leica, con aumentos de 8x hasta 80x, con sistema fotográfico digital conectado e iluminación por fibra óptica bilateral. De igual modo, se empleo también el microscopio óptico de la marca Olympus BH-2, con aumentos de 50x hasta 1000x y una cámara fotográfica Nikon D50.

13.1.2. Análisis colorimétricos

La evaluación de los cambios cromáticos producidos en las probetas tras ser sometidas a distintos agentes de degradación: lumínico (UV), corrosión por contaminantes (SO₂) y por envejecimiento climático (T/HR), se han efectuado con un espectrofotómetro Minolta CM-2600d, siendo las condiciones de medida: iluminante estándar CIE tipo D₆₅ (luz día, temperatura de color 6500° K) y el observador estándar 10°.

Los datos se han tomado con componente especular incluida (SCI), que minimiza la influencia de las condiciones de la superficie de medida y con componente especular excluida (SCE), que corresponde más cercanamente a la evaluación visual profesional. Estos dos modos de medida (con y sin brillo) se han incluido a fin de valorar las variaciones de brillo experimentadas por las probetas

Dado que las dimensiones de las probetas lo permitían, hemos elegido el área de medida de 8mmØ, de esta forma podemos obtener automáticamente el valor medio de un área mayor de color.

El intervalo de longitudes de onda está comprendido entre 360 y 740 nm, cada 10 nm, siendo su rango fotométrico de 0 al 175% de reflectancia, con resolución 0.01%. En cuanto a su repetitividad presenta una desviación estándar de 0,1%, en reflectancia espectral, y de 0,04 para los valores colorimétricos de ΔE^*_{ab} (CIE 76).

La variación total de color (ΔE^*) se ha calculado de acuerdo con la formula¹⁸:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

¹⁸ MELGOSA, M, PÉREZ M, YEBRA A, HUERTAS R, HITA E. "Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color". OPTICA PURA Y APLICADA, Vol.34, 2001.

Siendo: $\Delta L^* = L^* \text{ final} - L^* \text{ inicial}$

$\Delta a^* = a^* \text{ final} - a^* \text{ inicial}$

$\Delta b^* = b^* \text{ final} - b^* \text{ inicial}$

A pesar de que las diferencias de color entre la medición control (previa a los procesos de envejecimiento) y las probetas sometidas a éstos, pueden ser percibidas ya para valores $\Delta E^* = 0.5$ en algunas áreas¹⁹, hemos considerado resultados significativos y representativos de cambios de color aquellas diferencias de $\Delta E > 2$.

Aunque Melgosa marca la línea visible sobre las 2 unidades, en el presente trabajo, y supeditado al material en estudio, marcaremos los cambios visibles a partir de 3 unidades.

13.1.3. Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR-ATR)

El equipo empleado fue el Espectrómetro Infrarrojo por Transformada de Fourier²⁰ modelo VERTEX 70 de la marca BRUKER OPTIK GmbH, operando con un sistema de reflexión total atenuada ATR MKII Golden Gate Attenuated Total Reflectance (ATR), con un detector FR-DTGS BRUKER OPTICS® con recubrimiento para la estabilización de la temperatura (fast recovery deuterated

¹⁹ Podría decirse que una diferencia de color entre 0.38 y 0.73 unidades CIELAB es una diferencia aproximadamente umbral o justamente perceptible, y calificar como 'supraumbral' una diferencia de color en torno a 1.75 unidades CIELAB. Por encima de 5.0 unidades CIELAB podríamos ya hablar de "grandes diferencias de color. MELGOSA, M, PÉREZ M, YEBRA A, HUERTAS R, HITA E. *Algunas reflexiones y recientes consideraciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color* Óptica Pura y Aplicada. Vol. 34, 2001

²⁰ GÓMEZ, M.P; GAZULLA, M.F; ZUMAQUERO, E; ORDUÑA, M. "Utilización de técnicas acopladas de análisis térmico TG-DSC-QMSFTIR en la caracterización de arcillas y composiciones cerámicas utilizadas en la fabricación de baldosas cerámicas. Cuantificación de compuestos de carbono". Instituto de Tecnología Cerámica. Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas. Universitat Jaume I, Campus Riu Sec, Castellón. España. pp. 259-266.

triglycine sulfate). Las condiciones de trabajo son: Número de escaneos coañadidos: 32; resolución 4 cm^{-1} . Los espectros fueron procesados mediante el software OPUS versión 5.0.

13.1.4. Microscopia electrónica de barrido con microanálisis de rayos X (SEM/EDX)²¹

Estos análisis fueron realizados en el Servicio de Microscopia de la Universidad Politécnica de Valencia. El equipo empleado ha sido un Microscopio Electrónico de Barrido marca JEOL, modelo JSM 6300 con sistema de microanálisis de Rayos X y un software Link-Oxford-Isis. Las condiciones de trabajo han sido: 20kV y $2 \cdot 10^{-9}$ A, y con una distancia de trabajo de 15mm. Las muestras analizadas fueron sombreadas con carbono.

13.1.5. Difracción de rayos X (DRX)

Los difractogramas de las distintas probetas fueron obtenidos con un Espectrómetro de difracción de rayos X marca Siemens modelo DMP 2000, operando con anticátodo de cobre. Las condiciones de trabajo han sido: barrido en 2θ desde 5.000° - 80.000° , pasó de 0.050° y 6s - 25°C (Room).

13.1.6. Ensayos de abrasión

Linear abraser modelo 5750. Piezas de abrasión con el diámetro de un lápiz, fueron las p/n: 130681 LOT#: BM09A2 H-18.

²¹ MARTÍNEZ MIRA, Isidro. "Análisis mediante microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) de la base de cerámica vidriada de un molde para soplar vidrio procedente de "augustobriga" (Talavera la Vieja, Cáceres)". *Universidad de Alicante*, 2006. pp. 195-214.

14. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL DE ANÁLISIS

14.1. Microscopia óptica (LM)

Con aumentos de 25x, 40x, 50x y 80x y con variaciones en la velocidad de disparo, se realizaron registros fotográficos con sistema digital, pudiendo observar las probetas cerámicas antes de someterlas y después de ser erosionadas.

14.2. Análisis colorimétricos

En cada una de las probetas a estudiar se realizaron, con rotuladores permanentes, unos círculos, del tamaño del área del medidor, para asegurar una exacta colocación de éste tras los envejecimientos. Sobre cada uno de los puntos seleccionados se han efectuado tres disparos consecutivos, a fin de detectar posibles anomalías de medición.

En cuanto a los espacios de color, comentar que se han utilizado los perceptivos CIELAB²² y CIELCH con los que se solventa el “problema”, inherente al CIEYxy, de no-uniformidad en las diferencias de color, que hace muy costosa la comparación de los resultados.

El primero de los sistemas (idóneo para la medición de fuentes secundarias, que son las que nos ocupan) ha servido como base para calcular la diferencia cromática total entre dos estímulos, a partir de la siguiente ecuación $\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$ (distancia euclidiana existente entre dichos puntos), mientras el CIELCH, nos ha permitido hacer más asequible la información, al incluir las magnitudes psicofísicas Tono(h^0), Cromo (C^*) y Claridad (L^*).

Las tablas de conversión léxica empleada cuando hablamos de los parámetros de claridad (L^*), tono (h^0) y Cromo (C^*), se han extraído de los apuntes realizados por

²² Factor de Luminancia L^* : la luminancia es cuantificada en escala de 0 hasta 100, donde 0 = negro, 50 = gris y 100 = blanco. Las coordenadas a^*b^* definen el grado de rojo (a^* positiva), verde (a^* negativa), amarillo (b^* positiva), y azul (b^* negativa). El aumento en los valores absolutos (positivo o negativo) de la a^* o de la b^* indica una mayor pureza del color.

la Dra. M^a Luisa Martínez Bazán, en la asignatura de “Colorimetría aplicada al campo de la Conservación y Restauración” (extraídos a su vez de su Tesis Doctoral²³). De este modo se han podido normalizar los términos empleados en todo momento. (Véanse las tablas adjuntadas en el anexo I)

14.3. Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR-ATR)

Se han analizado tanto las probetas de las pastas cerámicas y de las escayolas antes y después de ser expuestas a una atmósfera saturada con dióxido de azufre. Para ello, se obtuvo previamente una cantidad representativa de polvo finamente pulverizado de la superficie de todas las probetas, obteniéndose su correspondiente espectro IR mediante el accesorio ATR. Posteriormente se realiza la comparación espectral con el fin de discernir los posibles cambios químicos estructurales producidos o posibles alteraciones causadas por este agente.

14.4. Microscopia electrónica de barrido con microanálisis de rayos X (SEM/EDX)

Las muestras analizadas fueron las probetas antes y después de ser envejecidas por radiación UV y por atmósfera saturada SO₂. Fueron preparadas en forma de sección de corte pulido, englobadas en resina que polimeriza en frío y posteriormente recubiertas con carbono grafito.

14.5. Difracción de rayos X (DRX)

Se obtiene una cantidad representativa de polvo finamente pulverizado de la superficie de todas las probetas.

²³ Martínez Bazán, M^a Luisa. “Determinación de los colores existentes en la decoración al fresco, ejecutada por A. Palomino, en un fragmento de la nave central de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia”. Servicio de Publicaciones de la UPV (ISBN: 84-699-3405-8) 1999

14.6. Ensayos de abrasión

Las muestras han sido sometidas a ciclos predefinidos, valorando en todo momento el desgaste más superficial hasta la abrasión continua que poco a poco deteriora las capas subyacentes. Los ciclos se han seleccionado entre 30ciclos/min hasta 180ciclos/ min valorando el tipo de pigmento oxidado, el tipo de barniz, así como el tipo de pasta.

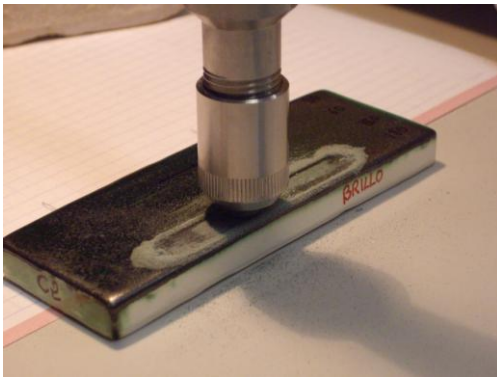


Figura. 48. Detalle de la abrasión en una probeta

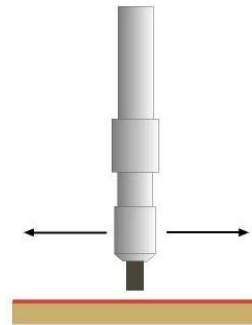


Figura. 49. Dibujo del cabezal

14.7. Ensayos de hielo/deshielo

Las probetas fueron pesadas antes y después de ser introducidas en agua, y sometidas a bajas temperaturas. Para ello, se empleó una balanza de precisión electrónica modelo KERN 440 con capacidad máxima de 40g y mínima de 0.001g.

Esta prueba se realizó con las especificaciones UNE (norma UNE-EN ISO 10545-12), que consiste en someter azulejos empapados a 50 ciclos de congelación (-5 °C) y calentamiento (+15 °C) sucesivos. De esta forma se ha podido determinar la resistencia al fracturado, ya que la cantidad de agua que absorbe un revestimiento cerámico puede ocasionar su destrucción por rajadura al momento de congelarse. Para determinar el grado de resistencia a la absorción de humedad y su posterior congelamiento se lleva a cabo esta prueba de resistencia a la helada.

Así mismo para precisar la capacidad de los azulejos de absorber agua se ha efectuado siguiendo la normativa UNE (norma UNE-EN ISO 10545-3), la prueba se lleva a cabo sumergiendo una pieza de revestimiento en un recipiente que contiene agua, es una prueba especialmente orientada a revestimientos exteriores, el resultado se determina por la variación entre el peso de la pieza de cerámico antes de entrar a la prueba comparado con el peso una vez haya absorbido humedad. Los porcentajes exigidos para un revestimiento de calidad varían entre Ia= $E \leq 0,5$, IIa= $3\% < E \leq 6\%$ y IIIa= $AA > 10\%$.

15. ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO

15.1. CÁMARA DE CORROSIÓN HÚMEDA²⁴: Envejecimiento artificial acelerado en atmósfera saturada de dióxido de azufre (SO_2).

15.1.1. Instrumentación

Cámara de corrosión en atmósfera saturada con dióxido de azufre, modelo VCK-300 de la marca DYCOMETAL.

15.1.2. Procedimiento experimental

Este tipo de ensayos de Corrosión Kesternich²⁵ está previsto para simular atmósferas industriales y atmósferas urbanas por medio de formación de atmósferas artificiales incorporando al aire anhídrido sulfuroso pudiendo integrar a veces dióxido de Carbono.

²⁴ ESCODA, L; LLEDÓ, M; SUÑOL, J.J; ROURA, P; CARDA, J; "Estudio sobre la resistencia química de baldosas cerámicas". Departament de Física, Universitat de Girona, Girona. Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals, Universitat Jaume I, Castelló de la Plana. pp. 85-88.

²⁵ Cámara de corrosión Kesternich Serie VCK. Dycometal. Ensayos y sistemas para ensayos: climáticos, térmicos, corrosión, vibración. Para control de calidad, investigación y producción.

Con el Ensayo de Késter nich se consigue una atmósfera artificial con la aproximación máxima a los resultados obtenidos al exponer metales en atmósferas naturales sulfurosas.

Dicho análisis comprende ciclos de 24 horas divididas en dos partes: la primera comprende 8h con la cámara cerrada y las probetas en su interior y expuesta a $40^{\circ}\text{C} \pm 2$ en el que se introduce 0,2 ó 2 litros/g., de anhídrido sulfuroso con una HR del 100%. Finalizada esta etapa se abre la puerta y se somete durante 16 horas parando la calefacción y exponiendo las probetas a temperatura ambiente del aire (según variante SFW de la DIN 50.0177 50.018). Este proceso concluye cuando se presenta una influencia inadmisibles en el aspecto de las probetas, o cuando se han alcanzado todos los ciclos establecidos.

Como se puede comprobar, varía la velocidad de la corrosión según la pureza del aire, de forma muy considerable con la concentración de anhídrido sulfuroso. Dichas concentraciones oscilan entre escasas cantidades por millón hasta 10.000 ppm, en función del grado de aceleración pretendido.

15.2. ENVEJECIMIENTO ARTIFICIAL ACELERADO POR RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Este ensayo se va a desarrollar mediante dos cámaras de luz ultravioleta. Una que está disponible en el Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio (IRP) de la UPV, y la otra, confeccionada por el doctorando. Debido a la disponibilidad de la primera cámara con un periodo determinado y breve, se decidió realizar otra que permitiese la exposición de las probetas a periodos más largos de luz ultravioleta.

15.2.1. Instrumentación

Cámara de envejecimiento artificial acelerado por radiación ultravioleta modelo QUV, de la marca Accelerated Weathering Tester. Utiliza 8 lámparas UVB-313EL (Q-Panel Lab Products) que reproducen los efectos dañinos de la luz solar, producen longitudes de onda corta UV con máximo de intensidad en 310 nm equivalentes a lámparas fluorescentes con 40 W, dispuestas en 2 bancadas de 4 lámparas cada uno.

Se mantiene la temperatura constante a 45C°.

La cámara diseñada y elaborada por el doctorando tiene tres tubos de mercurio o lámparas de Word, que emiten radiaciones ultravioleta de onda de entre 320 y 400 nm. Para controlar la emisión de radiación ultravioleta, se ha empleado, un UV Radiómetro Minolta UM-1, Receptor Unit UM -36 (310-400 nm).

15.2.2. Procedimiento experimental

El ciclo empleado en la cámara QUV, Accelerated Weathering Tester fue de 240h en ciclos de 48h.

La cámara experimental funcionó durante 730 h con la medición antes de empezar y posteriormente en ciclos de 24 horas de la intensidad de las lámparas con la ayuda de un UV Radiómetro, así de esta forma poder evaluar la intensidad y duración de las lámparas en todo el proceso.

Tabla 24. Medición lumínica de la cámara experimental

MEDICIONES CON EL UV RADIOMETER				CLICLOS DE 24 HORAS +10	
6,80	6,70	6,50	6,20	6,12	6,00
5,80	5,73	5,70	5,60	5,58	5,53
5,51	5,46	5,40	5,38	5,34	5,31
5,29	5,26	5,22	5,20	5,19	5,17
5,15	5,12	5,11	5,09	5,01	4,86
4,82	4,80	4,73	4,60	4,45	4,40

15.3. ENVEJECIMIENTO TÉRMICO. VARIACIONES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

En estos tipos de ensayos se realizan comprobaciones que van destinados a los cambios de estado de función de los distintos grados de T/HR. Los ensayos van divididos en tres sectores que son los de *calor ambiente*, *frío ambiente* y el de *humedad*.

El sistema de calor ambiente permite mantener dentro de la cámara una temperatura que sea superior a la del ambiente del lugar donde este emplazada. Sus resistencias blindadas y aletadas en acero inoxidable situadas en el interior en una doble cámara, permiten al calentarse mediante un circuito cerrado que el aire circule por este canal y se caliente por transmisión.

El sistema de frío ambiente consiste en enfriar la temperatura de la cámara útil hasta el punto que previamente se le haya fijado, siendo su funcionamiento muy similar al de calor ambiente. A este método se le introduce un evaporador frigorífico en el canal de circulación de aire, enfriando el aire y el enfriamiento se produce de una manera totalmente estable.

La humidificación permite mantener un punto de humedad relativa en el aire que puede ser dispuesto a nuestro antojo. Este sistema consiste en un calderín humidificador y en un evaporador de secado, este depósito de acero inoxidable, tiene unas resistencias calefactoras de inmersión, comunicado mediante unas conducciones con el canal interior de circulación de aire, este depósito mediante un sistema de electroválvulas y niveles electrónicos, se rellena de agua y se calienta dicha agua que se irá evaporando y circulara por las trompas o conducciones. Por consiguiente iremos introduciendo en ese aire un punto de vapor que no permite elevar la humedad relativa del mismo hasta el punto prefijado en los sensores.

15.3.1. Instrumentación

Cámara climática Dycometal²⁶ DI-100 con un rango de temperaturas de -25°C a 150°C, con un rango de HR de 15% a 98% y con una velocidad de refrigeración y calentamiento de 1 y 2°C/min.

15.3.2. Procedimiento experimental

Estas probetas fueron sometidas a ciclos divididos en grupos de 6h. Por consiguiente, el primer ciclo comenzó con la temperatura de la cámara y fue subiendo gradualmente hasta 40°C durante 6h, manteniéndose a esa temperatura otras 6h, y a continuación iniciar el ascenso hasta una temperatura de 80°C durante 6h, este ciclo se unió al segundo manteniendo dicha temperatura 12h que

²⁶ Cámara climática DI-100. Dycometal. Ensayos y sistemas para ensayos: climáticos, térmicos, corrosión, vibración. Para control de calidad, investigación y producción.

realizó el segundo ciclo de forma inversa al primero. Estos dos ciclos se repitieron durante 30 días.

15.4. ENSAYOS DE HIELO/DESHIELO

Un grave problema sobre la cerámica expuesta al exterior en zonas con temperaturas bajas, es la expansión del agua al solidificarse. El agua que penetra en las fisuras de los soportes cerámicos crea una presión al solidificarse, rompiendo dicho soporte. Dentro del grupo de agentes deteriorantes, no se puede olvidar de la acción del hielo y la erosión que provoca. Pero de igual modo, la presencia de cantidades de agua en estado líquido producirá alteraciones en soportes con un alto grado de porosidad. La comparecencia de agua en estos soportes, pueden subrayarse como una acción directa dentro del grupo de agentes de alteración, pero también como una puerta a la adición de agentes deteriorantes.

15.4.1. Procedimiento experimental

La comprobación de la resistencia de los soportes a condicionantes meteorológicos adversos se realizó del siguiente modo: las probetas fueron introducidas en agua caliente a 130° y a continuación en cajas con agua helada, pasando posteriormente a ser congeladas durante un mes. De este modo, se pudieron realizar dos pruebas a priori, antes de ser introducidas en las cámaras: una, la comprobación del nivel de porosidad de la pasta, y la otra, la respuesta de la arcilla al hielo.



Figura 50. Probetas en agua caliente a 130°

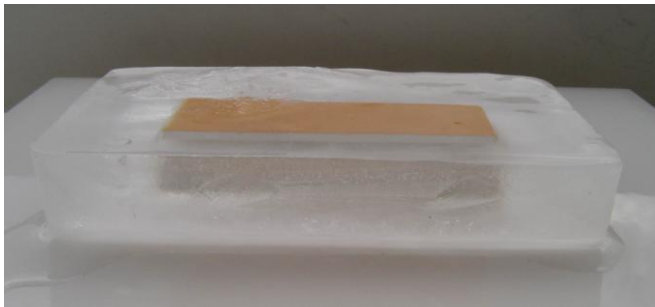


Figura 51. Probeta en hielo

Las muestras se pesaron en seco, se introdujeron en agua y se congelaron. Una vez extraída del hielo se depositó en un recipiente y se dejó escurrir, pesándolas a continuación.

Se realizó en cada probeta, pues el grosor era imperceptible pero evidente según el nivel de absorción del molde al efectuar el positivado de cada una de ellas.

El nivel de absorción de la muestra se calculó con la siguiente expresión

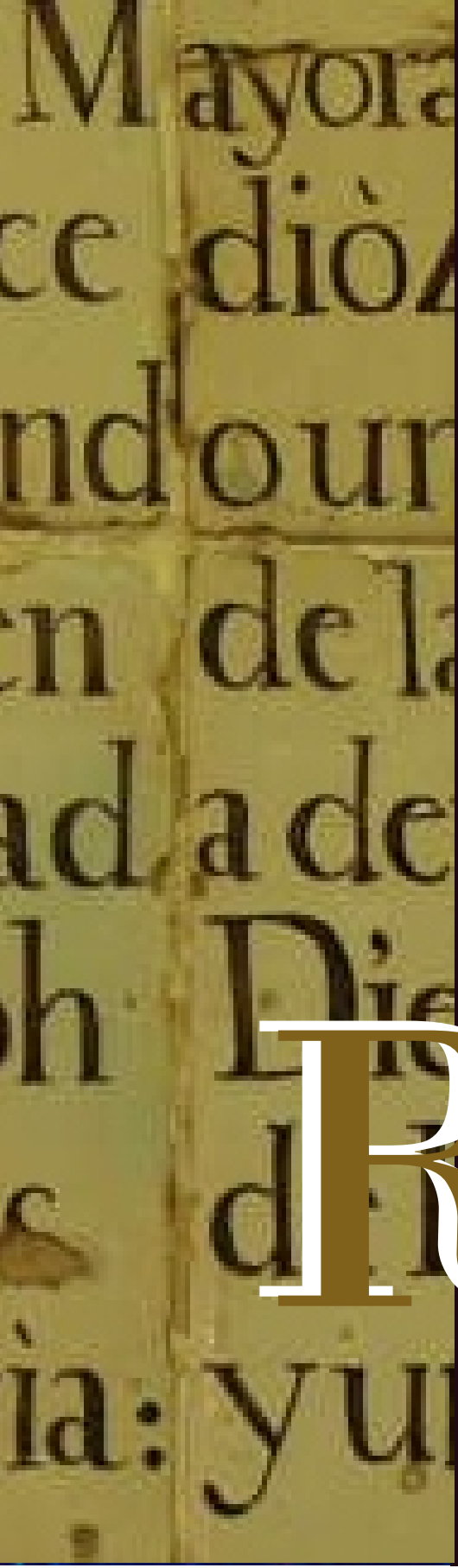
$$\frac{\text{Peso húmedo} - \text{peso en seco}}{\text{Peso en seco}} \times 100 = \text{Peso de absorción}$$

Selección de las probetas

Al igual que se realizó con las probetas de cerámica, de cada escayola se efectuaron once probetas, todas con las mismas características, de este modo se sometieron a los procesos de envejecimiento artificial al mismo tiempo que el resto.

Las probetas de escayola no fueron sometidas al análisis de abrasión, pues la abrasión efectuada era demasiado tosca y severa, y los resultados obtenidos no podían ser de ninguna forma concluyentes. Las escayolas sí que fueron sometidas al análisis de envejecimiento por temperatura y humedad, envejecimiento por corrosión, y envejecimiento por radiaciones lumínicas.

mo S.^t D.^m Andrés
de Valencia; con
Yndulgencia refa
del ante la Image
ora que está coloca
la: El P.Fr. Josep
con cedió 80 dia
ca da Ave Mar

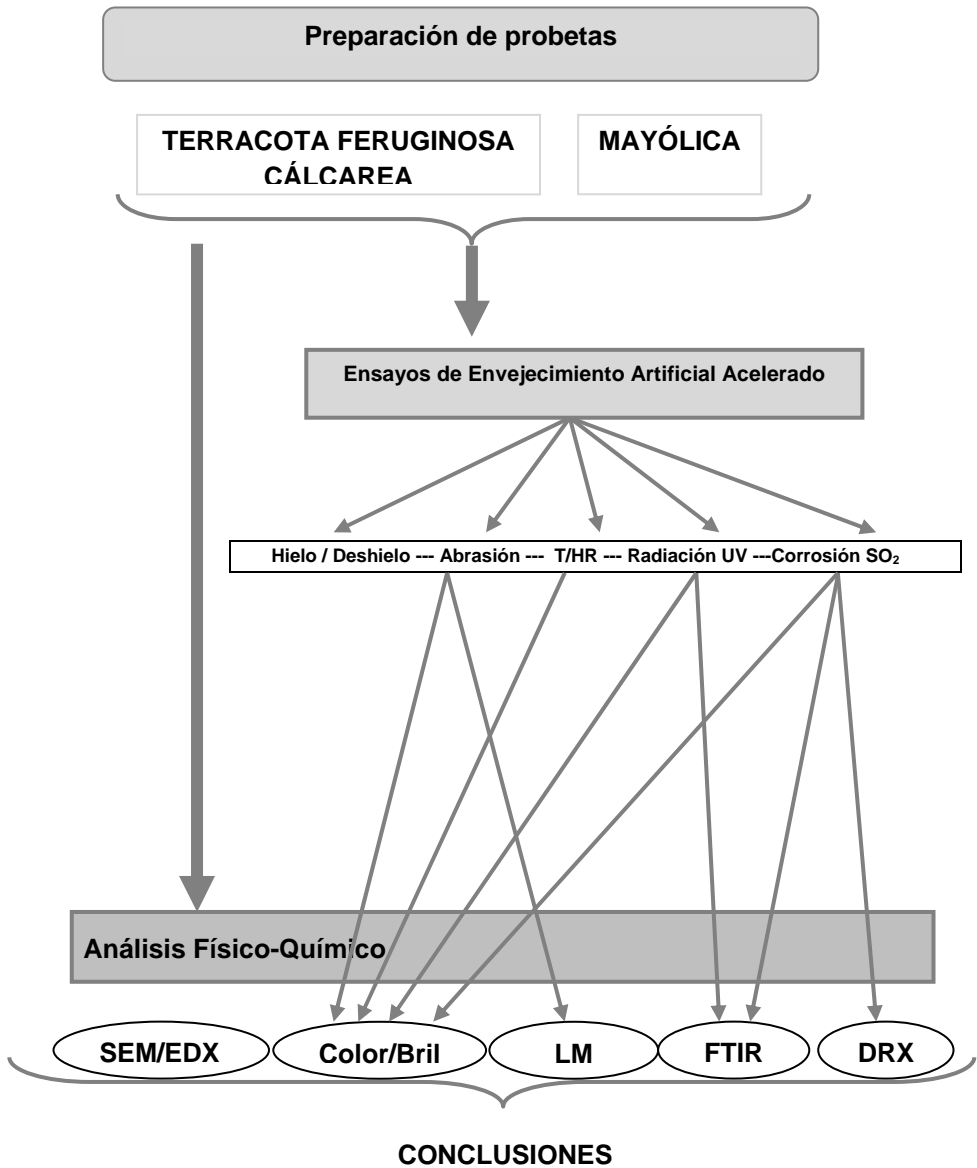


R

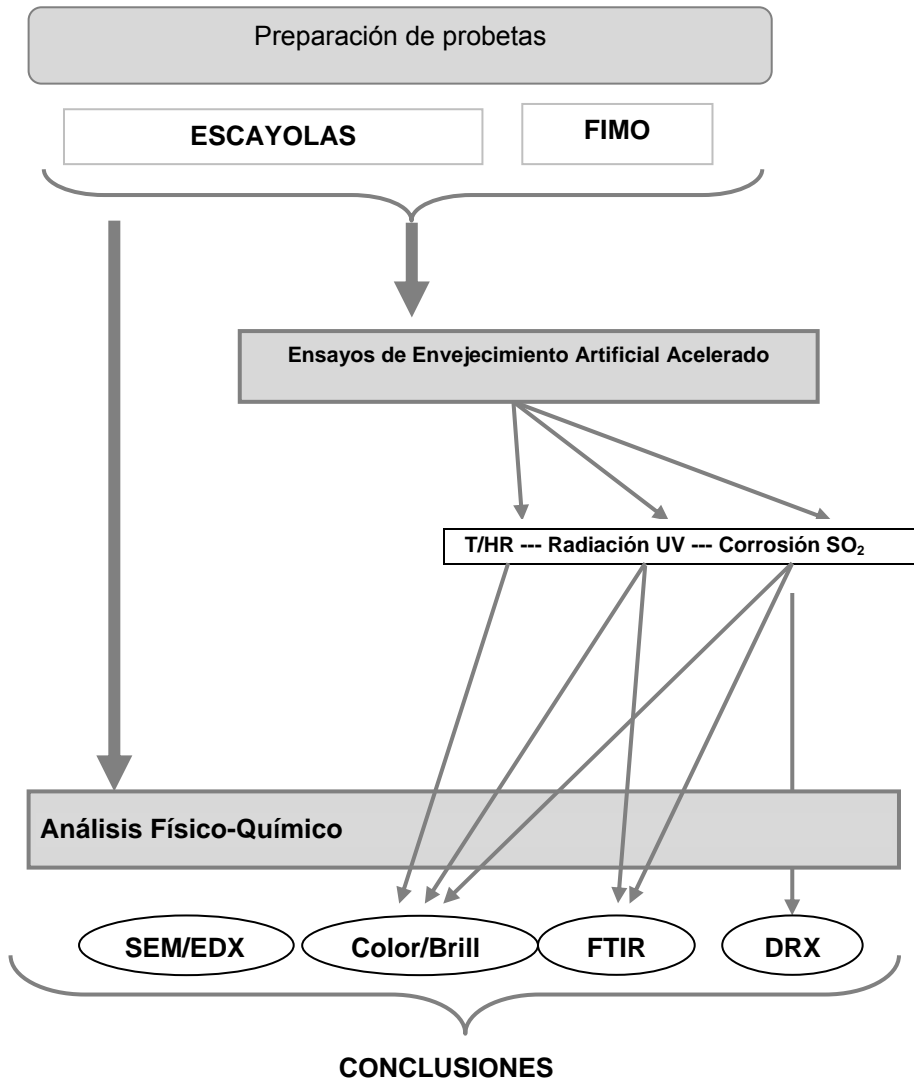
esultados
y discusión

DIAGRAMAS DE FLUJOS

Secuencia de la metodología experimental



DIAGRAMAS DE FLUJOS



16. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

16. 1. REVISIÓN CLIMATOLÓGICA

Una parte relevante para esta investigación sobre el material cerámico expuesto al exterior era la de obtener datos climatológicos de temperatura, humedad, precipitaciones, así como de velocidad del viento. De este modo se podrían evaluar los condicionantes semejantes aplicados sobre las probetas y las condiciones equivalentes y afines sobre obra original.

Las obras expuestas al exterior sufren condicionantes a menudo abruptos en circunstancias extremas por la climatología del lugar donde son situadas, así, de este modo, podemos encontrar cerámicas donde la humedad es muy elevada transmitiéndose a los muros donde se encuentran adosadas las cerámicas, siendo capaz de filtrar todo tipo de sales a la pasta; de igual modo que una humedad sobre el propio barniz produce una craqueladura que con el tiempo servirá de portal a otros agente destructores de las capas vítreas, llegando incluso a la exfoliación de la pasta.

Las obras situadas en lugares donde la temperatura es alta y la incidencia de los rayos solares son directa y continua, producen sobre la cerámica unos condicionantes negativos, en muchos casos la evaporación excesiva de la humedad si la tuviese, o el progresivo desgaste de los estratos más superficiales.

Así mismo, la velocidad y direccionalidad del viento produce el levantamiento de partículas de granulometría diversa que producen un desgaste sobre la superficie vítrea provocando múltiples daños.

Todas estas alteraciones se complementan además por la cercanía de los paneles cerámicos a calles donde el tráfico rodado es continuo y el monóxido de carbono es constante. Si cualquier alteración de las anteriormente nombradas ha actuado, habrá dejado una puerta de entrada para el monóxido, que no solo actuará sobre la superficie, sino que penetrará en capas subyacentes.

Por todo lo expuesto se considera de gran importancia conocer los datos climatológicos. Estos fueron solicitados al AEMET¹, dando la posibilidad de decidir dentro de los parámetros que ellos poseen y dentro del protocolo de actuación, valores de cuatro puntos de la Comunidad Valenciana a ser posible en zonas de montaña, en pueblos y solicitando que uno de ellos fuera en alguna de las tres provincias de dicha comunidad.

Los lugares seleccionados por el AEMET fueron Valencia capital, Castellfort, en la provincia de Castellón, Rojasles en Alicante y Utiel en Valencia (Figura 47). Los datos obtenidos fueron de gran precisión, facilitando la altitud, la cota, la longitud, la latitud, y todos los valores necesarios en cada caso.

De todos ellos se seleccionaron aquellos parámetros con los valores más extremos en cada lugar elegido, detallándose en tablas.



Figura 52. Mapa de localización de los lugares seleccionados para la toma de mediciones

¹ Agencia Estatal de Meteorología.

VALENCIA

Valencia es la capital de la Comunidad Valenciana. Es la tercera ciudad del país por importancia y población, y la decimoquinta de la unión Europea: 807.200 habitantes en el municipio y 1.738.690 habitantes en el área metropolitana (INE 2008). Situada a orillas del río Turia, se fundó como Valentia Edetanorum en el año 138 a.C.

Su ubicación es de 39°28'12"N 0°22'36"O 39.47, -0.37667. Su altitud es de 15 m sobre el nivel del mar, con una superficie de 134,65 Km².

Su clima es mediterráneo, suave y húmedo. Su temperatura media es de 17,8°C. Los valores medios oscilan entre los 11,5° de enero y los 25,5° de agosto. Las precipitaciones son de 454 mm al año, suelen ser de gran intensidad y concentradas en otoño, lo que se denomina gota fría.

CASTELLFORT

Castellfort se encuentra situada en el interior de la provincia de Castellón, en la montañosa comarca de Los puertos, Las ramblas de la Caná y Celumbres cruzan su término municipal. Está situado en la cima de un espolón, rodeado de laderas llenas de bancales. El punto más elevado es el Tossal de Folch con 1301m.

Su ubicación es de 40°30'9"N 0°11'29"O / 40.5025, -0.19139. Su altitud es de 1.180 m sobre el nivel del mar, con una superficie de 66,70 Km². La población es de 228 habitantes (INE 2007) y una densidad de 3,42 habitantes /Km².

El clima de este municipio es de inviernos fríos y largos y de veranos cálidos y, en general, secos.

ROJALES

Rojales es un municipio de la Comunidad Valenciana, situado en la provincia de Alicante, en la comarca de la Vega Baja del Segura, a orillas del río Segura que atraviesa el núcleo tradicional a lo largo de dos kilómetros.

Cuenta con 17.545 habitantes (INE 2008). En los últimos años el municipio ha presentado un fortísimo crecimiento demográfico (más del 136% entre 1995 y 2005) debido al asentamiento de numerosos extranjeros. Es el segundo municipio de toda España con mayor porcentaje de extranjeros censados alcanzando el 71,75% en el año 2006. La mayoría de la población reside en Ciudad Quesada con 11.513 habitantes (INE 2007). El casco histórico cuenta con 4.582.

Su ubicación es 38°05'19"N 0°43'25"O / 38.08861, -0.72361. Su altitud es de 8 m sobre el nivel del mar, con una distancia de 41 km a Alicante y con una superficie de 27,60 km², y una densidad poblacional de 418, 22 habitantes/km².

Este municipio perteneció a Guardamar del Segura hasta el 29 de abril de 1773. Ha vivido las riadas del Segura, en especial las de 1879 (6,54 metros), 1946, 1948, 1973 (5,60 metros), 1982, 1987 y 1989, y actualmente sufre un grave problema de la contaminación de sus aguas. Otro desastre histórico fue el terremoto del 21 de marzo de 1829, de 6,6 grados en la escala de Richter que causó en Rojales 10 muertos, 34 heridos, 319 casas destruidas y 82 dañadas.

UTIEL

Utiel es un municipio perteneciente a la provincia de Valencia, situado en un altiplano, a orillas del río Magro, en la comarca de Requena-Utiel, al oeste de la provincia, cerca del límite con la provincia de Cuenca, Castilla-La Mancha. Cuenta con 12.053 habitantes (INE 2007).

El relieve presenta una forma relativamente llana, en forma de meseta prolongada hacia el sur y el este cerrada por bordes montañosos por el noreste y el oeste, mientras que por la parte central-septentrional la rambla de la Torre forma un pequeño valle de fondo plano que es un pasillo hasta las tierras llanas de Sinarcas y Ranera. Por el lado noreste se levanta la Sierra del Negrete o e Utiel, poderoso anticlinal jurásico de orientación ibérica que separa a esta comarca de la de Serranos. En esta sierra se encuentra el pico del Remedio, cima de la comarca con 1.306 metros de altitud.

El clima es continental, de los más rigurosos del este peninsular. Los veranos son cortos y más calurosos que en el litoral y los inviernos muy largos y extremadamente gélidos. Suelen superarse los seis meses de invierno consecutivo. La nieve es frecuente durante los meses centrales del invierno, las fuertes heladas nocturnas son la tónica durante este periodo y las granizadas y tormentas severas durante la época estival.

Tabla 25. Datos relativos a la precipitación caída durante el año 2007²

INDICATIVO	AÑO	MESES	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	CMT	PROVINCIA	LONGITUD	LATITUD
7261X	2007	12	ROJALES	31	700469	4218246	VAL	ALICANTE	42512	380521
8309X	2007	12	UTIEL	780	650425	4382498	VAL	VALENCIA	114552	393442
8416	2007	12	VALENCIA	11	726524	4373492	VAL	VALENCIA	21592	392850
9563X	2007	11	CASTELLFORT	1181	738207	4487592	VAL	CASTELLON	11202	403015

² En los anexos II se pueden encontrar todos los **Campos incluidos**: **Indicativo**: Indicativo climatológico; **NOMBRE**: Nombre estación; **ALTITUD**: Altitud de la estación; **C_X**: Coordenada X (Huso 30); **C_Y**: Coordenada Y (Huso 30); **CMT**: Código Delegación Territorial; **NOM_PROV**: Provincia; **LONGITUD**: Longitud geográfica; (La última cifra indica la orientación: 1 para longitud E y 2 para W); **LATITUD**: Latitud geográfica; **PMES77**: Precipitación total mensual; **PMAX77**: Precipitación máxima diaria mensual; **1PMAX**: Primer día de la precipitación máxima; **VDOMIN**: Viento dominante en los días de precipitación; **DINAP**: Días de precipitación inapreciable; **DAPRE**: Días de precipitación apreciable; **DP10**: Días de precipitación >=10 décimas; **DP100**: Días de precipitación >=100 décimas; **DP300**: Días de precipitación >=300 décimas; Precipitación en décimas de milímetro.

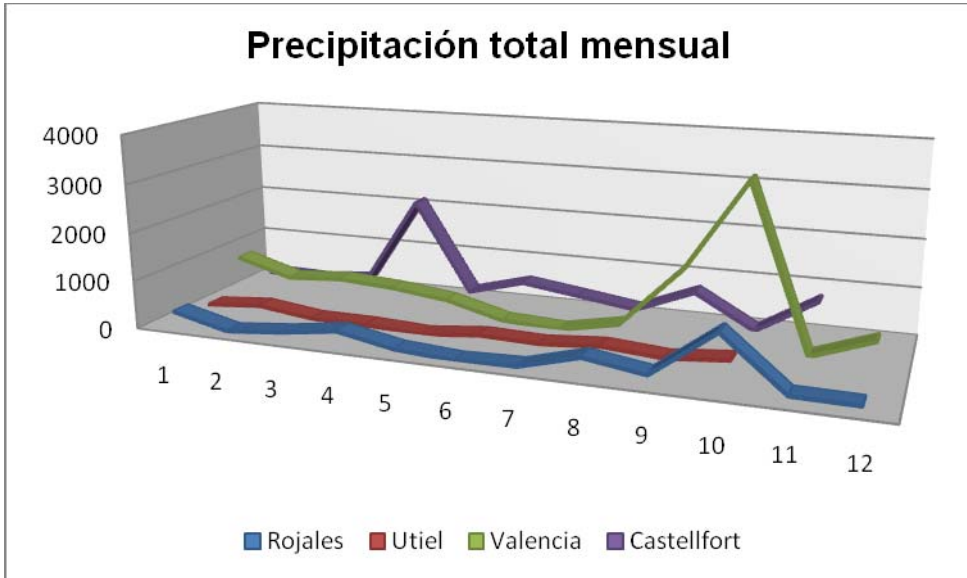


Figura 53. Precipitación total mensual. PMES77

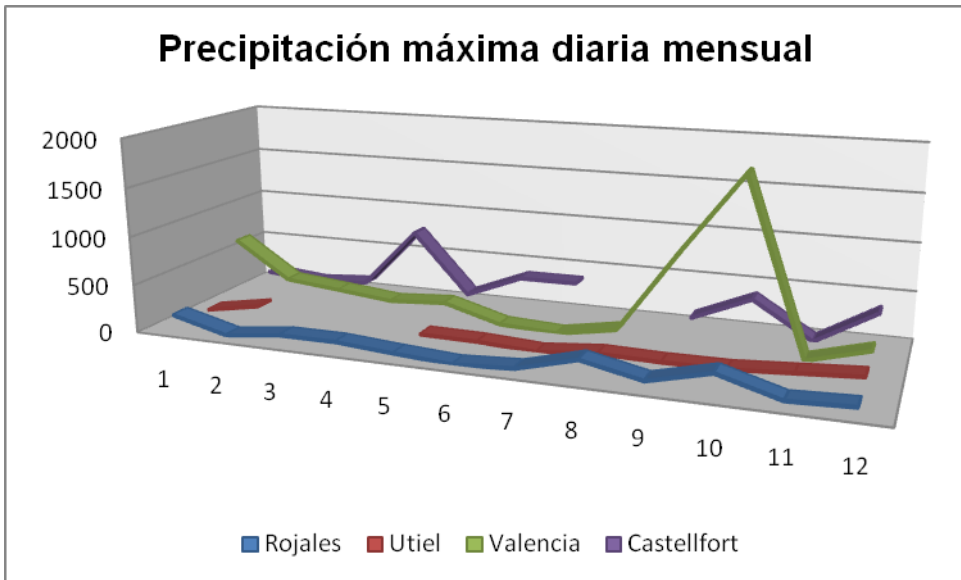


Figura 54. Precipitación máxima diaria mensual. PMA77

Tabla 26. Datos relativos a la velocidad y duración del viento durante el año 2007³

INDICATIVO	AÑO	MESES	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	CMT	PROVINCIA	LONGITUD	LATITUD
7261X	2007	12	ROJALES	31	700469	4218246	VAL	ALICANTE	42512	380521
8309X	2007	10	UTIEL	780	650425	4382498	VAL	VALENCIA	114552	393442
8416	2007	12	VALENCIA	11	726524	4373492	VAL	VALENCIA	21592	392850
9563X	2007	11	CASTELLFORT	1181	738207	4487592	VAL	CASTELLO	11202	403015

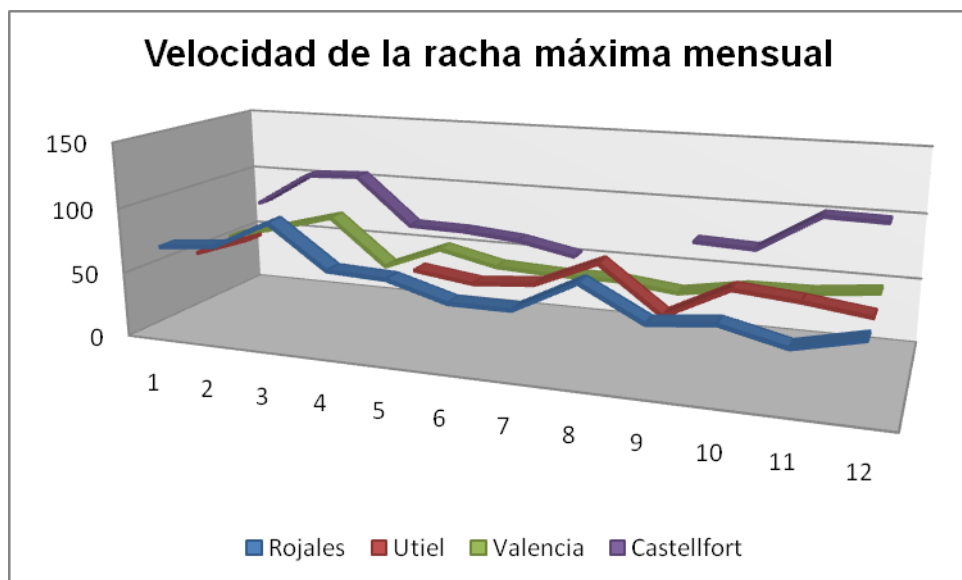


Figura 55. Velocidad de la racha máxima mensual R-MAX-VEL

³ En los anexos II se pueden encontrar todos los **Campos incluidos**: **Indicativo**: Indicativo climatológico; **NOMBRE**: Nombre estación; **ALTITUD**: Altitud de la estación; **C_X**: Coordenada X (Huso 30); **C_Y**: Coordenada Y (Huso 30); **CMT**: Código Delegación Territorial; **NOM_PROV**: Provincia; **LONGITUD**: Longitud geográfica; (La última cifra indica la orientación: 1 para longitud E y 2 para W); **LATITUD**: Latitud geográfica; **R_MAX_DIR**: Dirección de la racha máxima mensual; **R_MAX_VEL**: Velocidad de la racha máxima mensual; **R_MAX_DIA**: Día de la racha máxima mensual; **R_MAX_HOR**: Hora de la racha máxima mensual; **VEL36**: Número de días con velocidad del viento ≥ 36 km/k; **VEL55**: Número de días con velocidad del viento ≥ 55 km/k; **VEL91**: Número de días con velocidad del viento ≥ 91 km/k; **REC24_MES**: Recorrido total mensual del viento de 00 a 24; **REC77_MES**: Recorrido total mensual del viento de 07 a 07 (desde la 07 del día de la fecha hasta las 07 del día siguiente); Dirección del viento en decenas de grado:

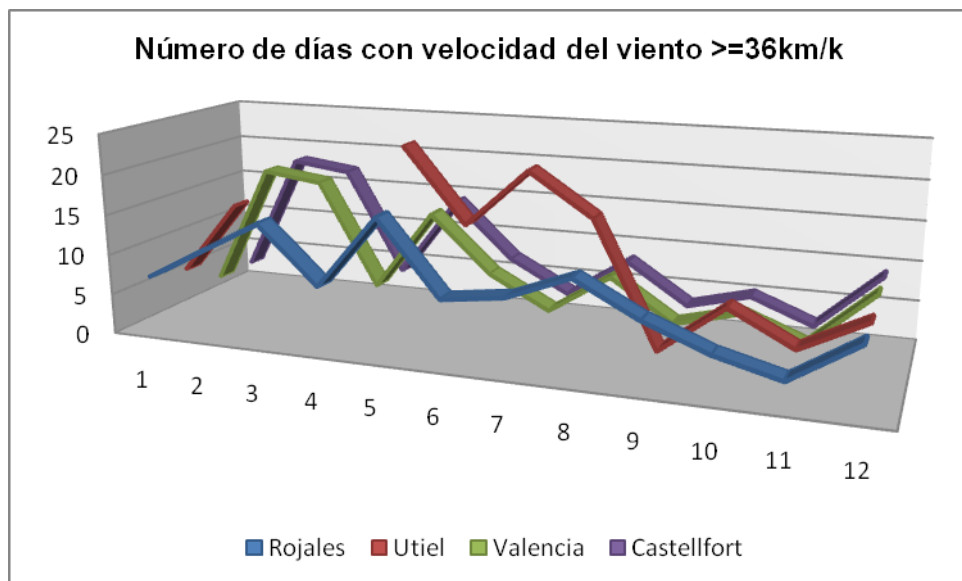


Figura 56. Número de días con velocidad del viento ≥ 36 km/k. VEL :36

Tabla 27. Datos relativos a la temperatura durante el año 2007⁴.

INDICATIVO	AÑO	MESES	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	CMT	PROVINCIA	LONGITUD	LATITUD
7261X	2007	12	ROJALES	31	700469	4218246	VAL	ALICANTE	42512	380521
8309X	2007	10	UTIEL	780	650425	4382498	VAL	VALENCIA	114552	393442
8416	2007	12	VALENCIA	11	726524	4373492	VAL	VALENCIA	21592	392850
9563X	2007	7	CASTELLFORT	1181	738207	4487592	VAL	CASTELLON	11202	403015

⁴ En los anexos II se pueden encontrar todos los **Campos incluidos**: **Indicativo**: Indicativo climatológico; **NOMBRE**: Nombre estación; **ALTITUD**: Altitud de la estación; **C_X**: Coordenada X (Huso 30); **C_Y**: Coordenada Y (Huso 30); **CMT**: Código Delegación Territorial; **NOM_PROV**: Provincia; **LONGITUD**: Longitud geográfica; (La última cifra indica la orientación: 1 para longitud E y 2 para W); **LATITUD**: Latitud geográfica; **T_MAX**: Temperatura máxima absoluta mensual; **T_MIN**: Temperatura mínima absoluta mensual; **TM_MES**: Temperatura media mensual; **TM_MAX**: Media mensual de la temperatura máxima diaria; **TM_MIN**: Media mensual de la temperatura mínima diaria; **DIAS_TMIN_0**: Días de temperatura mínima $\leq 0^{\circ}\text{C}$ (días de helada); **DIAS_TMIN_20**: Días de temperatura mínima $\geq 20^{\circ}\text{C}$ (noches tropicales); **DIAS_TMAX_30**: Días de temperatura máxima $\geq 30^{\circ}\text{C}$; Temperaturas en décimas de grado centígrado.

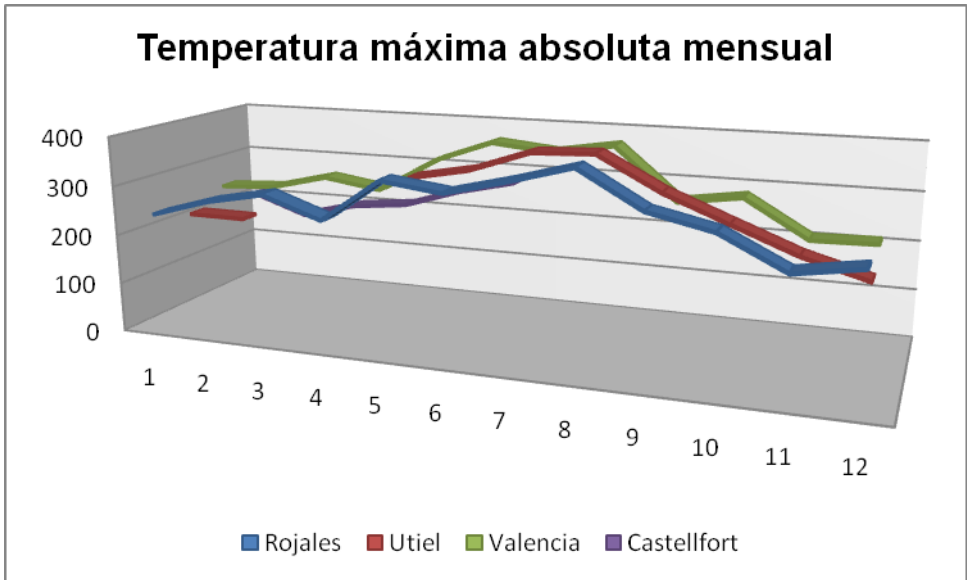


Figura 57. Temperatura máxima absoluta mensual. T-MAX.

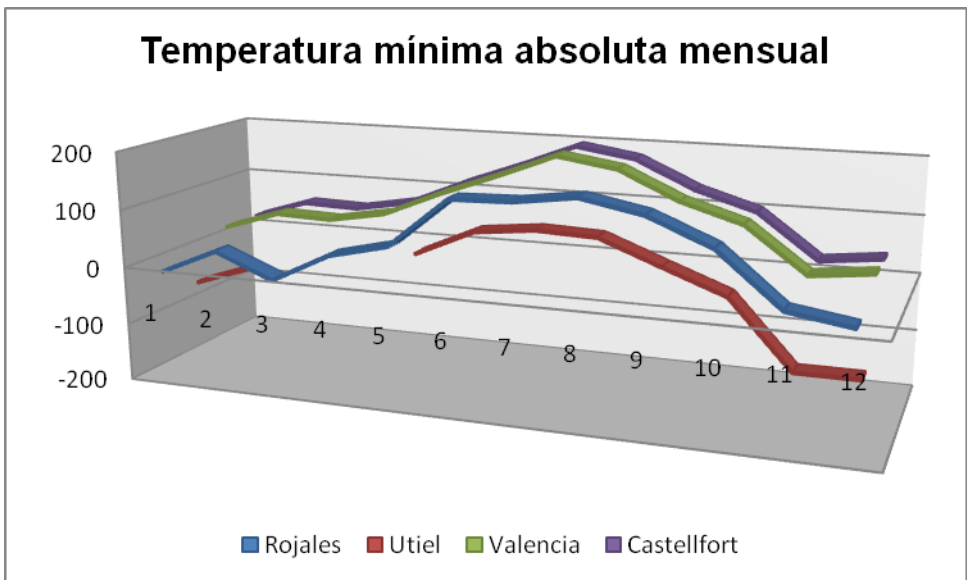


Figura 58. Temperatura mínima absoluta mensual. T-MIN

Tabla 28. Datos relativos a la humedad durante el año 2007⁵

INDICATIVO	AÑO	MESES	NOMBRE	ALTITUD	C_X	C_Y	CMT	PROVINCIA	LONGITUD	LATITUD
7261X	2007	12	ROJALES	31	700469	4218246	VAL	ALICANTE	42512	380521
8309X	2007	10	UTIEL	780	650425	4382498	VAL	VALENCIA	114552	393442
8416	2007	12	VALENCIA	11	726524	4373492	VAL	VALENCIA	21592	392850
9563X	2007	7	CASTELLFORT	1181	738207	4487592	VAL	CASTELLON	11202	403015

Los datos de humedad en Valencia no fueron facilitados por la Agencia Estatal de Meteorología, así lo que se ha realizado es la toma de los datos referentes a HUMED: Humedad media mensual (07, 13 y 18)

⁵ En los anexos II se pueden encontrar todos los **Campos incluidos**: **Indicativo**: Indicativo climatológico; **NOMBRE**: Nombre estación; **ALTITUD**: Altitud de la estación; **C_X**: Coordenada X (Huso 30); **C_Y**: Coordenada Y (Huso 30); **CMT**: Código Delegación Territorial; **NOM_PROV**: Provincia; **LONGITUD**: Longitud geográfica; (La última cifra indica la orientación: 1 para longitud E y 2 para W); **LATITUD**: Latitud geográfica; **HUMED_HOR**: Humedad media horaria mensual; **HUMAXM**: Humedad máxima absoluta mensual; **FHUMAXM**: Fecha humedad máxima; **HUMINM**: Humedad mínima absoluta mensual; **FHUMINM**: Fecha humedad mínima; **HUMEDMAX**: Media mensual de la humedad máxima diaria; **HUMEDMIN**: Media mensual de la humedad mínima diaria; Humedades relativas en tanto por ciento.

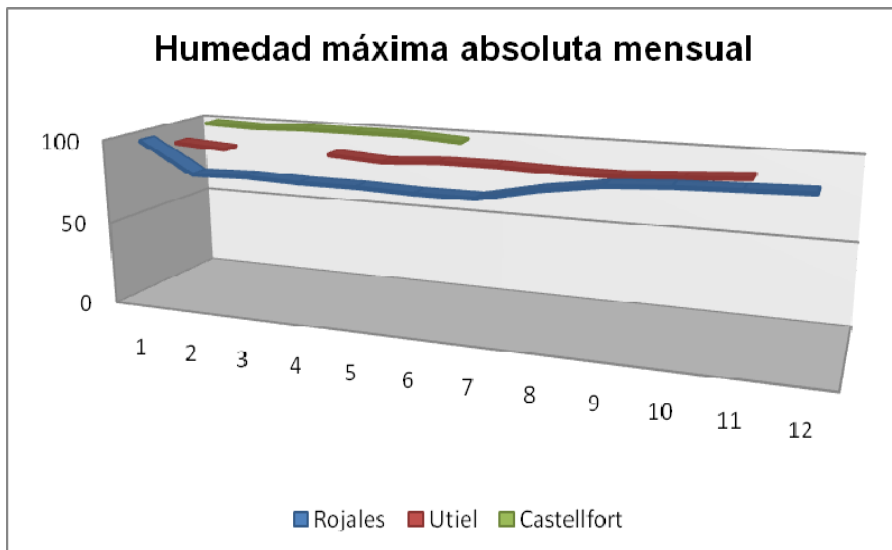


Figura 59. Humedad máxima absoluta mensual. HUMAXM

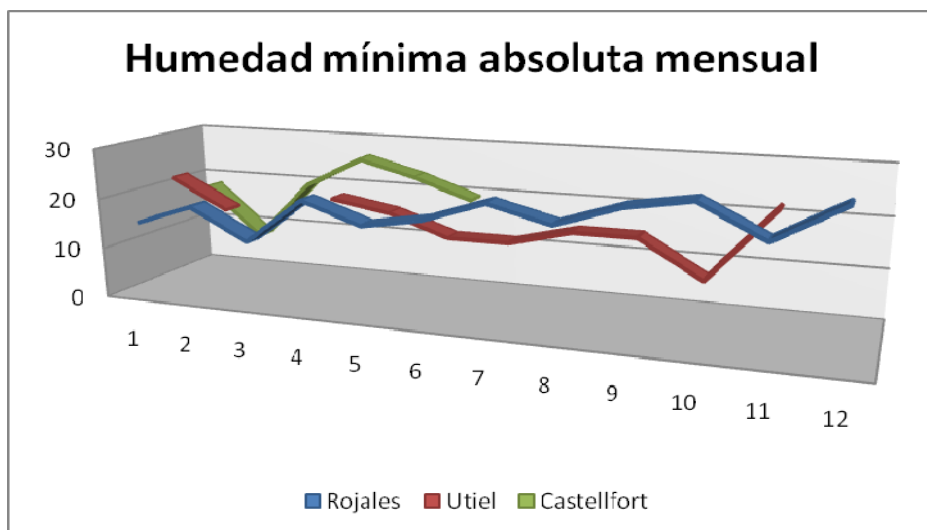


Figura 60. Humedad mínima absoluta mensual. HUMINM

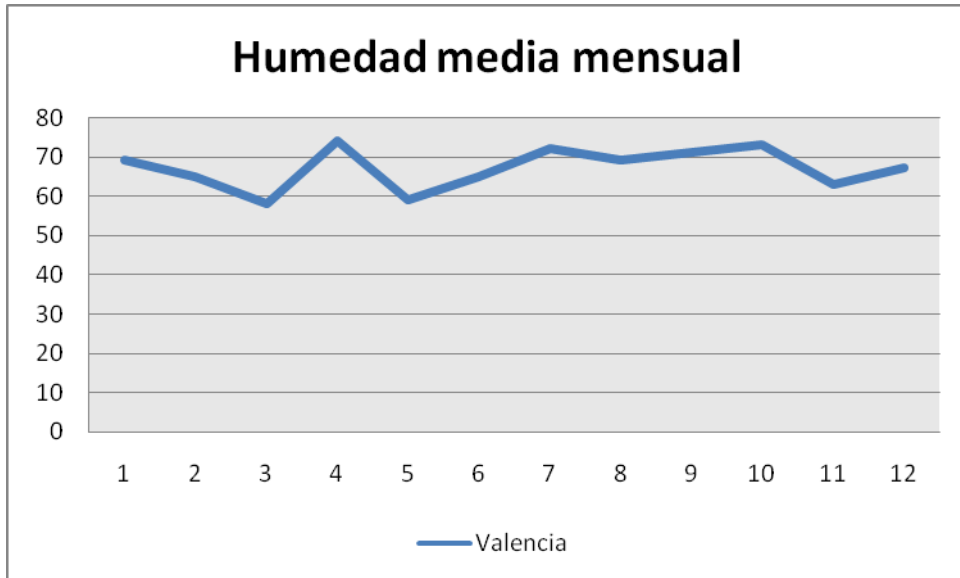


Figura 61. Humedad media mensual

16.2. ESTUDIO CUANTITATIVO MEDIANTE SEM-EDX

En las siguientes tablas (Tabla 30-34) se presentan los distintos valores del análisis cuantitativo elemental en forma de % óxido (Método ZAF) de las probetas preparadas. En el ANEXO III se aglutinan de todas las muestras la imagen y espectros de rayos X junto con su análisis cuantitativo.

Los análisis se han realizado para la identificación de los dos tipos de pasta (Terracota ferruginosa calcárea y Mayólica) empleadas en las diferentes probetas, así como los óxidos pigmentantes que se aplican para conseguir los diversos acabados tanto en la cerámica del siglo XVIII, como de la cerámica de reflejo metálico, con los acabados característicos de este tipo de cerámica. Estas muestras están realizadas con las probetas sin envejecer.

Terracota ferruginosa calcárea

Tabla 29. Análisis Cuantitativo elemental % óxido (Método ZAF) de las pastas y vidriados cerámicos de la Terracota Ferruginosa calcárea.

PASTA	Blanco reflejo	Reflejo	Azul reflejo
Na ₂ O	0.57	1.02	0.56
MgO	8.99	3.68	3.77
Al ₂ O ₃	18.52	16.55	15.34
SiO ₂	57.72	44.87	51.06
SO ₃		3.93	3.03
K ₂ O	1.60	4.07	4.17
CaO	11.46	18.15	15.99
TiO ₂	0.50	1.19	0.79
FeO	0.64	6.54	5.28

Tabla 30. Análisis cuantitativo elemental % óxido (Método ZAF) de los vidriados de reflejo

VIDRIADO	Blanco reflejo	Reflejo	Azul reflejo
Na₂O	0.89	2.54	3.02
Al₂O₃	6.35	4.01	4.80
SiO₂	49.62	50.59	46.01
K₂O	0.97	1.49	1.52
CaO	1.04	3.49	4.56
SnO₂		14.09	
PtO₂*		4.25	
CuO	1.56		
FeO			0.69
CoO			11.01
ZrO₂	6.47	2.50	1.92
PbO	33.11	35.38	26.47

*Este valor ha sido tomado de un análisis puntual. (Ver anexo III).

Tabla 31. Análisis cuantitativo elemental % óxido (Método ZAF) de la mayólica

PASTA	Blanco	Amarillo	Verde	Cobre	Naranja	Marrón	Azul	Oro	Plata
Na ₂ O	0.70	0.52	1.23	0.70			0.71		
MgO	10.03	10.32	3.05	10.64	10.79		11.77		10.63
Al ₂ O ₃	18.52	13.70	11.86	18.40	18.54		17.13		15.65
SiO ₂	59.00	50.54	38.52	59.23	58.37		58.29		51.77
SO ₃		0.37	14.21				0.77		
K ₂ O	1.65	1.16	8.29	1.44	1.39		1.58		1.36
CaO	9.09	22.90	17.18	8.99	9.98		8.62		19.06
TiO ₂	0.53		0.75				0.45		0.85
FeO	0.47	0.50	4.92	0.56	0.93		0.53		0.68

Tabla 32. Análisis cuantitativo elemental % óxido (Método ZAF) de los vidriados de siglo XVIII

VIDRIADO	Blanco	Amarillo	Verde	Cobre	Naranja	Marrón	Azul	Oro	Plata
Na ₂ O		0.94	0.90	1.54	0.61	1.42	1.20	3.90	0.93
MgO		0.45	0.74	0.44	0.28		0.28	0.62	
Al ₂ O ₃	6.28	5.86	6.03	6.26	6.00	5.92	6.29	9.70	6.34
SiO ₂	49.36	49.69	50.54	49.23	48.34	48.91	49.26	64.74	50.11
K ₂ O	0.93	0.94	0.97	1.06	0.92	0.88	1.12	2.13	1.09
CaO	1.02	1.37	0.90	1.00	0.91	1.42	1.30	5.79	1.33
ZrO ₂	6.85	6.99	7.49	7.18	6.47	7.45	6.66	6.20	6.75
PbO	35.89	33.76	32.44	31.00	35.08	33.38	32.88	5.31	33.46

TiO₂					1.39				
FeO						0.62			
ZnO								1.61	
CoO							16.29		
CuO			nd	2.28					
PtO₂									9.72
Sb₂O₃		nd*			41.16				
MnO						0.08			
Au₂O₃								89.26	37.88

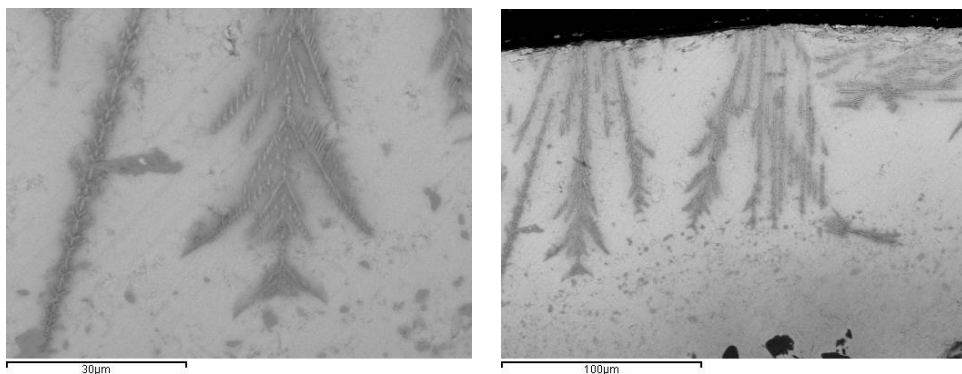
*No detectable

Como puede observarse los valores de la composición química obtenida para las probetas de terracota ferruginosa calcárea indican que están constituidas por silico-aluminatos potásicos y cálcicos mayoritariamente (SiO₂ (44.87-57.72%), Al₂O₃ (15.34-18.52%), K₂O (1.60-4.17%), CaO (11.46-18.15%)). Respecto la composición del barniz blanco (ZrO₂ 6.47%), reflejo (PtO₂ 4.25%) y azul (CoO 11.01%), siendo todos ellos de matriz plúmbica (PbO 26.47-35.38%), y en el caso del reflejo se añadió casiterita SnO₂ en un porcentaje del 14.09%.

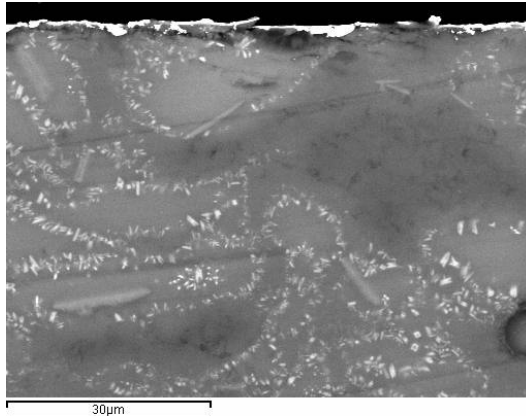
En el caso de las pastas tipo mayólica también exhiben una composición de silico-aluminatos potásicos y cálcicos mayoritariamente (SiO₂ (38.52-59.00%), Al₂O₃ (11.86-18.52%), K₂O (1.16-8.29%), CaO (8.62-22.90%)). Y en los vidriados de matriz plúmbica (PbO 5.31-35.89%), los óxidos que les confiere su color característico son los siguientes: blanco (ZrO₂ 6.85%), amarillo (Sb₂O₃ nd), verde (CuO nd), cobre (CuO 2.28%), naranja (Sb₂O₃ 41.16%), marrón (MnO 0.08%, FeO

0.62%), azul (CoO 16.29%), oro (Au_2O_3 89.26%), plata (PtO_2 9.72%, Au_2O_3 37.88%),

Desde el punto de vista morfológico, en las probetas de terracota no se aprecia ninguna modificación de la cristalización de los componentes que la integran, Sin embargo, en las probetas de mayólica, más concretamente, en el vidriado cobre (saturado con CuO) se aprecian alteraciones en forma de ramificaciones (figuras 62-63) causadas probablemente por dicho nivel de concentración del óxido y dado que en la fase de decoración, el grado de penetrabilidad crece a medida que la capa superficial es mayor, por este motivo las cristalizaciones en forma ramificada van creciendo hacia el interior de la capa de barniz. Así mismo, en la muestra de oro (figura 64) se pueden apreciar cristales de ZrO_2 dispersados en la superficie vítrea creando unas cadenas.



Figuras 62 -63. Probeta de cobre (Mayólica)



Figuras 64. Probeta de Oro (Mayólica)

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos para los materiales tipo escayolas comerciales y un producto de naturaleza orgánica con carga (Fimo) que se emplean actualmente para la reconstrucción volumétrica en la intervención de estas piezas cerámicas. Los valores del análisis cuantitativo de todas ellas indican que básicamente están constituidas por sulfato de calcio (SO_3 56.14-59.32% y CaO 33.51-40.72%). Mientras que el Fimo tiene una carga de silicato de calcio (SiO_2 3.42% y CaO 5.38%) y TiO_2 1.60%. Morfológicamente (Figuras 65-68), las escayolas muestran los cristales alargados y puntiagudos del sulfato de calcio, y el Fimo, su matriz es más compacta y homogénea.

Tabla 33. Análisis cuantitativo elemental % óxido (Método ZAF) de las escayolas.

	Na ₂ O	MgO	SiO ₂	SO ₃	CaO	K ₂ O	TiO ₂
Arquero		0.54	1.25	58.58	39.62		
Herbodur			0.76	59.32	39.32	0.60	
Exa. Azul		1.17	0.82	57.70	39.52	0.79	
Exa. Rosa	0.33	1.40	0.65	56.14	33.51	7.97	
Exa. BI	0.55	1.09	0.81	57.50	39.10	0.95	
Hebodent		0.76	1.10	57.83	39.28	1.03	
Hebopren	0.73	1.39	0.36	57.93	39.07	0.53	
Alamo 70		1.04	0.78	57.48	40.70		
Duro 6		1.13	0.72	57.43	40.72		
Fimo			3.42		5.38		1.60

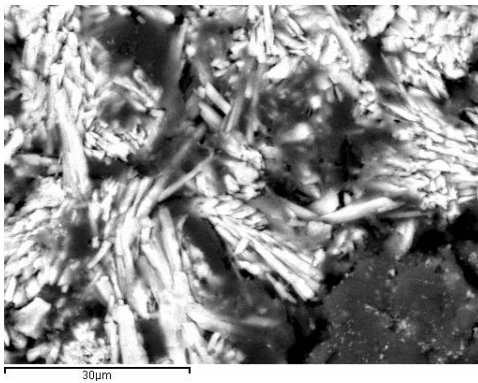


Figura 65. Alamo 70

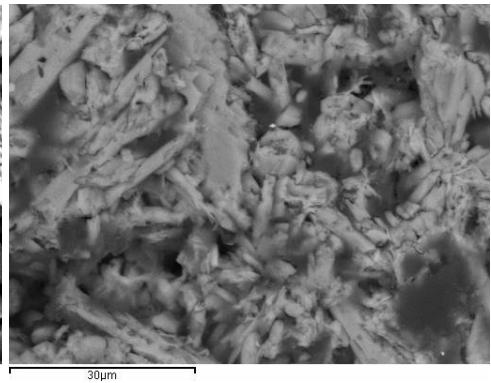


Figura 66. Exaduro rosa

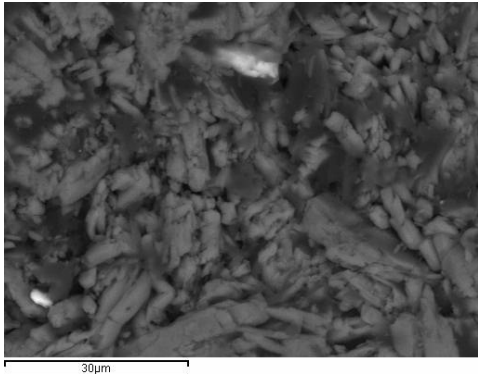


Figura 67. Exaduro blanco

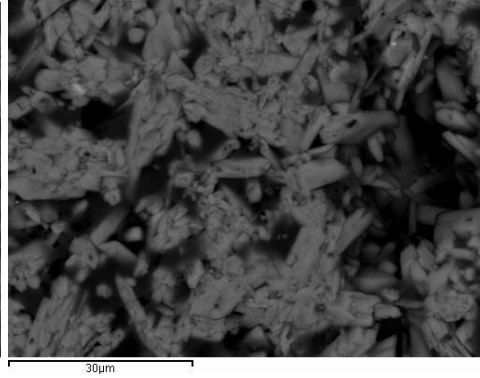


Figura 68. Arquero

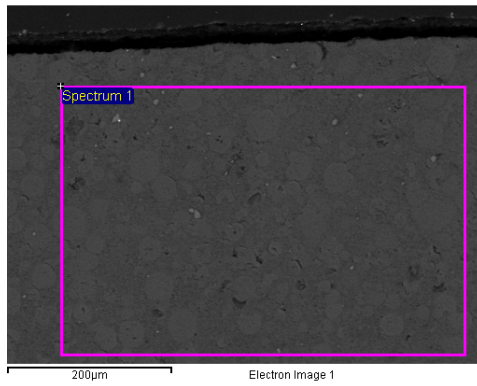


Figura 69. Fimo

16.3. ENSAYOS DE HIELO- DESHIELO EN LAS CERÁMICAS

Las probetas fueron sometidas a heladicidad⁶ siguiendo el protocolo UNE (**norma UNE-EN ISO 10545-12**). Esta prueba permite valorar el efecto de las heladas pero solo con una inspección visual, es decir, evaluando la resistencia de las piezas al ser sumergidas en agua caliente y siendo posteriormente congeladas.

La propia constitución de las pastas determina ese grado de durabilidad o de resistencia a la rotura, acrecentándose el deterioro en el caso de presentar fisuras. En las mayólicas al tener el poro más cerrado este efecto se ve incrementado. Este tipo de cerámica por una absorción de agua y posterior congelación se rompe en forma de cuña⁷.

Las piezas realizadas con terracota ferruginosa calcárea, contienen una porosidad más abierta, siendo ese el motivo por el cual permite que el aire durante las cocciones y el agua puedan circular con mayor fluidez. Así mismo, la porosidad determinará el nivel de absorción y de eliminación del agua en las piezas

⁶ La Heladicidad, se define como la baja resistencia a la helada de una pieza cerámica que trae como consecuencia el deterioro de la misma ya sea por desprendimientos, exfoliaciones o roturas ocasionadas por la presión que se origina dentro de dicha pieza al pasar agua en su interior del estado líquido al estado sólido, con el consecuente aumento de volumen, de ahí que esta propiedad sea de gran interés para las empresas que fabrican y exportan productos cerámicos de calidad. No solo se debe determinar la resistencia a la helada de productos cerámicos que serán usados en ambientes de bajas temperaturas, sino también a los productos que se instalarán en zonas costeras, donde el efecto de la sal en los poros del material es similar al efecto del hielo.

Richard P, "Revestimientos Exteriores con Adherencia Directa de Azulejos Cerámicos, Piedra y Ladrillos Caravista". Tipolitografía FG: U.S.A, (1988)

⁷ Como prueba de análisis, se puede de igual modo, someter a las probetas a una temperatura de 900° y enfriarlas posteriormente en agua. Este proceso está confeccionado para otros tipos de pasta como pueda ser un gres chamotado, y con un mayor grosor de la pasta, pues el simple contacto de la pasta con el aire al extraer del horno producirá roturas en la pieza. En la técnica japonesa (rakú), las piezas en gres tienen un grosor de un centímetro y aguantan la extracción del horno a 900° y posteriormente ser introducidas en agua.

colocadas al exterior, permitiendo un secado más rápido y siendo susceptibles de aparecer sales.



Figura 70. Probeta fracturada

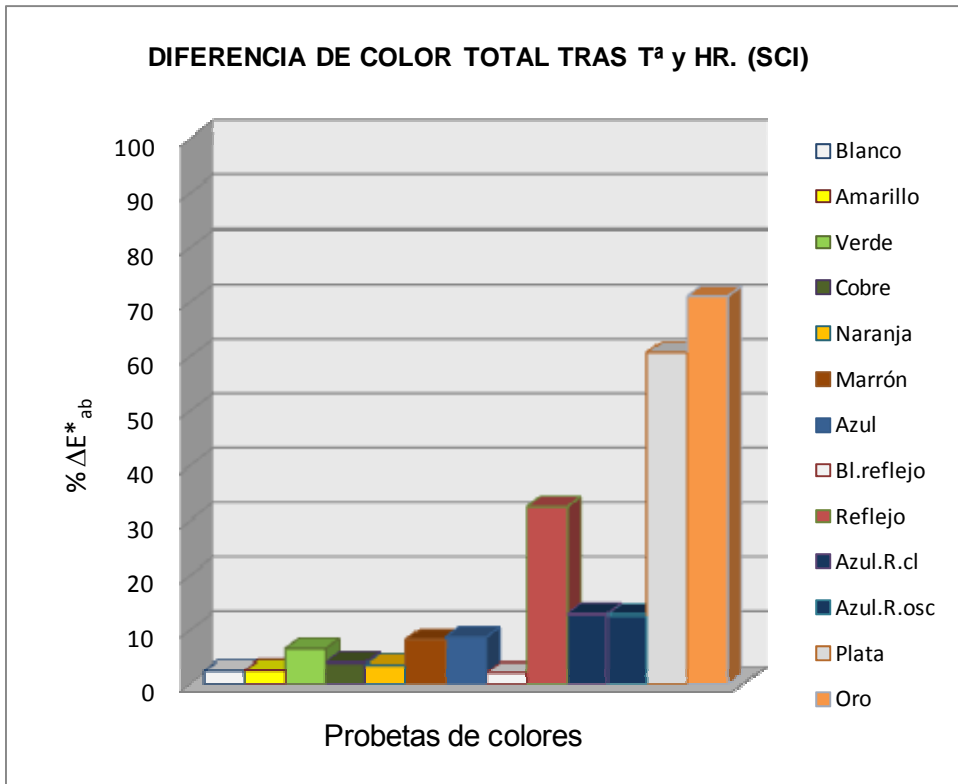
16.4. PROBETAS SOMETIDAS A TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

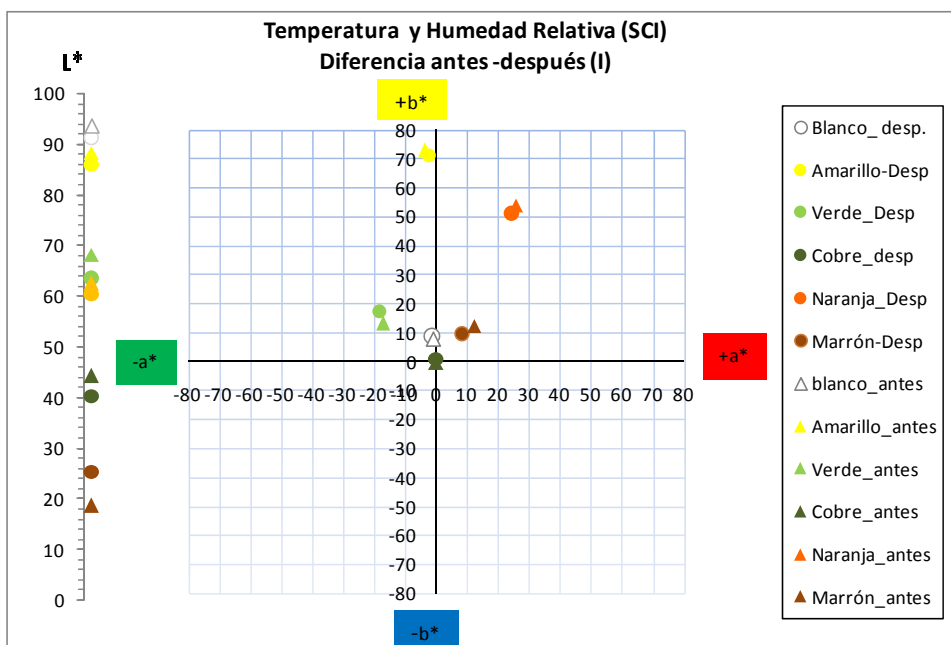
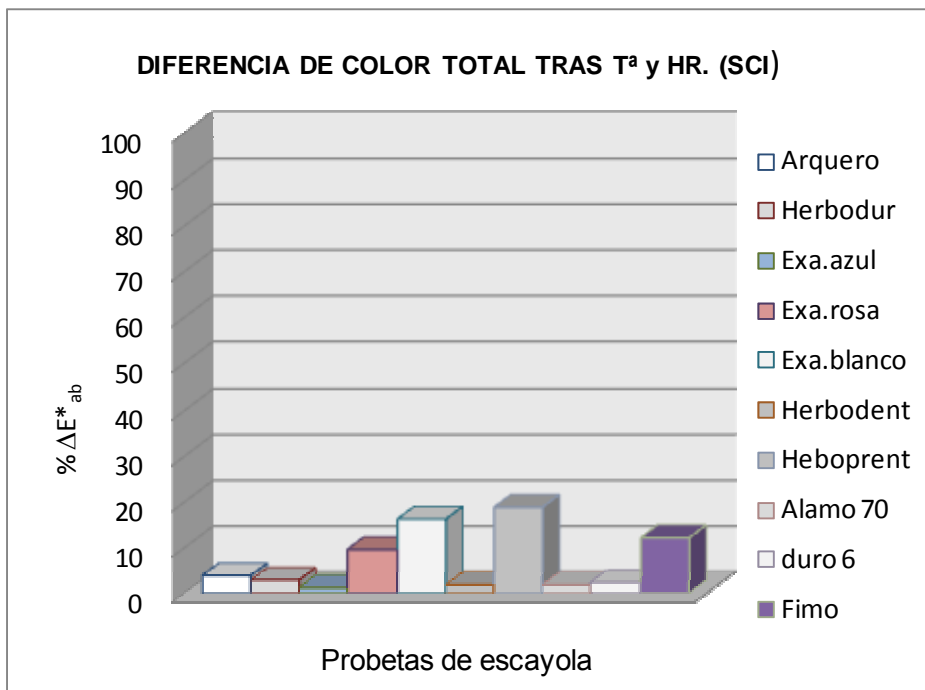
Dada las características de las probetas objeto de este estudio cocidas a una $T > 1000^{\circ}\text{C}$, se optó por no someter a las probetas a una variación de temperatura excesiva (subida no superior a 100°C) porque se consideró que las variaciones habrían sido nulas. Por este motivo lo primordial fue la oscilación de la humedad.

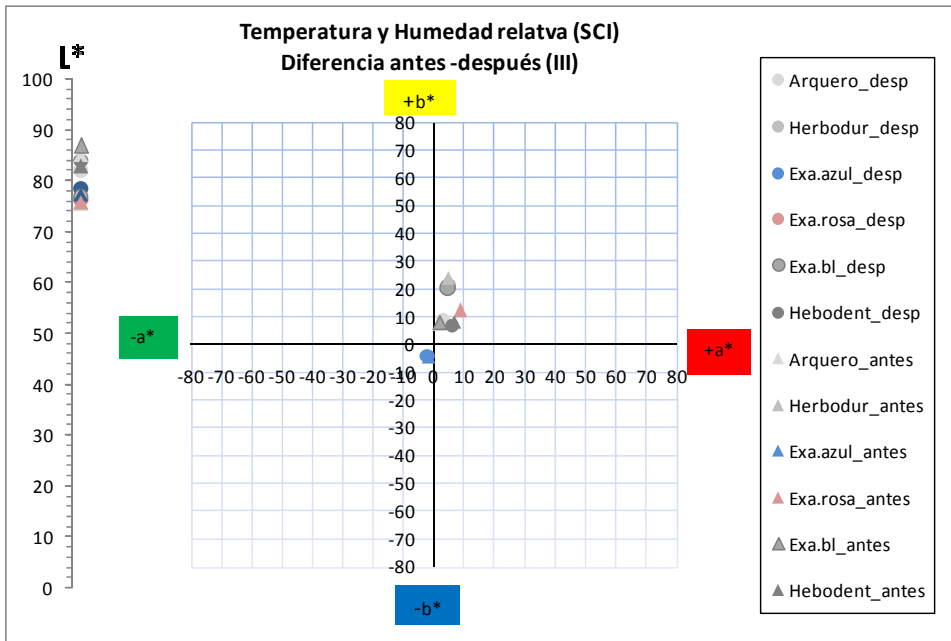
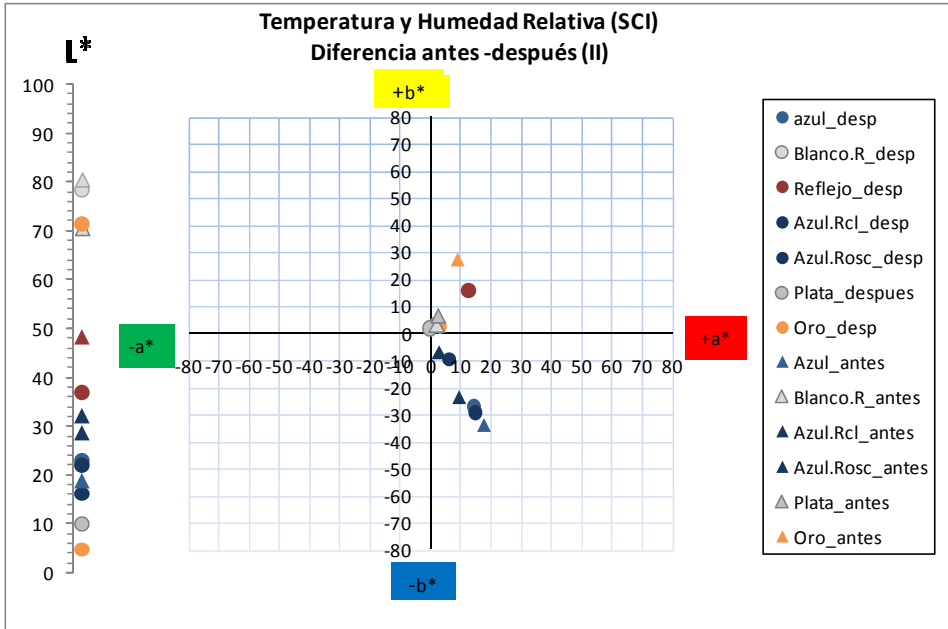
16.4.1. Análisis colorimétrico y de brillo

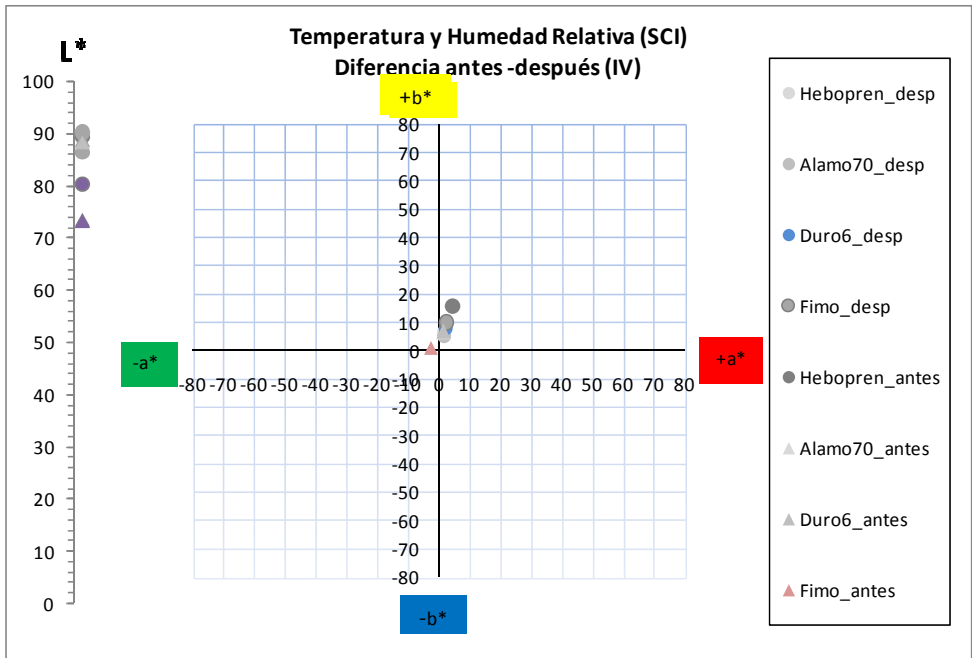
Tabla 34. Valores de variación de las coordenadas L^* , a^* , b^* , y variación de color total (ΔE^*), SCI, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de temperatura y humedad relativa.

Muestra	$L^*(1)$	$L^*(2)$	$DL^*(2-1)$	$a^*(1)$	$a^*(2)$	$Da^*(2-1)$	$b^*(1)$	$b^*(2)$	$Db^*(2-1)$	ΔE^*_{ab}
Blanco	93,48	91,13	-2,35	-1,04	-1,06	-0,03	7,92	8,61	0,69	2,45
Amarillo	88,21	86,12	-2,09	-3,48	-2,77	0,71	72,79	71,51	-1,28	2,55
Verde	68,11	63,46	-4,65	-16,94	-18,52	-1,57	13,15	17,47	4,31	6,53
Cobre	44,26	40,50	-3,77	0,14	0,10	-0,04	-0,41	0,96	1,37	4,01
Naranja	62,54	60,57	-1,97	25,66	24,48	-1,18	53,70	50,89	-2,81	3,63
Marrón	18,70	25,47	6,77	12,43	8,62	-3,82	12,18	9,50	-2,68	8,22
Azul	18,81	22,88	4,07	17,56	13,69	-3,87	-33,75	-27,09	6,66	8,71
Bl.Reflejo	80,49	78,38	-2,11	2,09	1,90	-0,19	2,99	3,12	0,13	2,12
reflejo	48,21	36,84	-11,37	25,76	12,62	-13,14	43,07	15,62	-27,45	32,49
Azul.R.ci	32,10	21,95	-10,14	9,32	14,46	5,14	-23,33	-29,38	-6,04	12,87
Azul.R.os	28,65	16,46	-12,19	2,79	5,77	2,98	-6,99	-8,99	-2,01	12,71
Plata	70,55	10,01	-60,54	2,24	-0,29	-2,53	6,51	1,72	-4,79	60,78
Oro	71,32	5,01	-66,31	8,83	2,52	-6,31	27,56	2,61	-24,94	71,13
Arquero	85,17	81,98	-3,18	1,82	2,81	0,99	7,44	9,34	1,91	3,84
Herbodur	75,59	76,42	0,83	4,64	4,96	0,32	23,93	21,25	-2,68	2,82
Exa azul	77,34	78,43	1,09	-1,92	-1,95	-0,03	-4,37	-3,92	0,45	1,18
Exa rosa	75,89	76,52	0,63	8,75	4,90	-3,85	12,21	20,99	8,78	9,61
Exa bl	86,94	76,74	-10,20	1,86	4,74	2,89	7,73	20,09	12,36	16,28
Hebodont	82,88	84,18	1,30	6,67	5,74	-0,93	8,05	7,19	-0,86	1,81
Hebopren	73,43	89,56	16,14	4,53	1,35	-3,18	15,53	6,27	-9,26	18,88
Alamo 70	88,74	90,07	1,32	1,46	1,30	-0,16	6,55	5,36	-1,19	1,79
Duro 6	88,35	86,57	-1,78	1,50	1,88	0,39	6,86	8,25	1,39	2,30
Fimo	73,20	80,18	6,98	-2,59	2,63	5,22	1,29	9,84	8,56	12,21









Figuras 71 – 76. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo incluido del incremento total de color y de las componentes a*, b* y L*, obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado de temperatura y humedad relativa.

16.4.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)

A) General

PROBETAS DE COLOR

Las mediciones efectuadas con brillo, han manifestado que los colores que más se han alterado cromáticamente son el **oro**, con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a las 71 unidades CIELAB; seguida por las probetas de **plata**, con un $\Delta E^* \approx$ de 61; el **reflejo** con un $\Delta E^* \approx$ 32, los **azules reflejos** (tanto la parte oscura, como la parte clara de la probeta) con un $\Delta E^* \approx$ de 13; la probeta **azul** y los **marrones**,

con un ΔE^*_{\approx} de 8; los **verdes**, con un ΔE^*_{\approx} de 7; y para finalizar el **cobre** y el **naranja**, con un ΔE^*_{\approx} de 4.

PROBETAS DE ESCAYOLAS

La que más se ha alterado cromáticamente es el **hebopren**, con un ΔE^* en torno a las 19 unidades CIELAB. Le sigue el **exaduro blanco**, con un ΔE^*_{\approx} 16, el **exaduro rosa**, ΔE^*_{\approx} 10, y el **arquero**, con un ΔE^*_{\approx} de 4 unidades CIELAB.

El **fimo** ha experimentado una variación de ΔE^*_{\approx} de 12.

B) Específico

PROBETAS COLOREADAS

Precisando más en cuanto a la variación total sufrida por este tipo de probetas, se debe comentar que el **oro** se ha oscurecido (pasando de una claridad alta a un oscuro bajo), ha disminuido su croma y ha virado su tono hacia el esmeralda verdoso.

La probeta **plata**, se ha oscurecido considerablemente, perdiendo cromatismo y virando su tono hacia los naranjas.

El **reflejo** se ha oscurecido levemente, perdiendo cromatismo y virando su tono hacia los naranjas rojizos.

Las mediciones sobre los **azules reflejos** en las **partes clara y oscura**, han determinado que se han oscurecido (pasando de medio a bajo), volviéndose más cromáticas y saturándose. Ambos, han virado hacia los violetas azulados.

Las probetas **azules** se han aclarado, perdiendo cromatismo, y virando levemente hacia los violeta azulados.

La probeta **marrón**, ha ganado claridad, desaturándose y perdiendo cromatismo, cambiando levemente su tono hacia los rojos anaranjados.

El **verde** se ha oscurecido ligeramente. Referente al croma, se ha saturado ganado croma, y pasando en su tono de verdes a limón verde.

El **cobre** asimismo se ha oscurecido levemente, pasando de azul violeta inicial a amarillo anaranjado.

Los **naranjas** se han oscurecido sutilmente, siendo inapreciable cualquier movimiento en su croma, y virando tenuemente hacia los naranjas amarillentos.

ESCAYOLAS

En cuanto al análisis más detallado de los cambios experimentados en las escayolas, destacar que el **hebopren** se ha aclarado considerablemente, perdiendo cromatismo y virando su tono hacia el amarillo anaranjado.

El **exaduro blanco y el arquero**, se han oscurecido, ganado cromatismo y saturándose, siendo inapreciable su cambio de tono en el primero, pero virando sutilmente su tono hacia el naranja amarillo en el segundo.

El **exaduro rosa** se ha aclarado ligeramente virando de las naranjas rojizos al naranja amarillento.

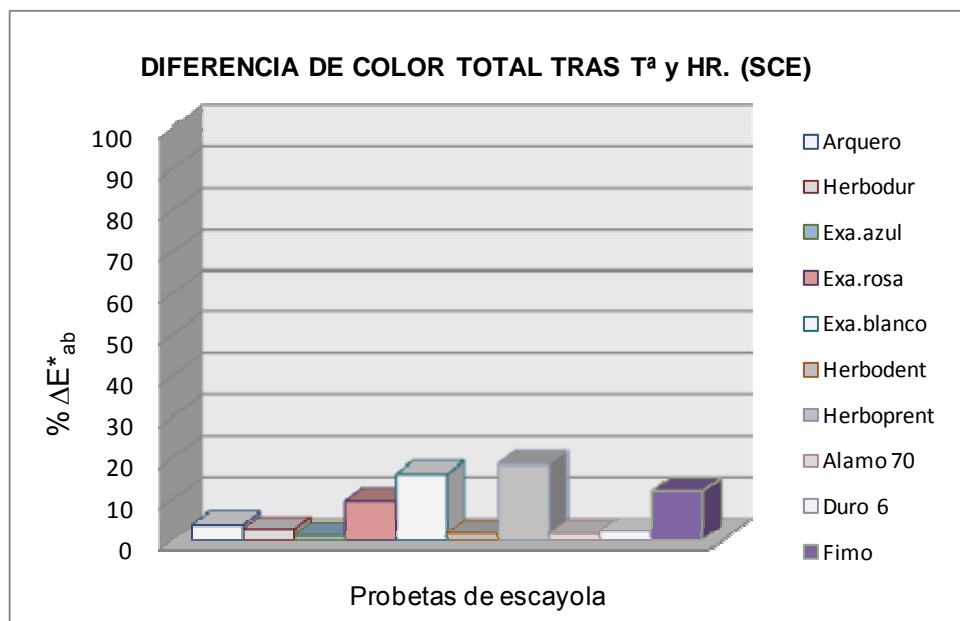
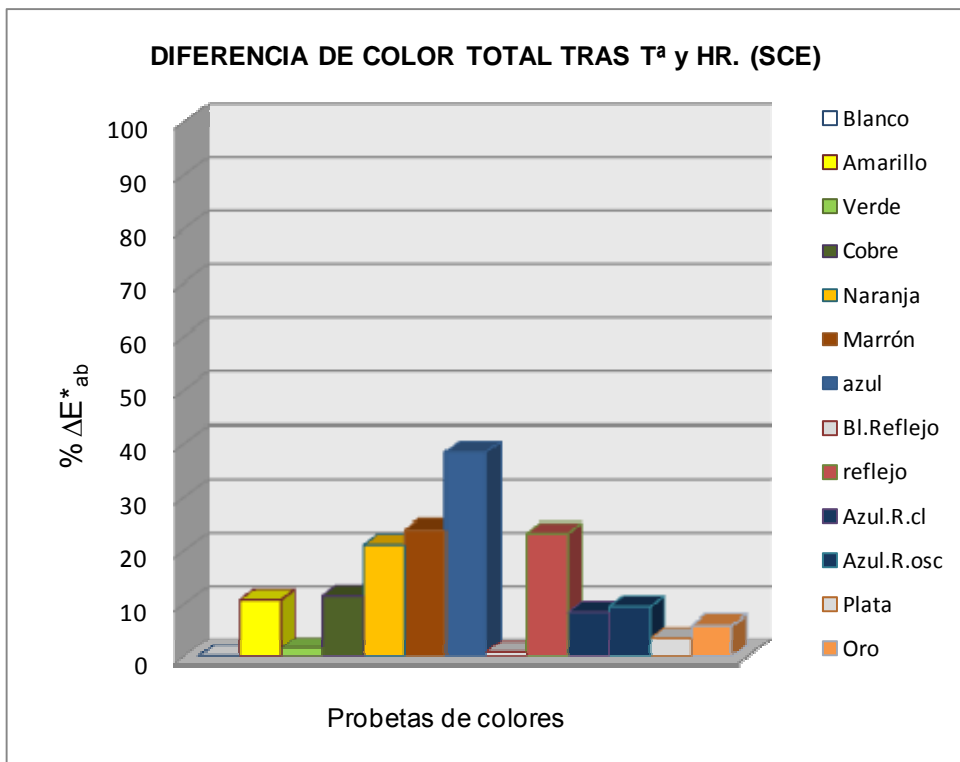
El **fimo** se ha aclarado, su croma ha aumentado levemente, virando su tono, pasando de los verdes a los naranjas amarillos.

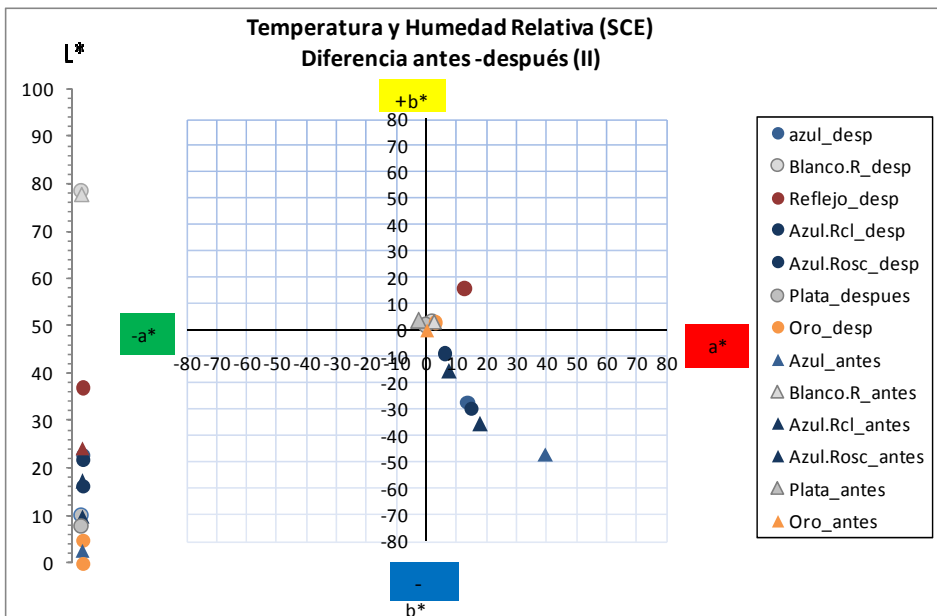
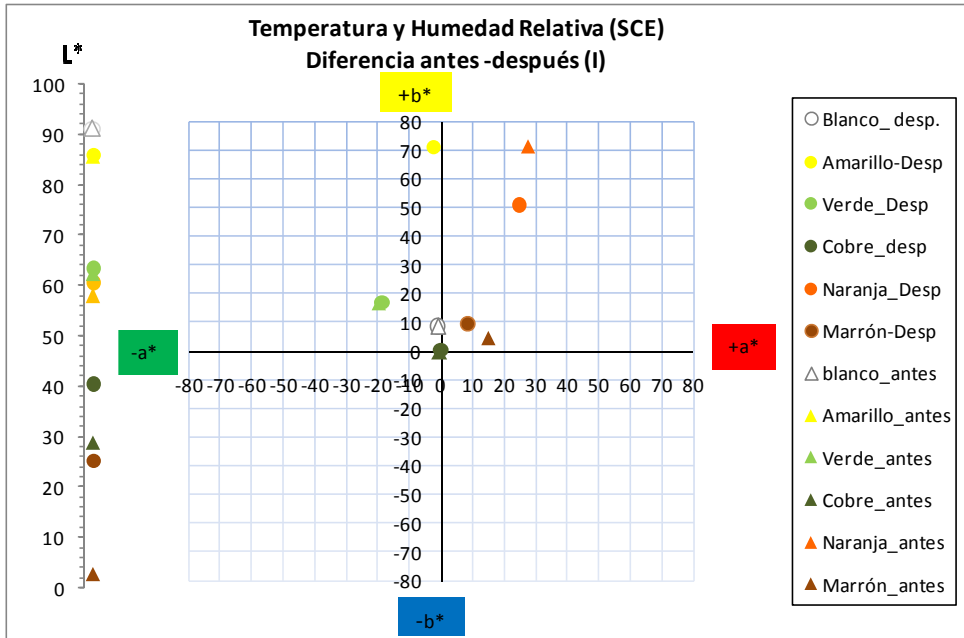
Tabla 36. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de T/HR

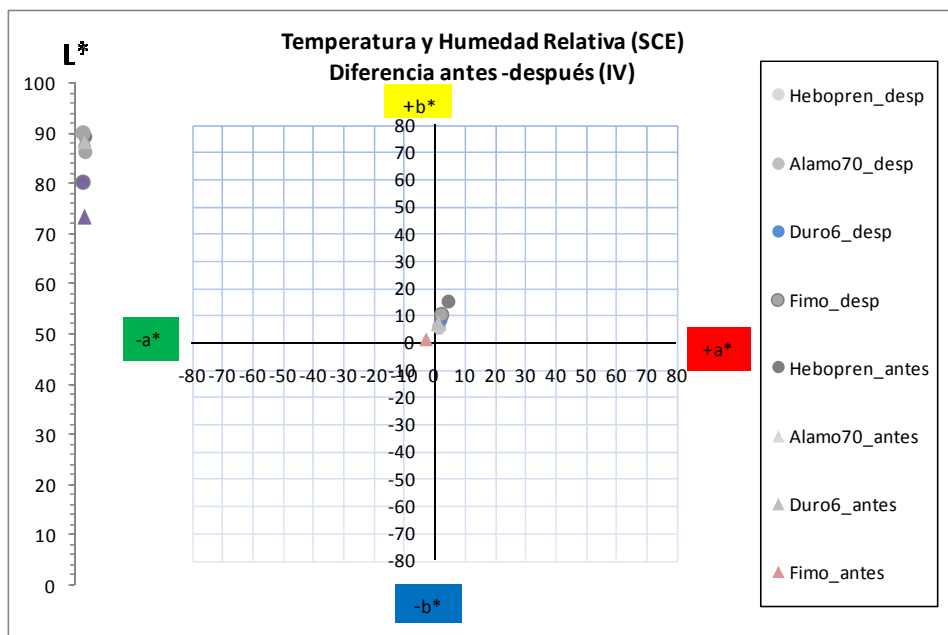
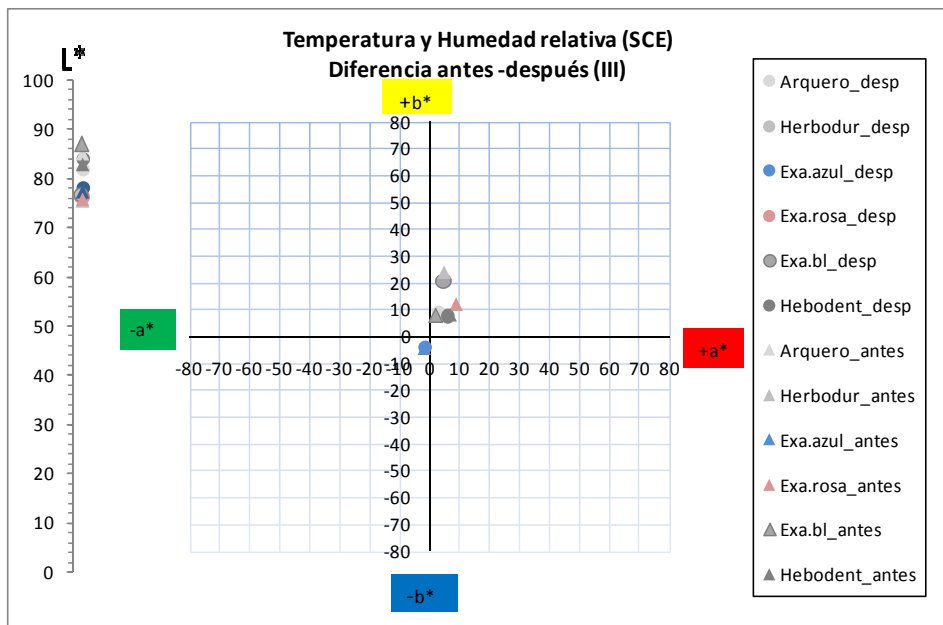
Muestra	L*(1)	L*(2)	D*L(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	91,18	91,13	-0,05	-1,06	-1,06	-0,01	8,53	8,61	0,08	0,10
Amarillo	85,72	86,12	0,40	-3,61	-2,77	0,85	82,30	71,51	-10,79	10,83
Verde	62,51	63,46	0,94	-19,67	-18,52	1,15	16,83	17,47	0,64	1,62
Cobre	28,97	40,50	11,52	-0,39	0,10	0,49	-0,29	0,96	1,25	11,60

Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana

Naranja	58,08	60,57	2,49	27,71	24,48	-3,23	71,57	50,89	-20,68	21,08
Marrón	2,91	25,47	22,56	15,12	8,62	-6,50	4,86	9,50	4,64	23,93
Azul	2,60	22,88	20,28	39,60	13,69	-25,91	-46,88	-27,09	19,79	38,40
Bl.Reflejo	77,67	78,38	0,71	2,20	1,90	-0,31	3,37	3,12	-0,25	0,81
Reflejo	24,19	36,84	12,65	21,87	12,62	-9,25	32,84	15,62	-17,22	23,28
Azul.R.cl	17,21	21,95	4,74	17,79	14,46	-3,33	-35,50	-29,38	6,12	8,43
Azul.R.osc	9,79	16,46	6,67	7,55	5,77	-1,77	-15,51	-8,99	6,52	9,49
Plata	7,72	10,01	2,29	-2,56	-0,29	2,27	3,64	1,72	-1,92	3,75
Oro	0,11	5,01	4,90	-0,06	2,52	2,58	-0,07	2,61	2,69	6,15
Arquero	85,17	81,93	-3,24	1,82	2,76	0,94	7,44	9,40	1,96	3,90
Herbodur	75,59	76,36	0,76	4,64	4,88	0,24	23,93	21,26	-2,68	2,79
Exa azul	77,34	78,37	1,03	-1,92	-1,97	-0,05	-4,37	-3,77	0,60	1,19
Exa rosa	75,89	76,45	0,56	8,75	4,82	-3,93	12,21	21,00	8,79	9,64
Exa blanco	86,94	76,67	-10,27	1,86	4,66	2,80	7,73	20,12	12,39	16,33
Herbodent	82,88	84,10	1,23	6,67	5,69	-0,98	8,05	7,26	-0,79	1,76
Herbopren	73,43	89,45	16,03	4,53	1,34	-3,19	15,53	6,34	-9,19	18,75
Alamo 70	88,74	89,95	1,20	1,46	1,28	-0,18	6,55	5,43	-1,12	1,65
Duro 6	88,35	86,48	-1,88	1,50	1,86	0,36	6,86	8,32	1,46	2,40
Fimo	73,20	80,16	6,96	-2,59	2,58	5,17	1,29	9,89	8,61	12,22







Figuras 77 - 82. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo excluido del incremento total de color y de las componentes a*, b* y L*, obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado de T/HR

16.4.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)

A) *General*

PROBETAS DE COLORES

Las mediciones realizadas sin brillo (SCE), han determinado que los colores que más se han alterado cromáticamente son el **azul**, con un incremento de color total (ΔE^*) en torno a 38 unidades CIELAB. A continuación el **marrón**, con un $\Delta E^* \approx 24$, y muy semejante el **reflejo**, con un $\Delta E^* \approx 23$. Seguidamente los **naranjas**, con un $\Delta E^* \approx 21$, los **amarillos**, con $\Delta E^* \approx 19$, el **cobre**, con $\Delta E^* \approx 12$ y por detrás los **azules reflejos**, con un $\Delta E^* \approx 9$ para los oscuros, y un $\Delta E^* \approx 8$ para los claros. El oro muestra un $\Delta E^* \approx 6$, y la plata un $\Delta E^* \approx 4$.

ESCAYOLAS

Las escayolas, se les han realizado de igual modo mediciones sin brillo, manifestando una alteración cromática total sobre $\Delta E^* \approx 19$ unidades CIELAB en las probetas de **herbopren**, $\Delta E^* \approx$ de 16 el **exaduro blanco**, un $\Delta E^* \approx$ de 10 unidades CIELAB el **exaduro rosa**, y muy por debajo el **arquero**, con $\Delta E^* \approx$ de 4.

El **fimo** presenta una alteración cromática con una diferencia de color total en torno a 12 unidades ($\Delta E^* \approx 12$).

B) *Específico*

PROBETAS DE COLORES

De forma más detallada y precisando la variación total, se podrá decir que la probeta **azul** se ha aclarado considerablemente, perdiendo cromatismo y virando su tono hacia los violetas azulados.

Los **marrones**, así como los reflejos, se han aclarado copiosamente, desaturándose y pasando su tono hacia los rojos anaranjados en los primeros, y naranjas rojizos los segundos.

Los **naranjas** se han aclarado levemente, perdiendo cromatismo y virando su tono de naranja amarillento a un naranja.

Los **amarillos** han ganado claridad levemente, desaturándose y siendo inapreciable cualquier variabilidad en su tono.

El **cobre** se ha aclarado considerablemente, no percibiéndose un cambio en su croma, y virando su tono de un cyan turquesado hacia un amarillento anaranjado.

Los **azules reflejos** se han aclarado, y han perdido cromatismo, desaturándose ambos. El **azul reflejo oscuro** ha virado hacia el violeta púrpureo, siendo imperceptible en los claros.

El **oro** se ha aclarado, ganando croma, pero muy levemente. Su tono ha cambiado hacia los esmeraldas verdosos.

La **plata** se ha aclarado, perdiendo cromatismo y desaturándose, efectuando un giro en el tono hacia los naranjas rojizos.

ESCAYOLAS

Precisando sobre los cambios que han sufrido las escayolas, comentar que el **hebopren** se ha aclarado, desaturándose y perdiendo cromatismo, virando su tono hacia los naranjas amarillos.

El **exaduro blanco** se ha oscurecido, ganado cromatismo y pasando su tono a un amarillo anaranjado.

El **exaduro rosa**, se ha aclarado levemente, saturándose su croma, y virando su tono hacia los naranjas amarillos.

El **arquero** se ha oscurecido, ganado cromatismo, y saturándose su croma, modificando su tono hacia los naranjas amarillentos.

El **fimo** se ha aclarado levemente, ganando tenuemente croma y virando de los verdes a los naranjas amarillos.

A continuación se muestran los resultados de las comparativas entre SCI y SCE. De igual modo se pueden observar los diferentes gráficos y diagramas, de las probetas antes/después de envejecer a cambios de T/HR. Dichos resultados, se han extraídos de las medias y desviaciones (anexo IV).

16.4.4. Comparativas SCI-SCE

Tablas 37 - 39. Comparativas de las variaciones de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), de SCI-SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de T/HR.

Muestra	SCI			SCE			SCI			SCE		
ANTES	L*(1)	L*(1)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(1)	Da(2-1)	b*(1)	b*(1)	Db*(2-1)			
Blanco	93,48	91,18	-2,35	-1,04	-1,06	-0,03	7,92	8,53	0,69			
Amarillo	88,21	85,72	-2,09	-3,48	-3,61	0,71	72,79	82,30	-1,28			
Verde	68,11	62,51	-4,65	-16,94	-19,67	-1,57	13,15	16,83	4,31			
Cobre	44,26	28,97	-3,77	0,14	-0,39	-0,04	-0,41	-0,29	1,37			
Naranja	62,54	58,08	-1,97	25,66	27,71	-1,18	53,70	71,57	-2,81			
Marrón	18,70	2,91	6,77	12,43	15,12	-3,82	12,18	4,86	-2,68			
Azul	18,81	2,60	4,07	17,56	39,60	-3,87	-33,75	-46,88	6,66			
Bl.Reflejo	80,49	77,67	-2,11	2,09	2,20	-0,19	2,99	3,37	0,13			
reflejo	48,21	24,19	-11,37	25,76	21,87	-13,14	43,07	32,84	-27,45			
Azul.R.cl	32,10	17,21	-10,14	9,32	17,79	5,14	-23,33	-35,50	-6,04			
Azul.R.osc	28,65	9,79	-12,19	2,79	7,55	2,98	-6,99	-15,51	-2,01			
Plata	70,55	7,72	-60,54	2,24	-2,56	-2,53	6,51	3,64	-4,79			
Oro	71,32	0,11	-66,31	8,83	-0,06	-6,31	27,56	-0,07	-24,94			
Arquero	85,17	85,17	-3,18	1,82	1,82	0,99	7,44	7,44	1,91			
Herbudur	75,59	75,59	0,83	4,64	4,64	0,32	23,93	23,93	-2,68			
Exa azul	77,34	77,34	1,09	-1,92	-1,92	-0,03	-4,37	-4,37	0,45			

Exa rosa	75,89	75,89	0,63	8,75	8,75	-3,85	12,21	12,21	8,78
Exa bl	86,94	86,94	-10,20	1,86	1,86	2,89	7,73	7,73	12,36
Hebodent	82,88	82,88	1,30	6,67	6,67	-0,93	8,05	8,05	-0,86
Hebopren	73,43	73,43	16,14	4,53	4,53	-3,18	15,53	15,53	-9,26
Alamo 70	88,74	88,74	1,32	1,46	1,46	-0,16	6,55	6,55	-1,19
D6	88,35	88,35	-1,78	1,50	1,50	0,39	6,86	6,86	1,39
Fimo	73,20	73,20	6,98	-2,59	-2,59	5,22	1,29	1,29	8,56

Muestra	SCI	SCE		SCI	SCE		SCI	SCE	
DESPUÉS	L*(2)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(2)	a*(2)	Da(2-1)	b*(2)	b*(2)	Db*(2-1)
Blanco	91,13	91,13	-2,35	-1,06	-1,06	-0,03	8,61	8,61	0,69
Amarillo	86,12	86,12	-2,09	-2,77	-2,77	0,71	71,51	71,51	-1,28
Verde	63,46	63,46	-4,65	-18,52	-18,52	-1,57	17,47	17,47	4,31
Cobre	40,50	40,50	-3,77	0,10	0,10	-0,04	0,96	0,96	1,37
Naranja	60,57	60,57	-1,97	24,48	24,48	-1,18	50,89	50,89	-2,81
Marrón	25,47	25,47	6,77	8,62	8,62	-3,82	9,50	9,50	-2,68
Azul	22,88	22,88	4,07	13,69	13,69	-3,87	-27,09	-27,09	6,66
Bl.Reflejo	78,38	78,38	-2,11	1,90	1,90	-0,19	3,12	3,12	0,13
reflejo	36,84	36,84	-11,37	12,62	12,62	-13,14	15,62	15,62	-27,45
Azul.R.cl	21,95	21,95	-10,14	14,46	14,46	5,14	-29,38	-29,38	-6,04
Azul.R.osc	16,46	16,46	-12,19	5,77	5,77	2,98	-8,99	-8,99	-2,01
Plata	10,01	10,01	-60,54	-0,29	-0,29	-2,53	1,72	1,72	-4,79
Oro	5,01	5,01	-66,31	2,52	2,52	-6,31	2,61	2,61	-24,94
Arquero	81,98	81,93	-3,18	2,81	2,76	0,99	9,34	9,40	1,91
Herbodur	76,42	76,36	0,83	4,96	4,88	0,32	21,25	21,26	-2,68
Exa azul	78,43	78,37	1,09	-1,95	-1,97	-0,03	-3,92	-3,77	0,45

Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana

Exa rosa	76,52	76,45	0,63	4,90	4,82	-3,85	20,99	21,00	8,78
Exa bl	76,74	76,67	-10,20	4,74	4,66	2,89	20,09	20,12	12,36
Hebodont	84,18	84,10	1,30	5,74	5,69	-0,93	7,19	7,26	-0,86
Hebopren	89,56	89,45	16,14	1,35	1,34	-3,18	6,27	6,34	-9,26
Álamo 70	90,07	89,95	1,32	1,30	1,28	-0,16	5,36	5,43	-1,19
D6	86,57	86,48	-1,78	1,88	1,86	0,39	8,25	8,32	1,39
Fimo	80,18	80,16	6,98	2,63	2,58	5,22	9,84	9,89	8,56

Muestra	(ΔE^*) ANTES	(ΔE^*) DESPUES	(ΔE^*) Diferencia Antes-después
Blanco	2,38	0,0	-2,4
Amarillo	9,84	0,0	-9,8
Verde	7,23	0,0	-7,2
Cobre	15,30	0,0	-15,3
Naranja	18,53	0,0	-18,5
Marrón	17,61	0,0	-17,6
Azul	30,34	0,0	-30,3
Bl.Reflejo	2,84	0,0	-2,8
reflejo	26,40	0,0	-26,4
Azul.R.cl	21,00	0,0	-21,0
Azul.R.osc	21,24	0,0	-21,2
Plata	63,08	0,0	-63,1
Oro	76,90	0,0	-76,9
Arquero	0,00	0,1	0,1
Herbodur	0,00	0,1	0,1
Exa azul	0,00	0,2	0,2
Exa rosa	0,00	0,1	0,1
Exa bl	0,00	0,1	0,1
Hebodont	0,00	0,1	0,1
Hebopren	0,00	0,1	0,1

Alamo 70	0,00	0,1	0,1
D6	0,00	0,1	0,1
Fimo	0,00	0,1	0,1

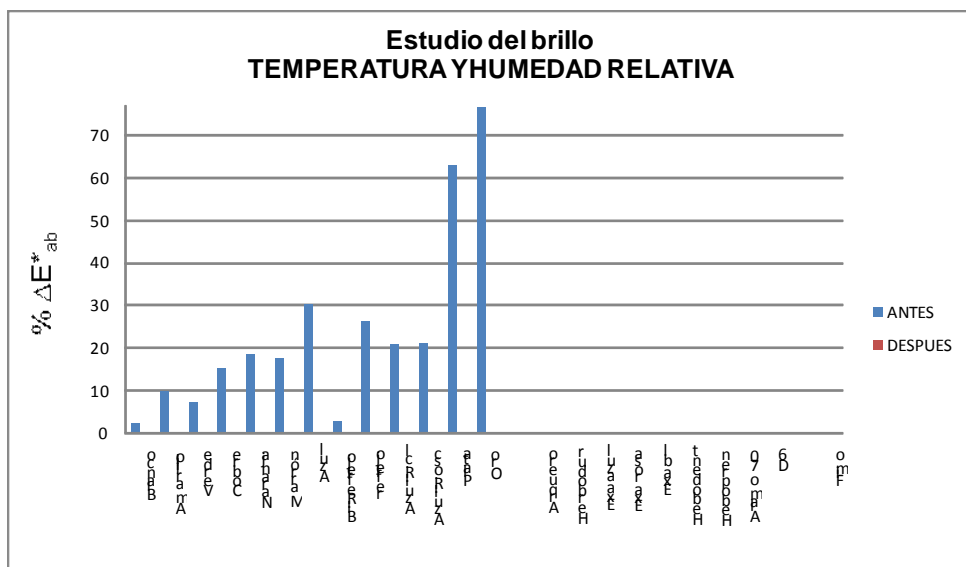


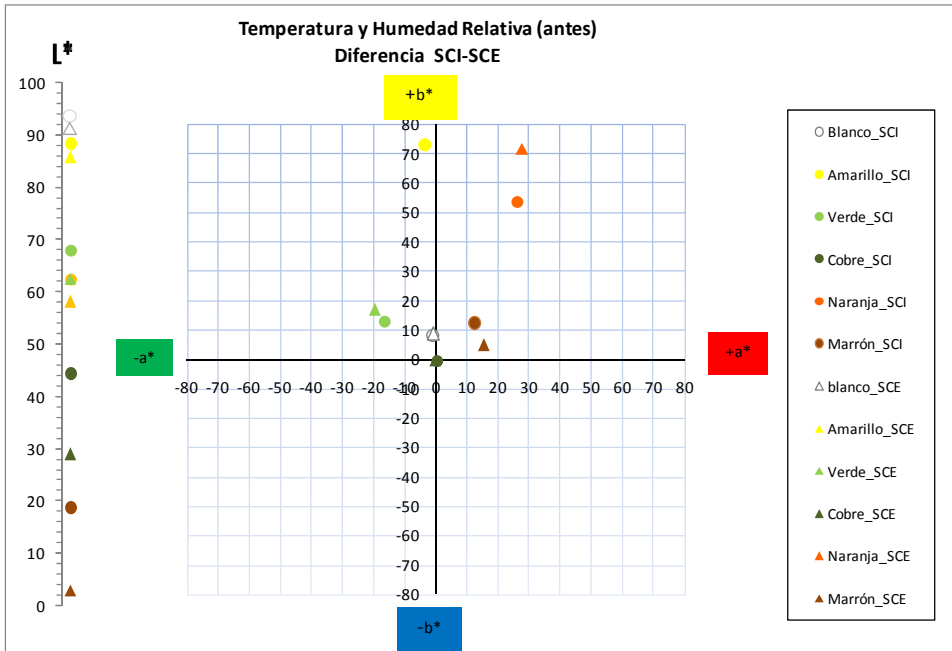
Figura 83. Gráfico de la diferencia de color total de los valores obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado de T/HR.

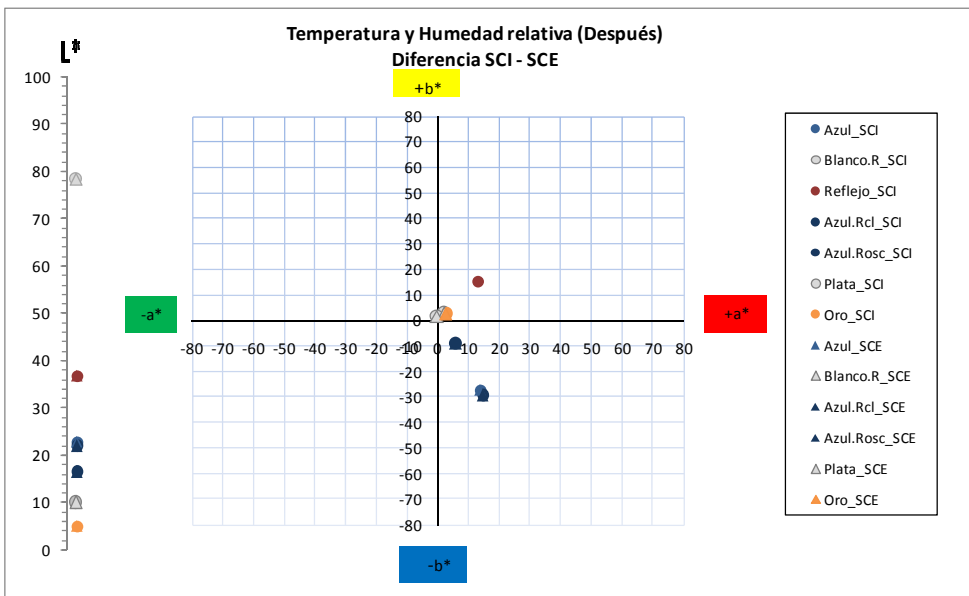
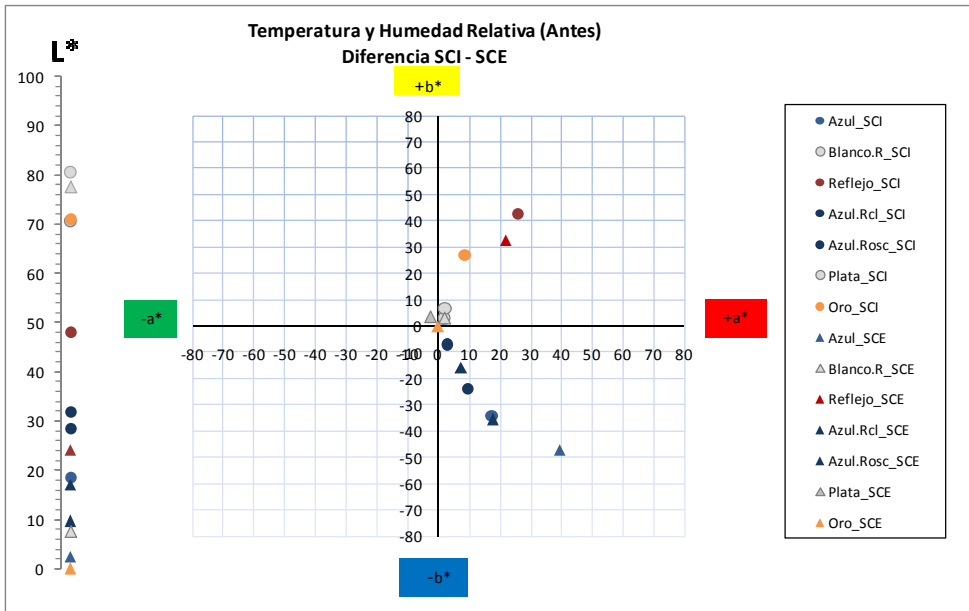
16.4.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)

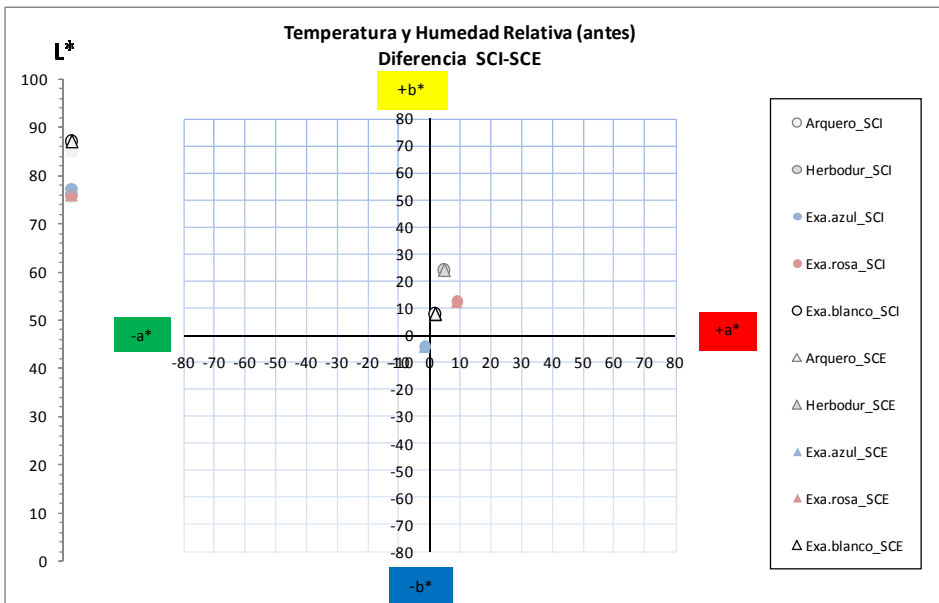
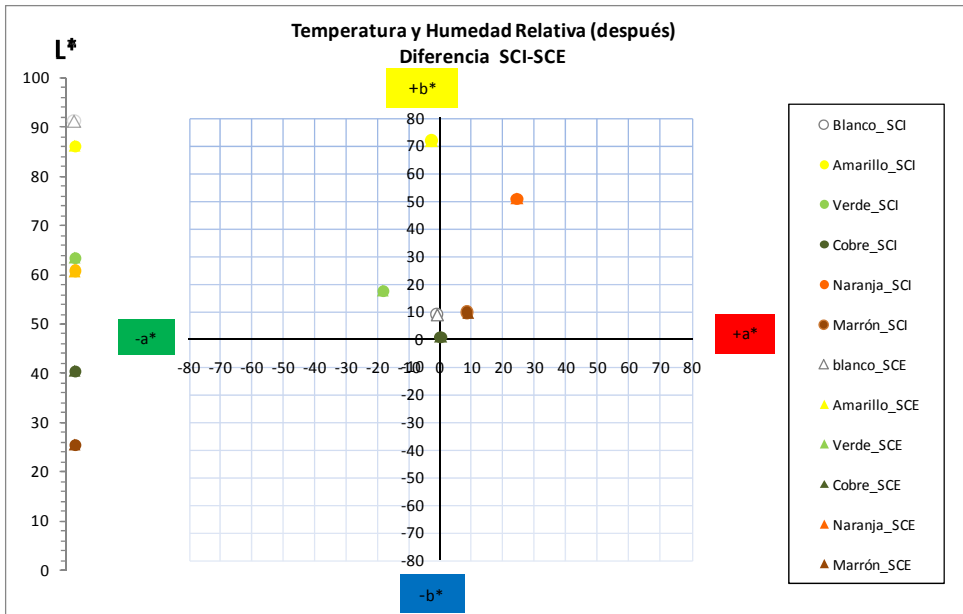
Si atendemos a la diferencia de brillo experimentada por las probetas expuestas a variaciones de T/HR, los resultados obtenidos muestran que no existe diferencias entre las mediciones efectuadas con y sin brillo, lo que indica que la temperatura y humedad relativa no modifican el brillo.

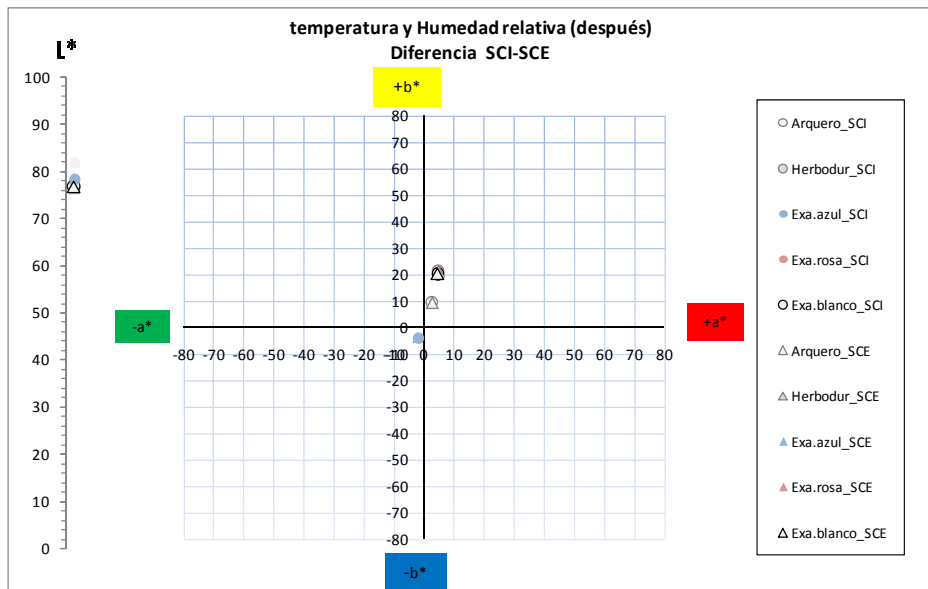
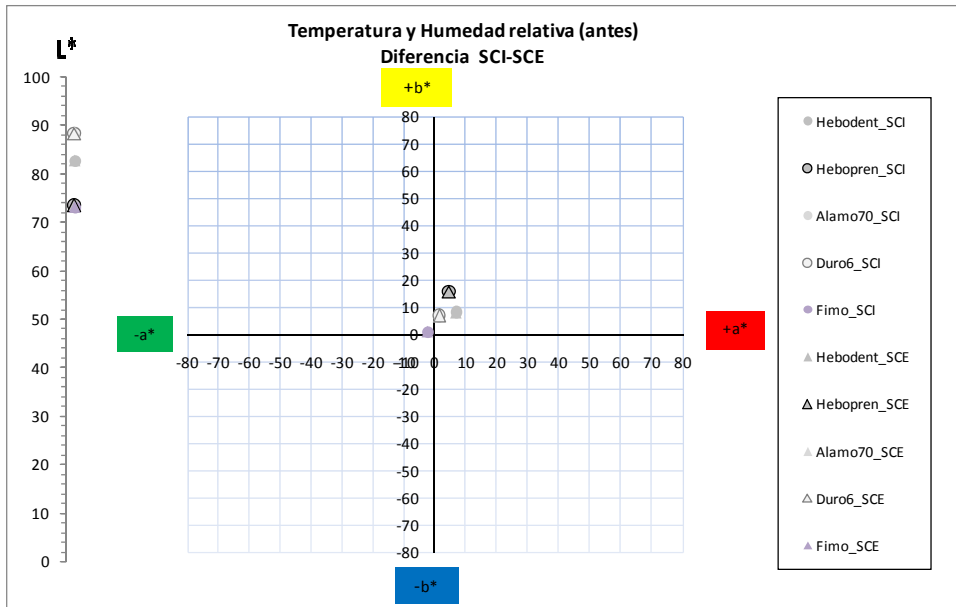
Estos resultados demuestran, que igual que las probetas no se sometieron a cambios de temperatura, desechándose por el motivo de estar cocidas a una

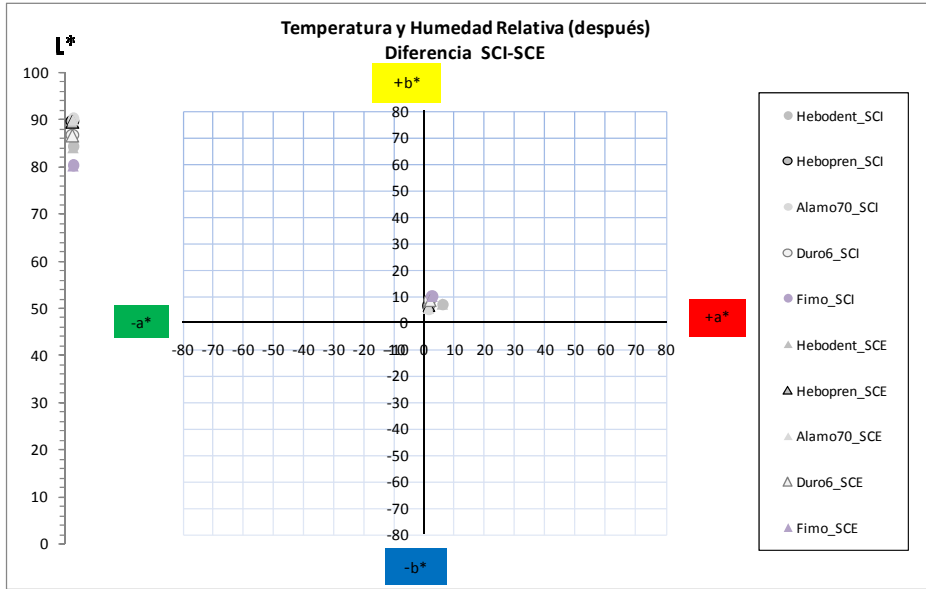
temperatura muy superior a la ofrecida por la cámara de envejecimiento, la humedad tampoco afecta a la superficie vítrea, es decir, en cuanto a cambios de tono, color o croma. Este exceso de humedad podría incluirse dentro de los parámetros de alteración producidas por un exceso de humedad, siendo absorbida por el soporte, y posteriormente dando lugar a la aparición de sales, o por rotura si este se congelara.











Figuras 84 – 91. Representaciones en el Diagrama CIELAB de las comparativas de los valores con brillo excluido y de los valores con brillo incluido de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado de T/HR

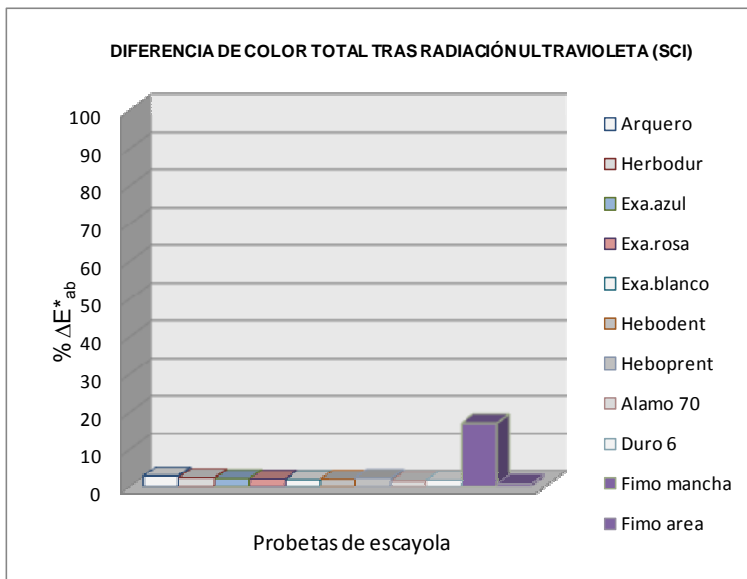
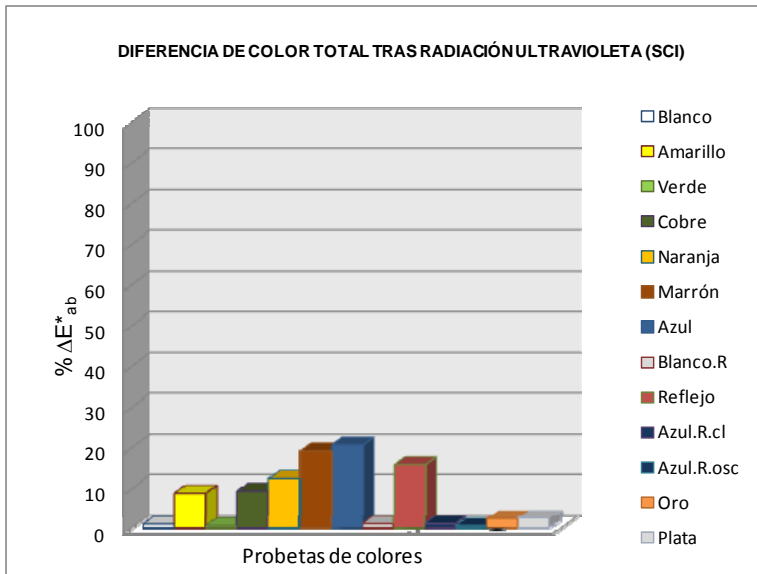
16.5. PROBETAS SOMETIDAS A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

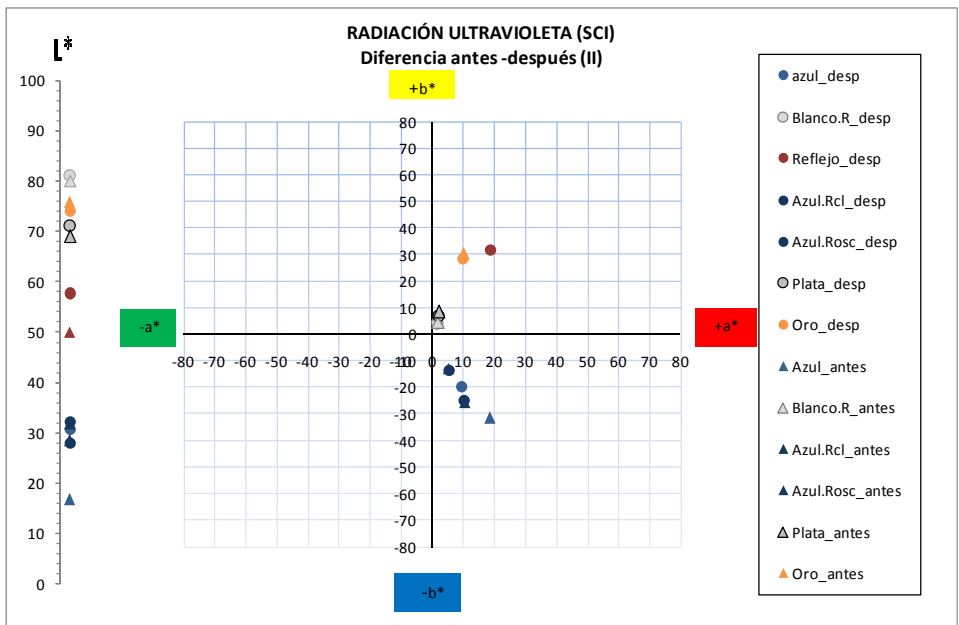
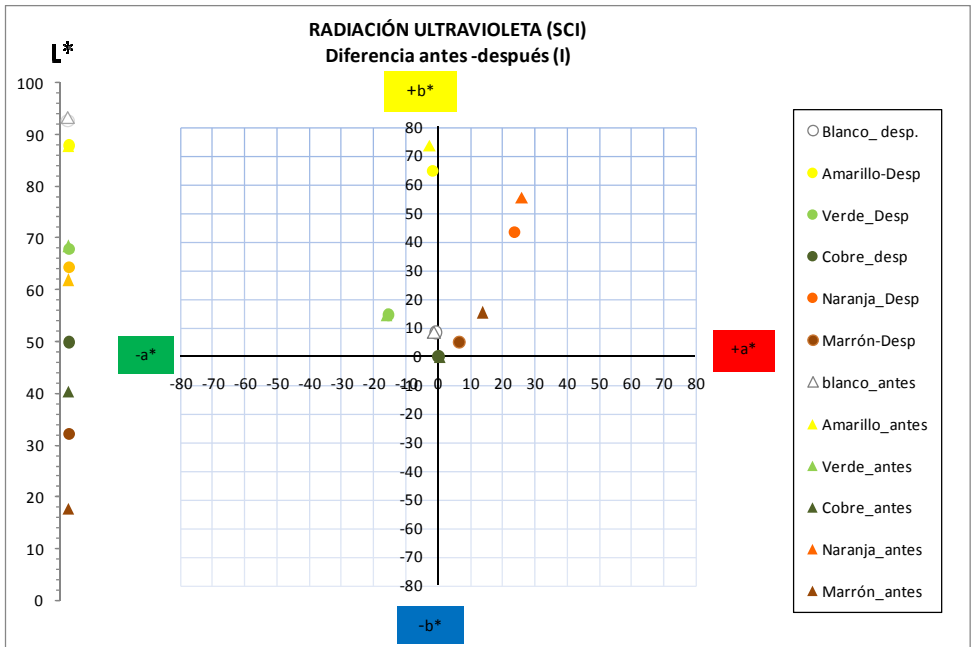
16.5.1. Análisis colorimétrico y de brillo

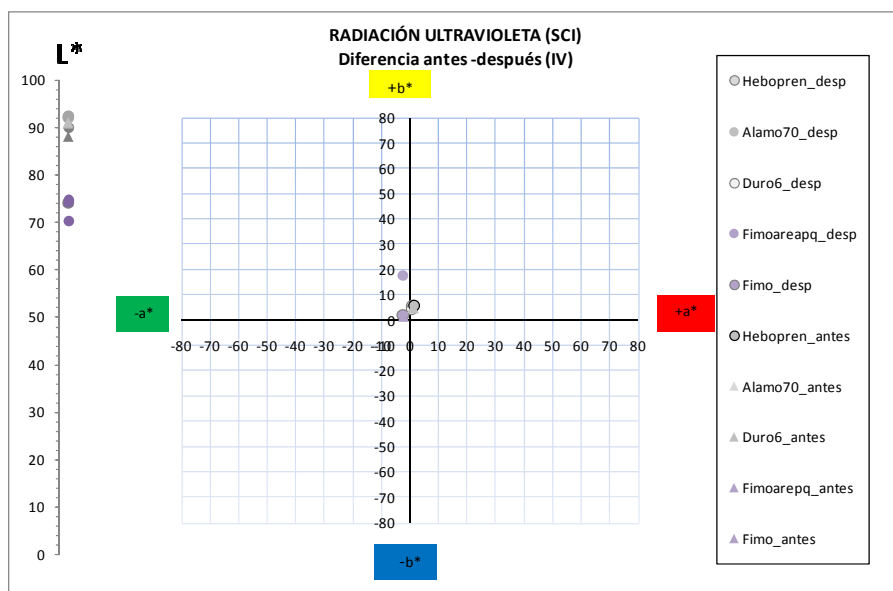
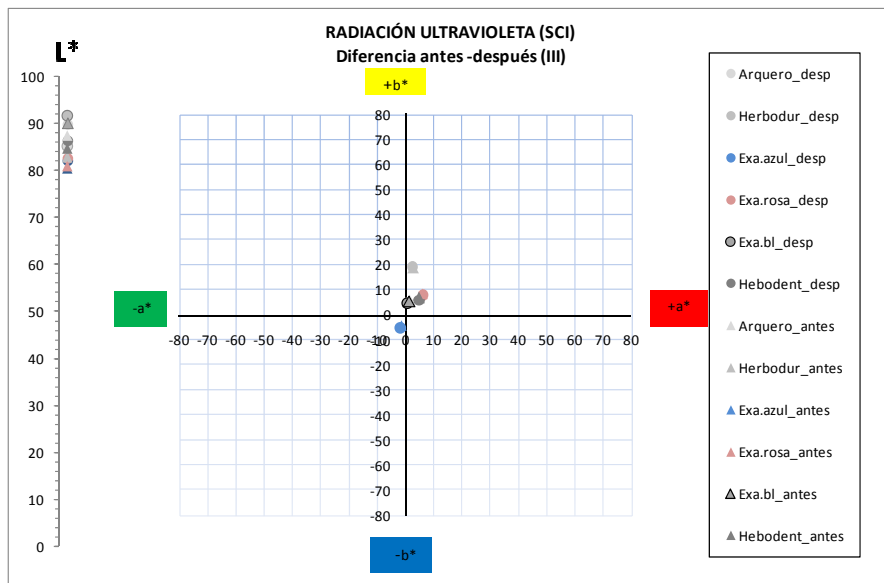
Tabla 40. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y variación de color total (ΔE^*), SCI, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

Muestra	L*(1)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	93,32	92,60	-0,72	-1,13	-0,52	0,61	8,27	8,09	-0,18	0,96
Amarillo	87,83	87,80	-0,03	-2,53	-2,01	0,52	73,65	64,76	-8,89	8,91
Verde	68,45	68,02	-0,43	-16,17	-15,83	0,34	14,19	14,17	-0,02	0,55
Cobre	40,36	49,83	9,47	0,44	0,20	-0,24	-0,33	-0,41	-0,08	9,47
Naranja	61,89	64,60	2,71	26,11	23,49	-2,62	55,34	43,49	-11,85	12,4
Marrón	17,83	32,36	14,53	13,73	6,74	-6,99	15,11	4,74	-10,37	19,2
Azul	16,76	30,78	14,02	18,71	9,21	-9,50	-31,45	-19,52	11,94	20,7
Blanco. R	80,02	81,04	1,02	2,09	1,95	-0,14	4,38	4,23	-0,15	1,0
Reflejo	50,01	57,59	7,58	24,82	18,73	-6,09	44,73	32,04	-12,69	16,0
Azul. R. cl	31,79	32,35	0,56	10,51	10,04	-0,47	-25,52	-24,71	0,81	1,10
Azul. R. osc	28,50	28,09	-0,41	5,22	5,34	0,12	-12,86	-13,11	-0,25	0,50
Oro	74,14	75,83	1,68	10,38	9,64	-0,74	30,39	28,67	-1,72	2,51
Plata	68,99	71,08	2,10	2,39	2,13	-0,26	8,42	6,78	-1,64	2,68
Arquero	87,47	90,07	2,59	1,75	0,87	-0,88	6,09	5,29	-0,80	2,85
Hebodur	82,88	85,07	2,19	2,92	2,41	-0,50	18,73	19,00	0,28	2,27
Exa.azul	80,59	82,23	1,64	-1,43	-1,65	-0,23	-3,98	-5,22	-1,24	2,07
Exa.rosa	81,06	82,82	1,76	6,09	5,97	-0,11	8,58	7,76	-0,82	1,94
Exa.blanco	90,20	91,66	1,46	1,43	0,98	-0,45	5,38	4,65	-0,73	1,69
Hebodent	84,84	86,54	1,70	4,98	4,95	-0,03	6,94	6,23	-0,71	1,85
Heboprent	88,02	90,10	2,08	1,75	1,06	-0,70	5,75	5,37	-0,39	2,23
Alamo 70	90,78	92,05	1,27	1,17	0,92	-0,25	4,76	4,23	-0,52	1,39
Duro 6	91,15	92,54	1,40	1,22	0,89	-0,33	4,77	4,13	-0,64	1,57

Fimo mancha	74,48	70,41	-4,06	-2,27	-2,73	-0,46	1,59	18,15	16,55	17,05
Fimo area. Peq	74,47	73,93	-0,55	-2,27	-2,22	0,05	1,59	1,99	0,40	0,68







Figuras 92 - 97. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo incluido del incremento total de color y de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

16.5.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)

A) General

PROBETAS DE COLOR

El color que más se ha alterado cromáticamente es el **azul**, con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a las 20 unidades CIELAB. A continuación, se encuentra el **marrón**, con un $\Delta E^* \approx 19$, seguido por el **reflejo**, con $\Delta E^* \approx 16$, el **naranja**, con $\Delta E^* \approx 12$, el **cobre**, con $\Delta E^* \approx 9$, y el **amarillo**, con un incremento total de color de 8,9 unidades CIELAB.

ESCAYOLAS

Las escayolas se encuentran todas con valores de (ΔE^*) inferiores a 3, desechando cualquier valoración que de ellas se pudieran extraer, ya que tomamos en consideración solo aquellas que se encontraran sobre 3 unidades CIELAB.

Solo se han valorado los datos obtenidos del **fimo**, ya que presenta una diferencia de color total (ΔE^*) de 17 unidades CIELAB.

B) Específico

PROBETAS DE COLOR

Concretando más en cuanto a los cambios experimentados por las probetas, podemos decir que la probeta **azul** se ha aclarado, que pierde cromatismo y que vira hacia los azules.

En cuanto a la probeta **marrón**, se ha aclarado, perdiendo cromatismo y virando hacia los naranjas.

El **reflejo** se ha aclarado, gana croma y su variación tonal es inapreciable.

La probeta **naranja**, se ha aclarado considerablemente, haciéndose menos cromático y volviéndose levemente más rojiza.

La probeta de **cobre** se ha aclarado, su modificación de croma es inapreciable, y su tono a virado hacia los azules rojizos.

La probeta **amarilla** prácticamente no modifica la claridad, pierde cromatismo y su posible cambio de tono es mínimo o inapreciable.

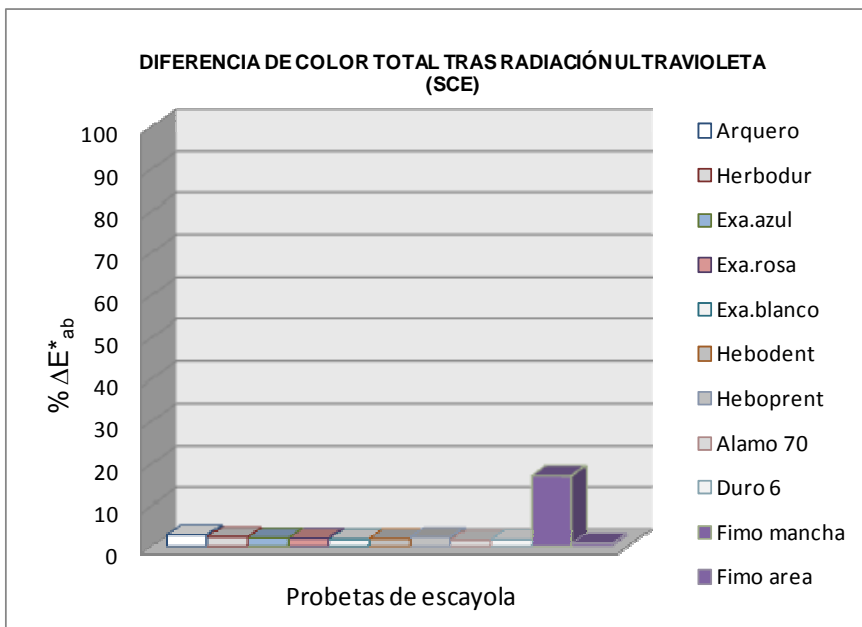
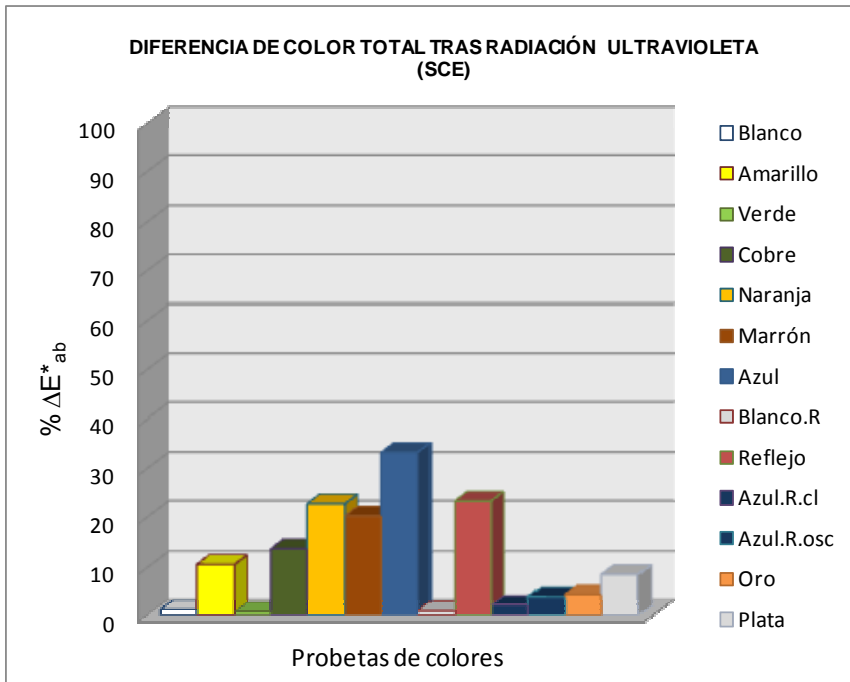
ESCAJOLAS

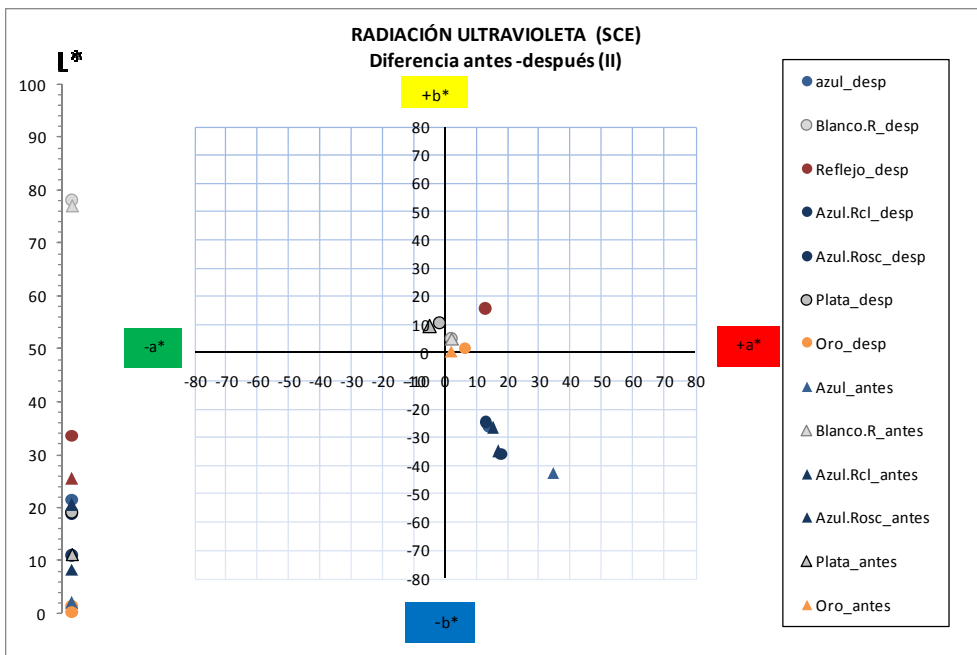
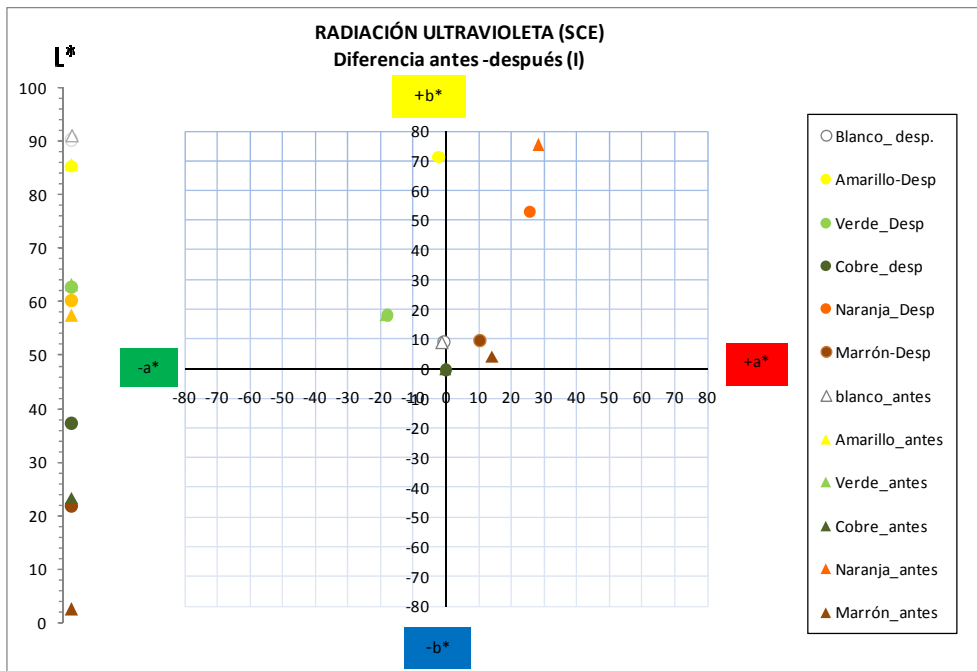
Concretando más lo ocurrido en la probeta realizada con **fimo**, única que ha experimentado una diferencia de color total considerable, comentar que no se ha modificado ni su croma, ni su claridad, virando su tono hacia los verdes amarillentos.

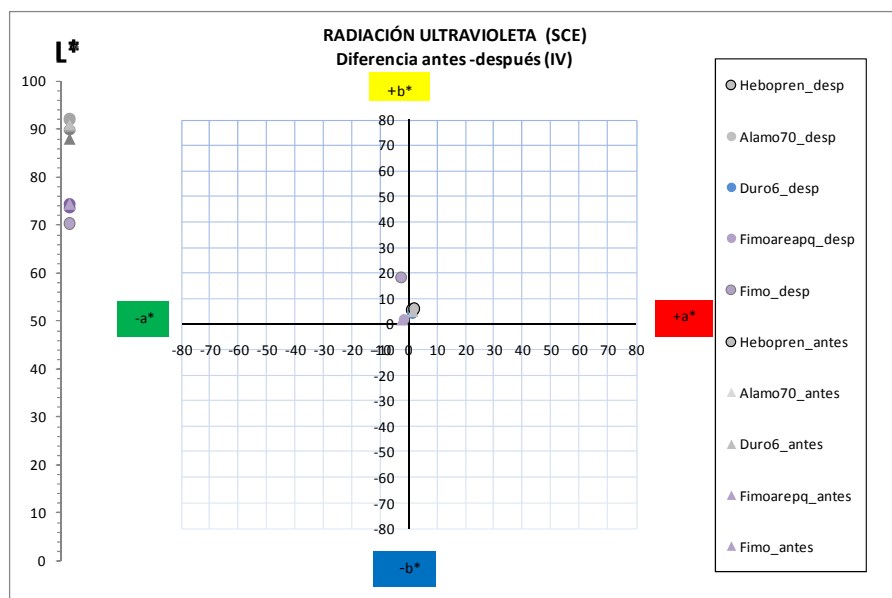
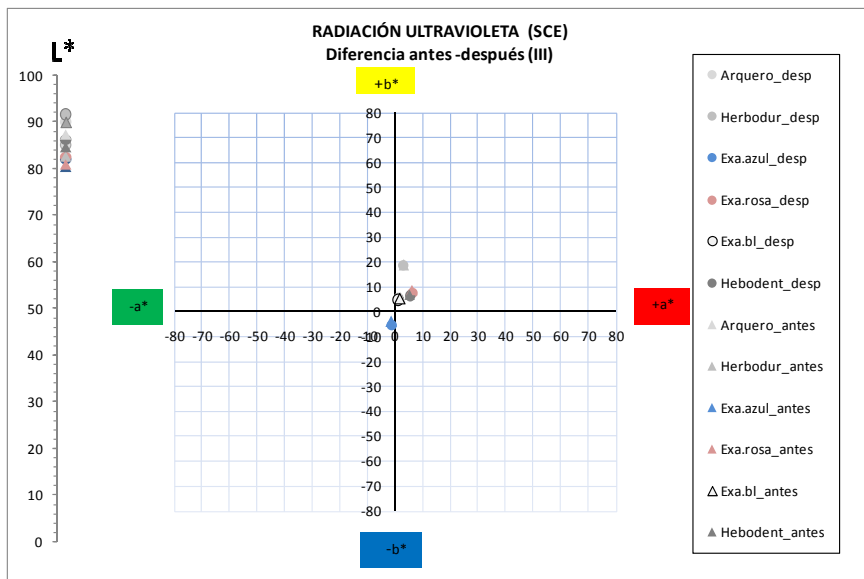
Tabla 41. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y variación de color total (ΔE^*), SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

Muestra	L*(1)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	91,1	90,13	-0,93	-1,16	-0,51	0,65	8,86	8,8	-0,09	1,14
Amarillo	85,6	85,39	-0,18	-2,63	-2,05	0,58	82,15	71,5	-10,62	10,64
Verde	63,1	62,61	-0,47	-18,60	-18,14	0,46	18,06	17,9	-0,14	0,67
Cobre	23,3	37,14	13,82	-0,27	-0,27	-0,01	-0,15	-0,5	-0,38	13,83
Naranja	57,4	60,14	2,73	28,21	25,30	-2,90	75,54	53,2	-22,37	22,72
Marrón	2,5	21,75	19,20	14,22	10,51	-3,71	4,24	9,5	5,22	20,24
Azul	2,1	21,77	19,71	34,34	13,51	-20,84	-42,59	-25,8	16,81	33,25
Blanco. R	77,2	78,05	0,89	2,20	2,07	-0,13	4,86	4,8	-0,09	0,91
Reflejo	25,6	33,76	8,19	21,28	12,80	-8,49	35,70	15,6	-20,13	23,33
Azul. R. cl	20,6	18,90	-1,69	16,82	17,84	1,02	-34,82	-35,6	-0,80	2,13

Azul. R. osc	8,4	10,97	2,54	14,98	12,73	-2,25	-26,62	-24,7	1,96	3,92
Oro	0,4	1,36	0,96	1,99	6,03	4,03	0,54	2,1	1,52	4,41
Plata	11,2	19,11	7,90	-4,99	-1,73	3,26	9,37	10,3	0,96	8,60
Arquero	87,3	89,88	2,62	1,802	0,94	-0,86	6,124	5,3	-0,85	2,88
Hebodur	82,7	84,89	2,22	2,957	2,46	-0,50	18,700	19,0	0,27	2,29
Exa.azul	80,4	82,08	1,67	-1,367	-1,58	-0,22	-3,896	-5,2	-1,29	2,12
Exa.rosa	80,9	82,65	1,79	6,121	6,02	-0,10	8,608	7,8	-0,85	1,99
Exa.blanco	90,0	91,48	1,51	1,490	1,05	-0,44	5,428	4,7	-0,76	1,75
Hebodent	84,6	86,36	1,74	5,019	5,00	-0,02	6,983	6,2	-0,75	1,89
Heboprent	87,8	89,93	2,12	1,807	1,11	-0,69	5,784	5,4	-0,42	2,27
Alamo 70	90,6	91,87	1,32	1,226	0,98	-0,25	4,811	4,2	-0,56	1,45
Duro 6	90,9	92,35	1,45	1,280	0,95	-0,33	4,822	4,1	-0,67	1,63
Fimo mancha	74,3	70,16	-4,13	-2,208	-2,68	-0,47	1,661	18,2	16,54	17,06
Fimo area. Peq	74,29	73,72	-0,57	-2,21	-2,15	0,05	1,66	2,0	0,35	0,67







Figuras 98 - 103. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo excluido del incremento total de color y de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

16.5.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)

A) General

PROBETAS DE COLOR

En las mediciones efectuadas sin brillo (SCE), los colores que más se han alterado cromáticamente son el **azul**, una ΔE^* en torno a 33 unidades CIELAB, seguido por la probeta **reflejo**, con un $\Delta E^* \approx 23$, el **naranja** con $\Delta E^* \approx 23$, el **marrón** sobre $\Delta E^* \approx 20$, el **cobre** con un $\Delta E^* \approx 14$, el **amarillo**, con un $\Delta E^* \approx 11$, y la **plata**, con un $\Delta E^* \approx 9$.

El **oro** y la probeta **azul reflejo** han sufrido una alteración cromática más alejada de las anteriores ($\Delta E^* \approx 4$).

ESCAYOLAS

Así como sucediera con las mediciones efectuadas con SCI, las diferencias de color total (ΔE^*) de los valores sin brillo (SCE) se encuentran por debajo de 3 unidades CIELAB, por lo que se ha desechado cualquier valoración que de ellas.

Solo se han valorado los datos obtenidos del **fimo**, ya que presenta una diferencia de color total (ΔE^*) de 17 unidades CIELAB.

B) Específico

PROBETAS DE COLOR

La probeta **azul** se ha aclarado considerablemente, ha perdido algo de cromatismo y ha virado levemente su tono hacia los azules.

La probeta **reflejo** se ha aclarado, ha perdido cromatismo, y virando hacia los rojos.

La **naranja** ha ganado claridad, perdiendo cromatismo y evolucionando el color hacia los rojos.

La probeta **marrón**, se ha aclarado, ganando levemente croma y virando hacia los naranjas.

El **cobre** se ha aclarado, siendo su modificación en cuanto a croma inapreciable y virando hacia los azules.

La **probeta amarilla** no presenta cambios apreciables en ninguno de los parámetros cromáticos que la caracterizan (claridad, croma, tono).

La probeta de **plata** se ha aclarado, ha disminuido su cromatismo y ha virado su tono hacia los amarillos.

La probeta **oro** se ha aclarado sutilmente, ganado cromatismo y virado su tono hacia los azules.

ESCAYOLAS

El cambio experimentado por la probeta de **fimo** ($\Delta E^* \approx 17$ unidades) se distribuye de la siguiente manera: se ha oscurecido, ha ganado cromatismo, y ha virando su tono hacia los amarillos.

16.5.4. Comparativas SCI-SCE

En las siguientes tablas se pueden observar las comparativas entre las SCI y SCE, así como los diferentes gráficos y diagramas, de las probetas antes de envejecer, y aquellas que han sido sometidas a los diferentes cambios de envejecimiento, y una vez envejecidas con sus respectivos incrementos. Dichos resultados, se han extraídos de las medias y desviaciones (anexo IV).

Tabla 42- 43. Comparativas de las variaciones de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), de SCI-SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

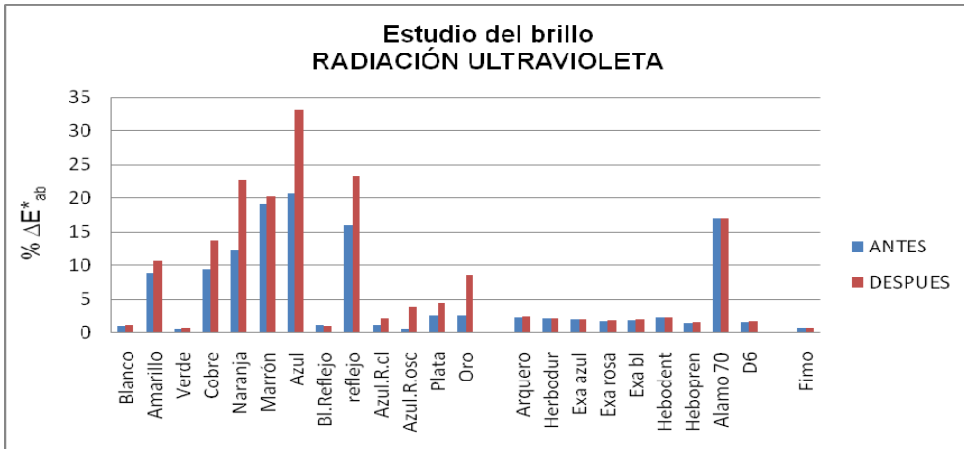
Muestra	SCI	SCE		SCI	SCE		SCI	SCE	
	L*(1)	L*(1)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(1)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(1)	Db*(2-1)
ANTES									
Blanco	93,3	91,1	-0,72	-1,1	-1,2	0,61	8,3	8,9	-0,18
Amarillo	87,8	85,6	-0,03	-2,5	-2,6	0,52	73,7	82,1	-8,89
Verde	68,5	63,1	-0,43	-16,2	-18,6	0,34	14,2	18,1	-0,02
Cobre	40,4	23,3	9,47	0,4	-0,3	-0,24	-0,3	-0,2	-0,08
Naranja	61,9	57,4	2,71	26,1	28,2	-2,62	55,3	75,5	-11,85
Marrón	17,8	2,5	14,53	13,7	14,2	-6,99	15,1	4,2	-10,37
Azul	16,8	2,1	14,02	18,7	34,3	-9,50	-31,5	-42,6	11,94
Bl.Reflejo	80,0	77,2	1,02	2,1	2,2	-0,14	4,4	4,9	-0,15
reflejo	50,0	25,6	7,58	24,8	21,3	-6,09	44,7	35,7	-12,69
Azul.R.cl	31,8	20,6	0,56	10,5	16,8	-0,47	-25,5	-34,8	0,81
Azul.R.osc	28,5	8,4	-0,41	5,2	15,0	0,12	-12,9	-26,6	-0,25
Plata	74,1	0,4	1,68	10,4	2,0	-0,74	30,4	0,5	-1,72
Oro	69,0	11,2	2,10	2,4	-5,0	-0,26	8,4	9,4	-1,64
	87,5	87,3	2,59	1,8	1,8	-0,88	6,1	6,1	-0,80
Arquero	82,9	82,7	2,19	2,9	3,0	-0,50	18,7	18,7	0,28
Herbodur	80,6	80,4	1,64	-1,4	-1,4	-0,23	-4,0	-3,9	-1,24
Exa azul	81,1	80,9	1,76	6,1	6,1	-0,11	8,6	8,6	-0,82
Exa rosa	90,2	90,0	1,46	1,4	1,5	-0,45	5,4	5,4	-0,73
Exa bl	84,8	84,6	1,70	5,0	5,0	-0,03	6,9	7,0	-0,71
Hebodont	88,0	87,8	2,08	1,8	1,8	-0,70	5,8	5,8	-0,39
Hebopren	90,8	90,6	1,27	1,2	1,2	-0,25	4,8	4,8	-0,52
Alamo 70	74,5	74,3	-4,06	-2,3	-2,2	-0,46	1,6	1,7	16,55
D6	91,1	90,9	1,40	1,2	1,3	-0,33	4,8	4,8	-0,64
Fimo	74,5	74,3	-0,55	-2,3	-2,2	0,05	1,6	1,7	0,40

Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana

Muestra	SCI	SCE		SCI	SCE		SCI	SCE	
	L*(2)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(2)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(2)	b*(2)	Db*(2-1)
DESPUÉS									
Blanco	92,60	90,13	-0,93	-0,52	-0,51	0,65	8,09	8,76	-0,09
Amarillo	87,80	85,39	-0,18	-2,01	-2,05	0,58	64,76	71,53	-10,62
Verde	68,02	62,61	-0,47	-15,83	-18,14	0,46	14,17	17,93	-0,14
Cobre	49,83	37,14	13,82	0,20	-0,27	-0,01	-0,41	-0,53	-0,38
Naranja	64,60	60,14	2,73	23,49	25,30	-2,90	43,49	53,17	-22,37
Marrón	32,36	21,75	19,20	6,74	10,51	-3,71	4,74	9,46	5,22
Azul	30,78	21,77	19,71	9,21	13,51	-20,84	-19,52	-25,78	16,81
Bl.Reflejo	81,04	78,05	0,89	1,95	2,07	-0,13	4,23	4,78	-0,09
reflejo	57,59	33,76	8,19	18,73	12,80	-8,49	32,04	15,57	-20,13
Azul.R.cl	32,35	18,90	-1,69	10,04	17,84	1,02	-24,71	-35,62	-0,80
Azul.R.osc	28,09	10,97	2,54	5,34	12,73	-2,25	-13,11	-24,66	1,96
Plata	75,83	1,36	0,96	9,64	6,03	4,03	28,67	2,06	1,52
Oro	71,08	19,11	7,90	2,13	-1,73	3,26	6,78	10,33	0,96
	90,07	89,88	2,62	0,87	0,94	-0,86	5,29	5,28	-0,85
Arquero	85,07	84,89	2,22	2,41	2,46	-0,50	19,00	18,97	0,27
Herbodur	82,23	82,08	1,67	-1,65	-1,58	-0,22	-5,22	-5,18	-1,29
Exa azul	82,82	82,65	1,79	5,97	6,02	-0,10	7,76	7,75	-0,85
Exa rosa	91,66	91,48	1,51	0,98	1,05	-0,44	4,65	4,66	-0,76
Exa bl	86,54	86,36	1,74	4,95	5,00	-0,02	6,23	6,23	-0,75
Hebodont	90,10	89,93	2,12	1,06	1,11	-0,69	5,37	5,36	-0,42
Hebopren	92,05	91,87	1,32	0,92	0,98	-0,25	4,23	4,25	-0,56
Alamo 70	70,41	70,16	-4,13	-2,73	-2,68	-0,47	18,15	18,20	16,54
D6	92,54	92,35	1,45	0,89	0,95	-0,33	4,13	4,15	-0,67
Fimo	73,93	73,72	-0,57	-2,22	-2,15	0,05	1,99	2,01	0,35

Tabla 44. Comparativas de las variaciones de color total (ΔE^*), de SCI-SCE antes-después, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

Muestra	(ΔE^*) ANTES	(ΔE^*) DESPUÉS	(ΔE^*) Diferencia Antes-después
Blanco	0,96	1,14	0,17
Amarillo	8,91	10,64	1,73
Verde	0,55	0,67	0,12
Cobre	9,47	13,83	4,36
Naranja	12,43	22,72	10,29
Marrón	19,17	20,24	1,07
Azul	20,72	33,25	12,53
Bl.Reflejo	1,05	0,91	-0,14
Reflejo	15,99	23,33	7,34
Azul.R.cl	1,10	2,13	1,03
Azul.R.osc	0,50	3,92	3,42
Plata	2,51	4,41	1,90
Oro	2,68	8,60	5,92
Arquero	2,27	2,29	0,03
Herbodur	2,07	2,12	0,05
Exa azul	1,94	1,99	0,05
Exa rosa	1,69	1,75	0,06
Exa bl	1,85	1,89	0,05
Hebodont	2,23	2,27	0,04
Hebopren	1,39	1,45	0,06
Alamo 70	17,05	17,06	0,01
D6	1,57	1,63	0,06
Fimo	0,68	0,67	-0,01



Figuras 104. Gráfico de diferencia de color total de los valores obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

16.5.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)

Los resultados obtenidos referentes a las probetas de cerámica, nos muestran que la probeta con mayor brillo es la probeta **azul** y **marrón** ($\Delta E^* 20$), seguida de la probeta **reflejo** $\Delta E^* \approx 16$ y la **naranja** $\Delta E^* \approx 13$. Con una diferencia de 9 y 10 unidades CIELAB respectivamente se encuentran las probetas **cobre** y **amarillo**. A continuación encontramos la **plata** y el **oro**, con un $\Delta E^* \approx 3$ unidades CIELAB. El **azul reflejo** y las dos probetas de **blanco** y **blanco reflejo**, se desestiman por encontrarse por debajo del umbral tomado como visible ($\Delta E^* \approx 1$).

Si observamos la diferencia de brillo experimentada por las probetas tras el envejecimiento por radiación ultravioleta (representada en el gráfico) podemos concluir que las probetas con mayor variación de brillo han sido el **azul** con 13 unidades CIELAB, la **naranja** con 10 y el **reflejo** con 7.

A continuación y observando el gráfico, encontramos el **oro** y el **cobre** con 6 y 5 unidades CIELAB. El resto de probetas han sufrido variaciones comprendidas entre la unidad y las 4 unidades CIELAB. Con una diferencia de 1 unidad CIELAB

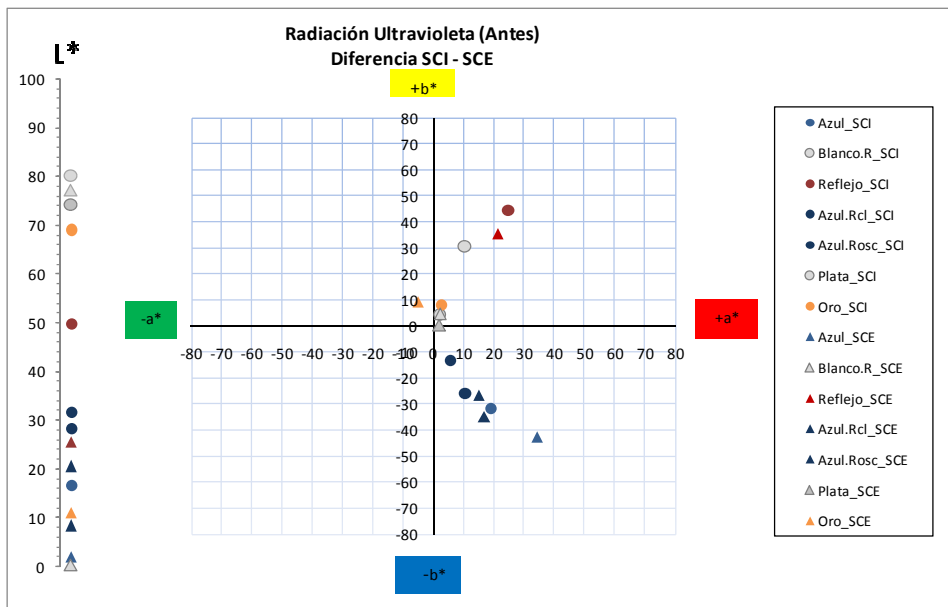
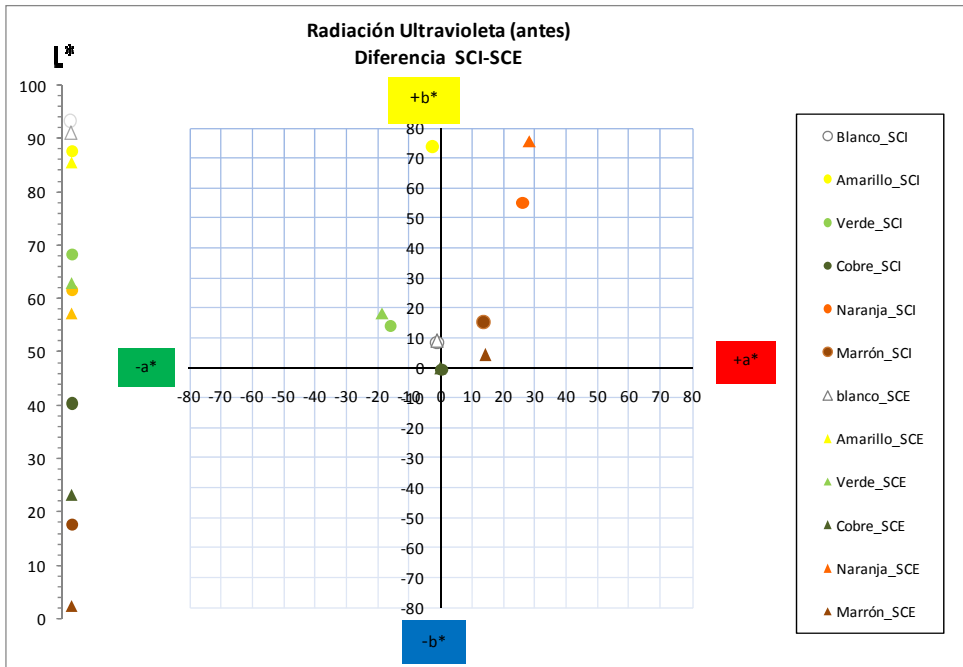
encontramos el **blanco**, el **verde**, el **marrón**, y el **blanco reflejo** y el **azul reflejo claro**. Con una desigualdad de 2 unidades CIELAB tenemos las probetas **amarilla** y **plata** y con una variación de 4 unidades, el **azul reflejo oscuro**.

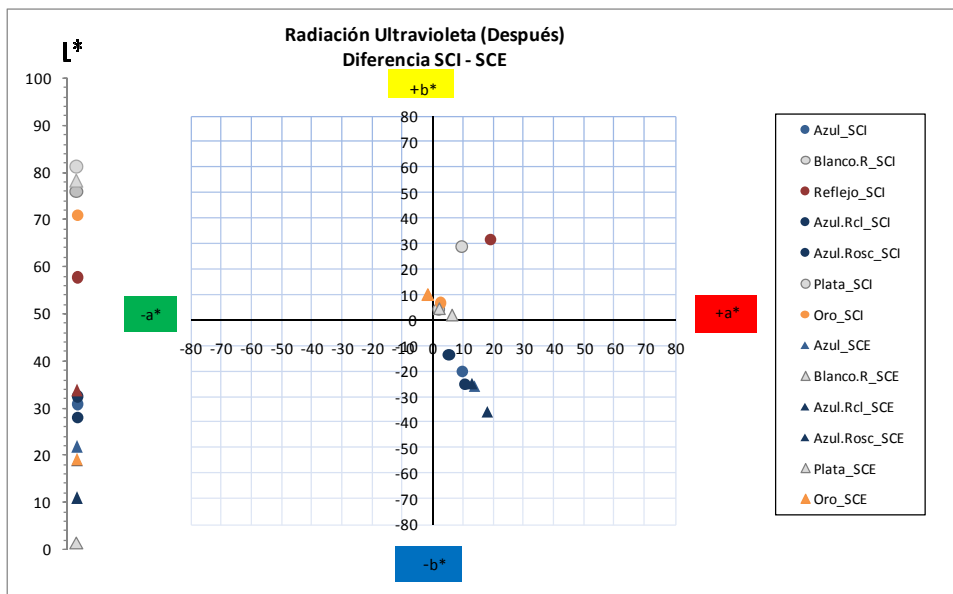
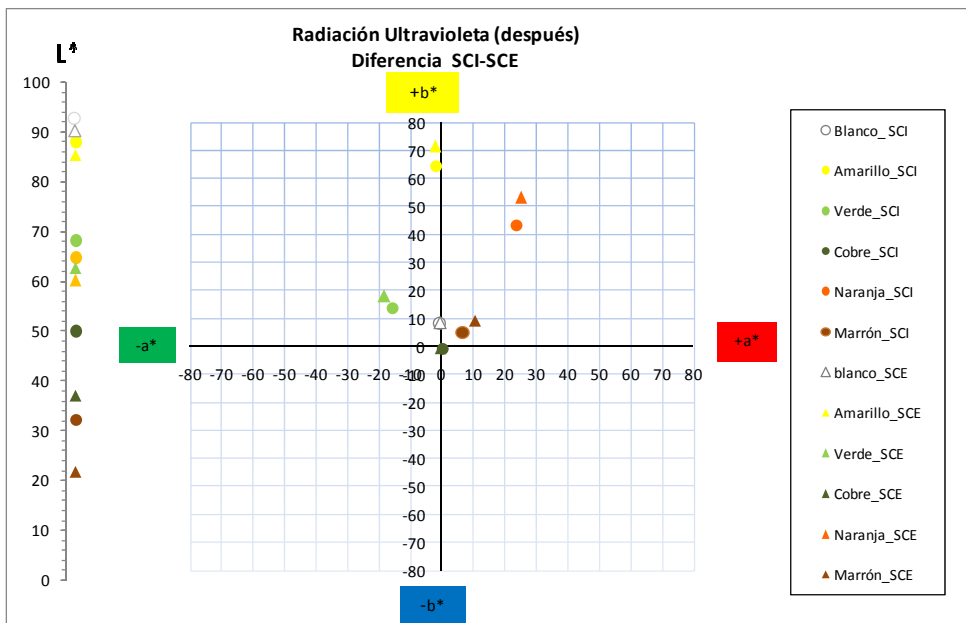
En cuanto a las probetas de escayola, los resultados obtenidos muestran que es la probeta de **alamo 70** la que mayor cantidad de brillo tiene con una diferencia mucho más acusada con respecto a las demás (ΔE^* 17). A continuación encontramos la probeta de **arquero**, el **herbodur**, el **exaduro azul**, el **exaduro rosa**, el **exaduro blanco**, el **hebodent**, el **hebopren** y el **duro 6**, todas ellas con 2 unidades CIELAB.

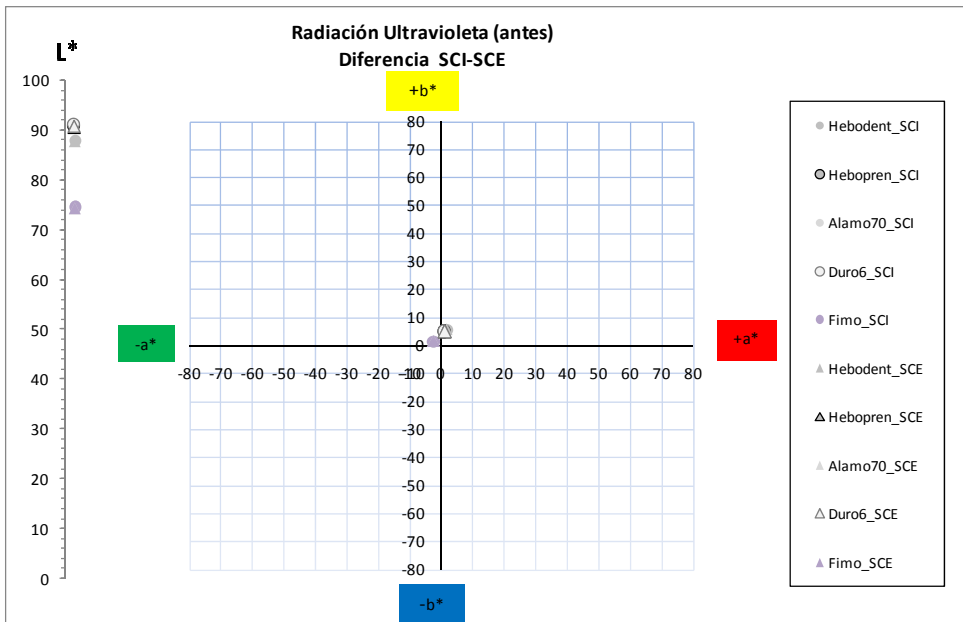
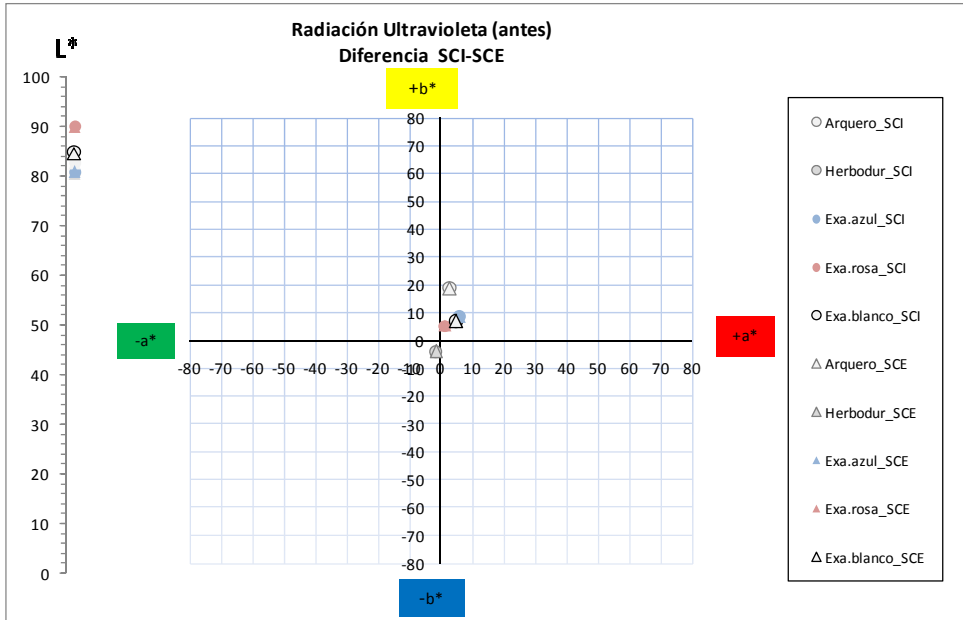
La diferencia que ha experimentado la probeta de **fimo** se encuentra en torno a 1 unidad CIELAB.

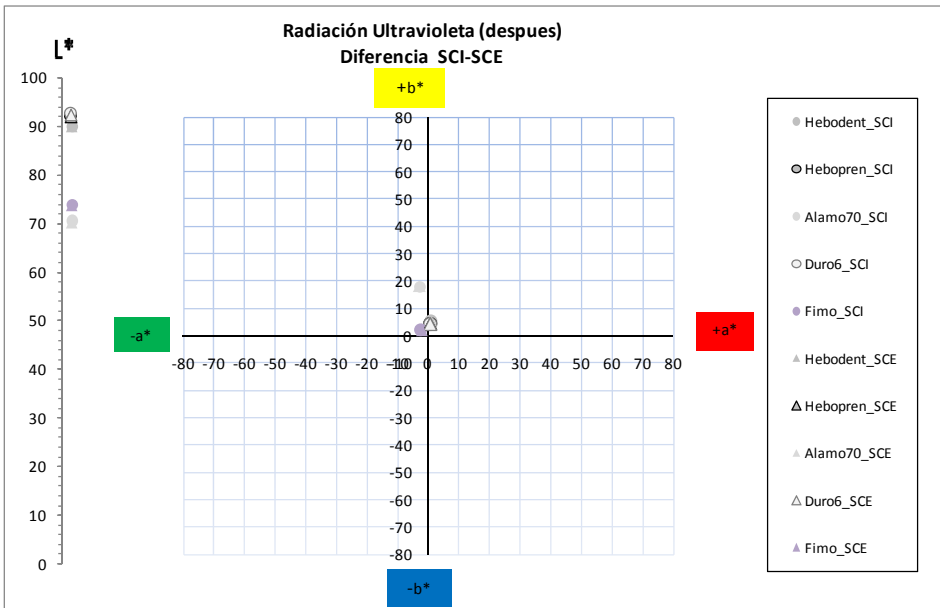
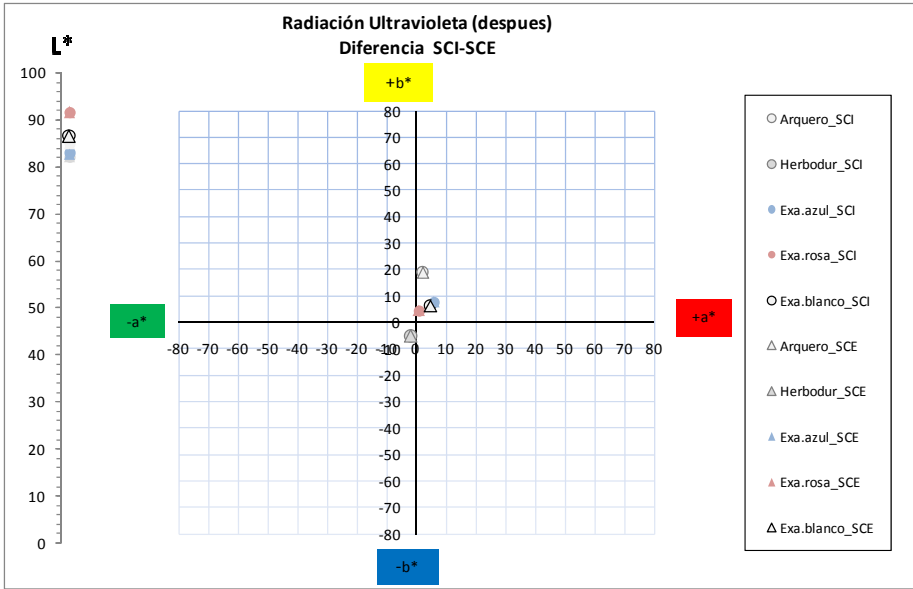
La nula diferencia de brillo experimentada por las probetas tras el envejecimiento por radiación ultravioleta (representada en el gráfico 99) nos permite concluir que ninguna de las probetas de escayola han modificado su brillo.

Las pruebas realizadas mediante envejecimiento ultravioleta, pueden determinar que el cambio visible de las probetas a menudo no son de color, este cambio visual mínimamente imperceptible, en ocasiones viene condicionada por un cambio en su brillo, virando a menudo la sensación de croma y tono .









Figuras 105 - 112. Representaciones en el Diagrama CIELAB de las comparativas de los valores con brillo incluido y de los valores con brillo excluido de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

16.6. PROBETAS SOMETIDAS A RADIACIÓN ULTRAVIOLETA (Cámara experimental)

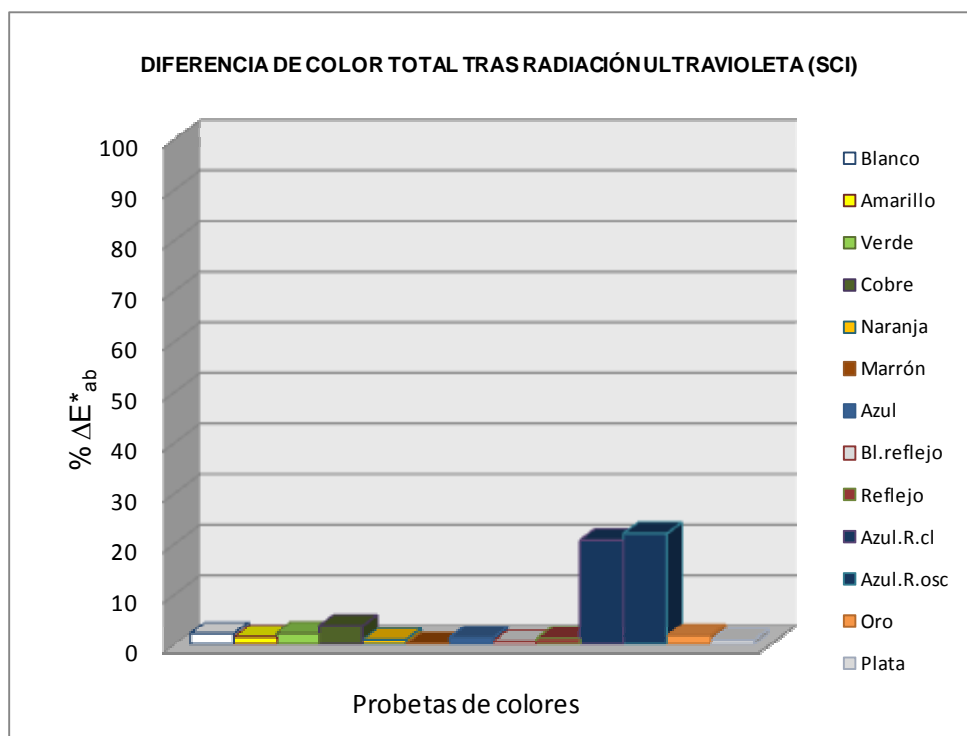
A continuación se pueden observar los valores de las probetas envejecidas en la cámara experimental, antes y después de ser sometidas a cambios de radiaciones lumínicas UV en la cámara experimental.

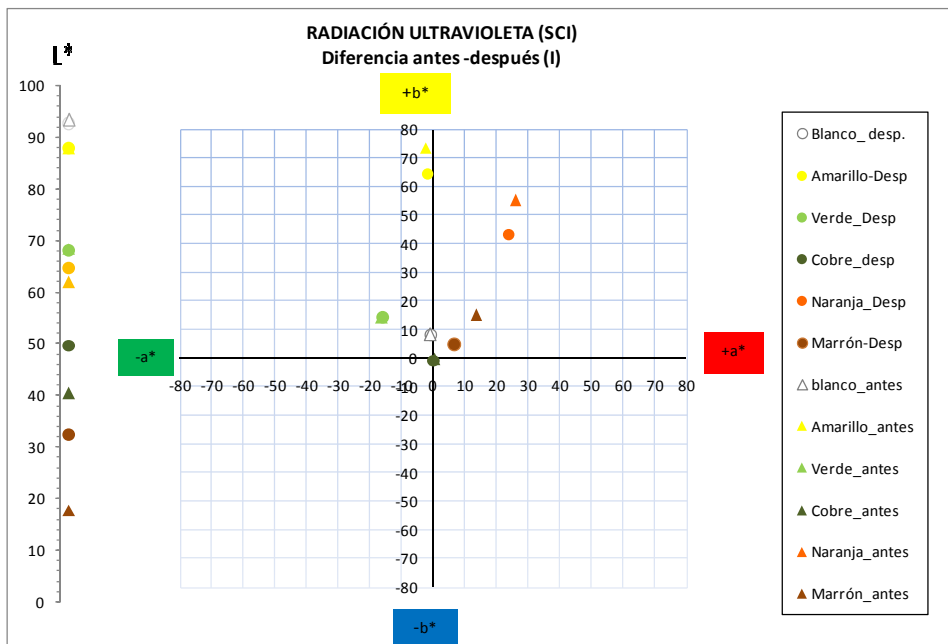
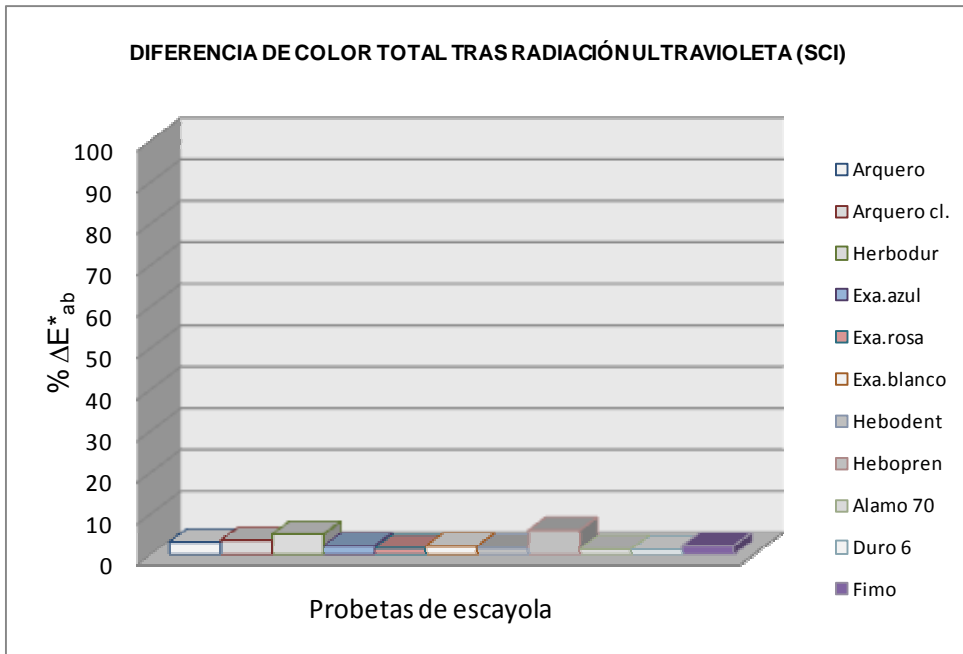
16.6.1. Análisis colorimétrico y de brillo

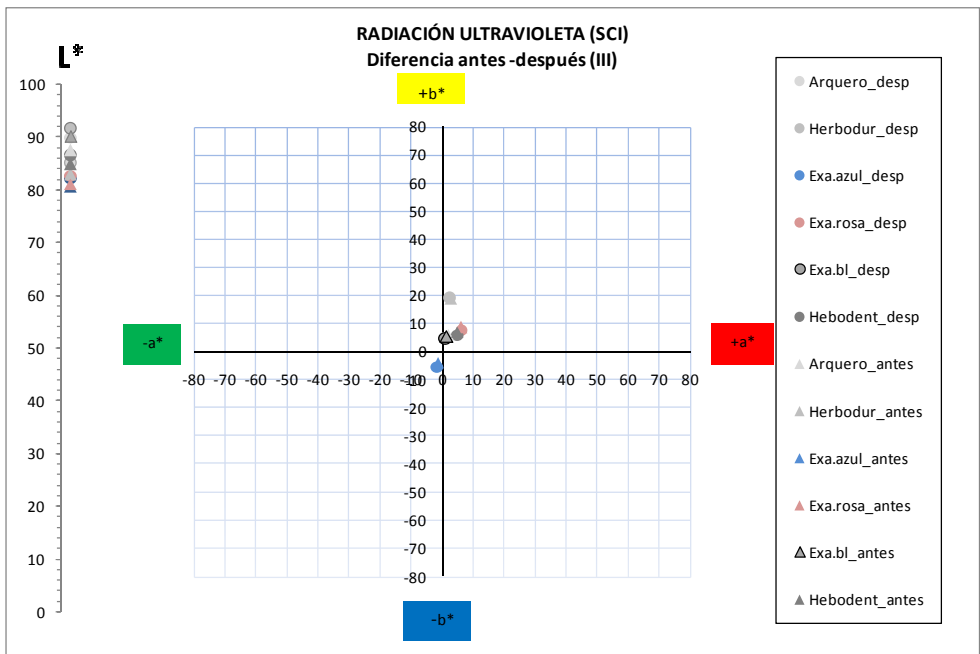
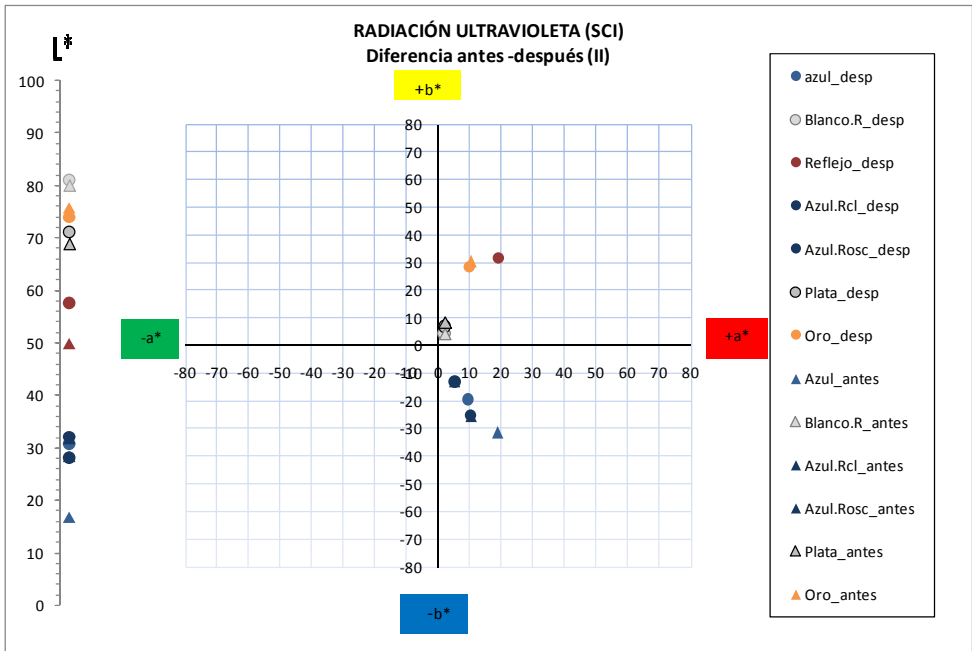
Tabla 45. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y variación de color total (ΔE^*), SCI, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara experimental de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

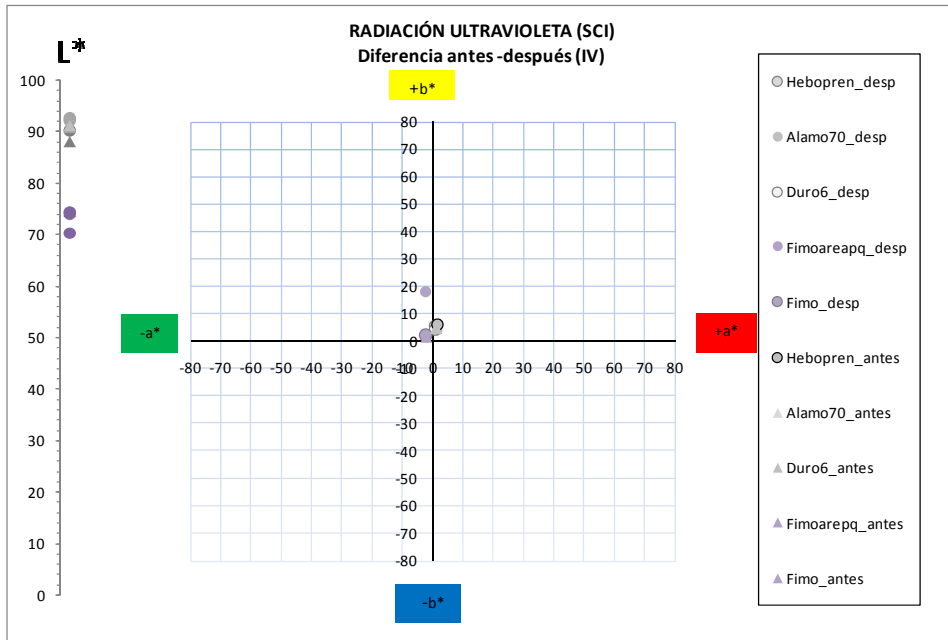
Muestra	L*(1)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	92,92	91,20	-1,72	-0,80	0,70	1,50	9,06	9,23	0,18	2,29
Amarillo	88,34	87,44	-0,90	-3,03	-2,46	0,57	72,25	71,08	-1,17	1,58
Verde	66,05	67,52	1,47	-18,67	-19,10	-0,44	12,90	14,62	1,72	2,31
Cobre	46,24	42,64	-3,59	-0,18	0,21	0,39	-1,20	0,01	1,22	3,82
Naranja	62,39	62,13	-0,26	26,84	26,61	-0,23	54,52	53,54	-0,97	1,03
Marrón	19,98	20,00	0,03	12,51	12,35	-0,17	11,97	11,90	-0,06	0,18
Azul	15,83	16,46	0,63	17,63	16,95	-0,68	-30,76	-29,71	1,05	1,40
Bl. Reflejo	80,95	80,39	-0,57	2,14	1,93	-0,21	1,85	1,63	-0,21	0,64
Reflejo	55,63	54,88	-0,75	19,97	19,02	-0,95	37,95	37,55	-0,40	1,28
Azul. R cl	29,57	16,29	-13,28	9,20	18,43	9,22	-21,61	-34,71	-13,11	20,82
Azul. R osc	28,20	10,67	-17,53	4,60	12,20	7,59	-11,53	-22,65	-11,12	22,11
Oro	71,84	72,58	0,74	8,70	8,37	-0,34	29,97	31,67	1,70	1,88
Plata	69,93	70,65	0,72	2,78	2,68	-0,11	9,14	8,58	-0,56	0,92
Arquero	79,35	82,28	2,93	3,46	2,52	-0,95	12,98	12,34	-0,63	3,15
Arquero cl	85,17	88,51	3,34	1,82	1,10	-0,71	7,44	6,36	-1,08	3,59
Hebodur	75,59	80,22	4,63	4,64	3,73	-0,91	23,93	22,06	-1,87	5,08
Exa.azul	77,34	79,22	1,88	-1,92	-2,23	-0,32	-4,37	-5,33	-0,96	2,13

Exa. Rosa	75,89	77,28	1,39	8,75	8,49	-0,26	12,21	11,45	-0,76	1,61
Exa. Blanco	86,94	88,83	1,89	1,86	1,42	-0,44	7,73	6,93	-0,80	2,10
Hebodont	82,88	84,30	1,42	6,67	6,83	0,15	8,05	7,26	-0,78	1,63
Hebopren	73,43	78,87	5,44	4,53	2,90	-1,63	15,53	13,28	-2,26	6,11
Alamo 70	88,74	90,02	1,27	1,46	1,24	-0,22	6,55	6,01	-0,54	1,40
Duro 6	88,35	89,53	1,18	1,50	1,32	-0,18	6,86	6,48	-0,38	1,25
Fimo	73,20	73,84	0,65	-2,59	-2,42	0,17	1,29	-0,82	-2,11	2,21









Figuras 113 - 118. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo incluido del incremento total de color y de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara experimental de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

16.6.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)

A) General

PROBETAS DE COLOR

Las mediciones efectuadas con brillo han diferenciado que los colores que más se han alterado cromáticamente son el **azul reflejo oscuro**, seguido por el **azul reflejo claro**, y el **cobre**. El primero con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a 22 unidades y el segundo sobre las 20 unidades CIELAB. A continuación se encuentra el **cobre**, con un $\Delta E^* \approx 3,82$, valor muy próximo a 3 (rango marcado para tomar en consideración el incremento total de color).

ESCAYOLAS

Las escayolas que más se han alterado cromáticamente son el **hebopren**, con un $\Delta E^* \approx 6,11$ unidades CIELAB, seguido por el **herbodur**, con un $\Delta E^* \approx 5,08$, el **arquero claro**, con un $\Delta E^* \approx 3,59$, y para finalizar el **arquero** ($\Delta E^* \approx 3,15$). El resto de probetas han sufrido variaciones, pero ninguna de ellas sobre 3.

B) *Específico*

PROBETAS DE COLOR

Precisando más en cuanto a los cambios experimentados, podemos decir que el **azul reflejo oscuro**, se ha oscurecido pasando de medio a muy oscuro, ganando cromatismo, y volviéndose un poco más rojizo.

La probeta **azul reflejo claro**, se ha oscurecido bastante, ganado cromatismo y virando el tono levemente hacia los rojizos.

El **cobre** se ha oscurecido, siendo inapreciable su cambio en croma. En cuanto al tono se ha vuelto un poco más amarillo.

ESCAYOLAS

El **hebopren** se ha oscurecido levemente, se ha desaturado muy ligeramente (de forma casi inapreciable), y su tono ha experimentado una mínima variación hacia los amarillos.

El **herbodur** se ha oscurecido levemente, desaturándose y sufriendo una leve variación hacia los amarillos.

El **arquero claro** se ha oscurecido mínimamente, ganando levemente cromatismo y sufriendo una pequeñísima variación hacia los amarillos.

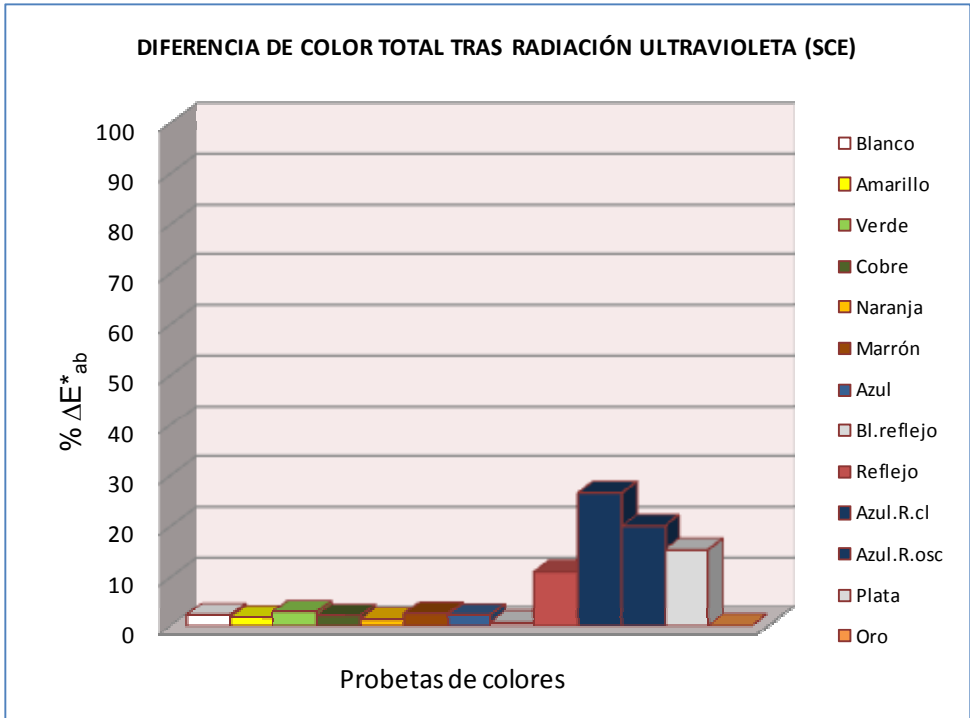
El **arquero** ha oscurecido mínimamente. Su pérdida en cuanto a croma es inapreciable, así como su variación hacia los amarillos.

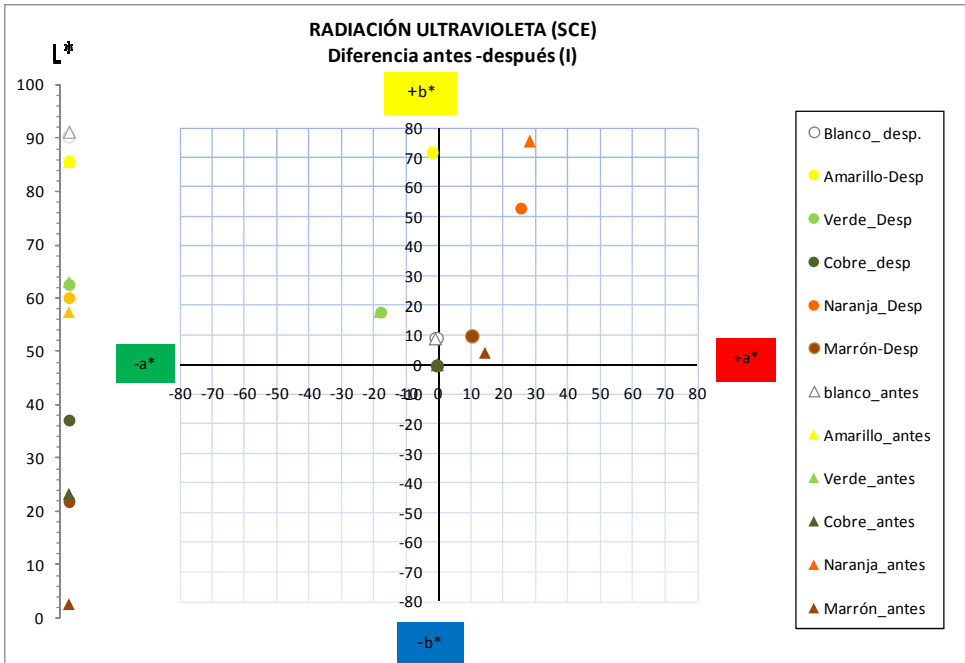
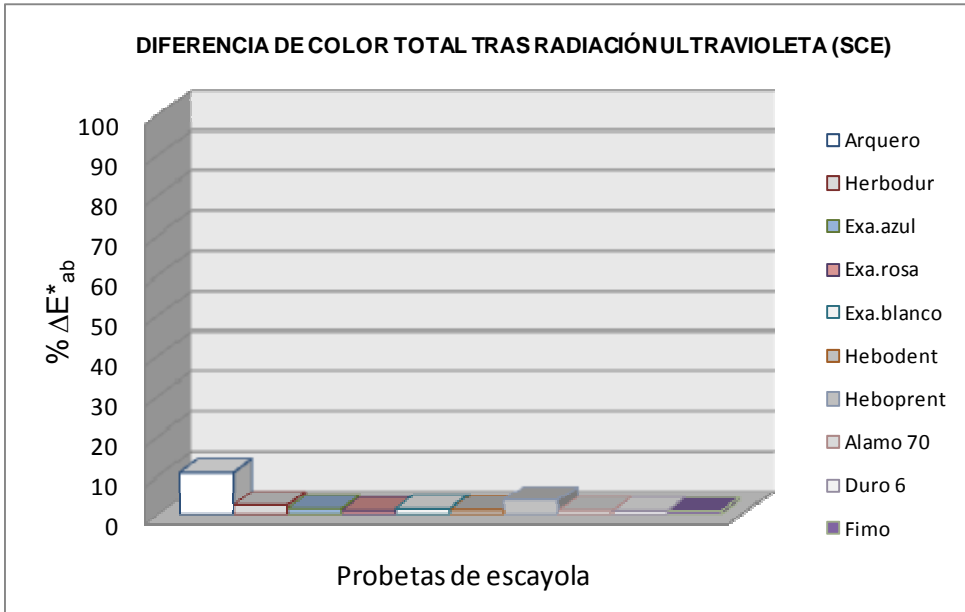
En las cuatro su croma se podría clasificar como “despreciables”, pues sus variaciones son mínimas.

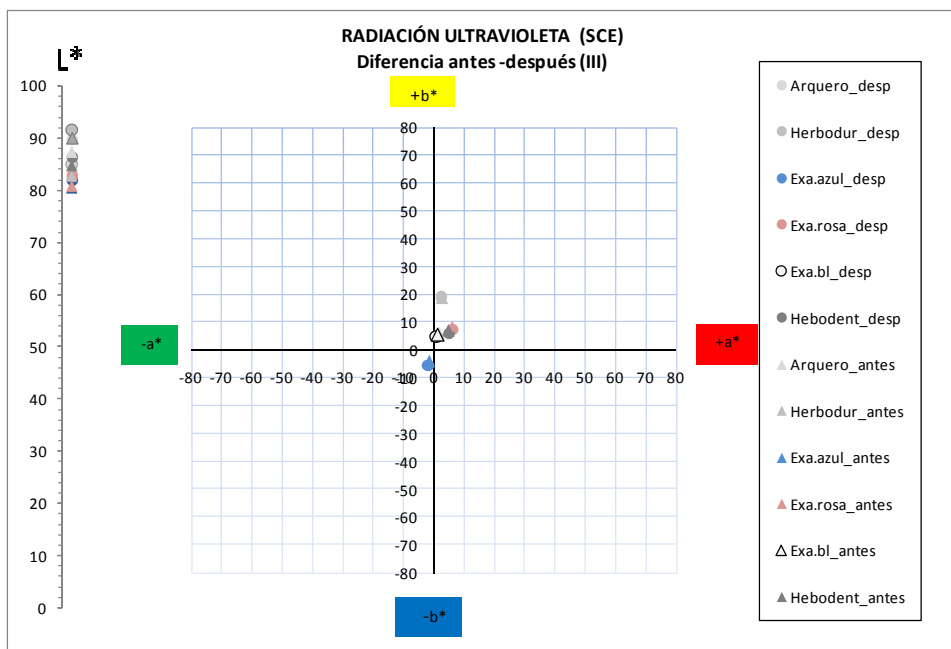
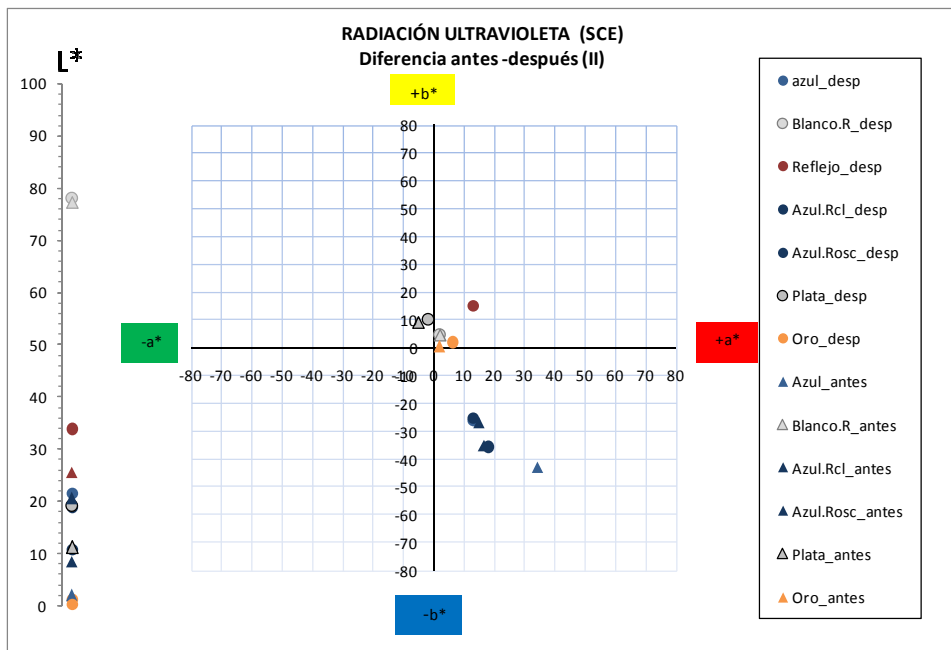
Tabla 46. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y variación de color total (ΔE^*), SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara experimental de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

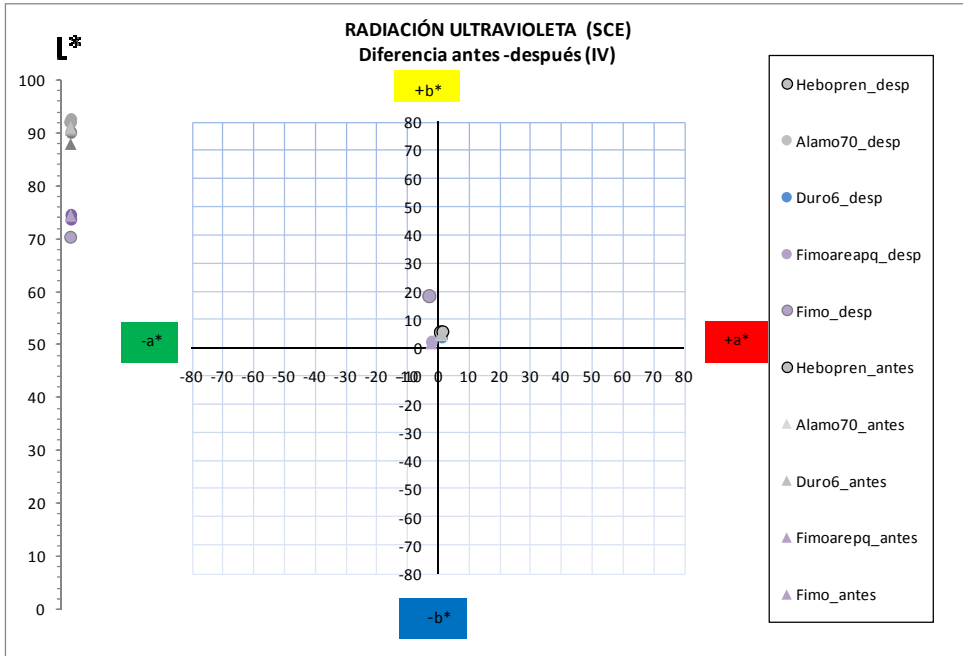
Muestra	L*(1)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	90,42	88,89	-1,54	-0,82	0,73	1,55	9,80	9,85	0,05	2,18
Amarillo	85,93	84,97	-0,96	-3,16	-2,55	0,61	81,18	79,89	-1,30	1,72
Verde	60,20	61,85	1,64	-21,92	-22,20	-0,28	16,45	18,68	2,23	2,78
Cobre	33,64	31,70	-1,94	-0,47	-0,05	0,43	-0,46	-0,13	0,32	2,01
Naranja	57,10	56,75	-0,36	29,60	29,44	-0,16	81,62	80,34	-1,27	1,33
Marrón	2,88	3,40	0,53	15,82	18,02	2,20	4,80	5,71	0,91	2,44
Azul	1,38	1,25	-0,13	26,98	25,33	-1,65	-36,62	-35,26	1,36	2,14
Bl. Reflejo	77,96	77,37	-0,59	2,27	2,04	-0,23	2,23	2,02	-0,21	0,67
Reflejo	20,26	30,22	9,95	22,11	17,23	-4,89	32,65	32,54	-0,11	11,09
Azul. R cl	17,12	1,78	-15,33	15,96	34,89	18,94	-31,96	-42,59	-10,63	26,58
Azul.R osc	10,24	0,20	-10,04	11,59	3,82	-7,77	-22,60	-7,05	15,55	20,08
Plata	13,06	0,09	-12,97	0,05	0,00	-0,05	8,26	0,00	-8,26	15,38
Oro	0,09	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Arquero	86,23	88,60	10,66	1,67	1,16	-0,51	7,29	6,28	-1,01	10,72
Hebodur	77,94	80,35	-2,41	4,15	3,74	-0,42	22,07	21,87	-0,20	2,45
Exa.azul	78,16	79,37	1,21	-1,98	-2,17	-0,19	-4,42	-5,33	-0,91	1,53
Exa. Ros	76,52	77,43	0,92	8,57	8,46	-0,10	11,80	11,33	-0,47	1,04
Exa. Bl	87,57	88,90	1,33	1,75	1,46	-0,29	7,48	6,85	-0,63	1,50
Hebodont	83,40	84,41	1,02	6,69	6,83	0,13	7,78	7,18	-0,60	1,19
Hebopren	75,51	79,01	3,50	3,84	2,92	-0,92	14,42	13,14	-1,28	3,84

Alamo 70	89,13	90,09	0,96	1,46	1,29	-0,17	6,45	5,94	-0,51	1,10
Duro 6	88,72	89,61	0,89	1,52	1,37	-0,16	6,74	6,40	-0,34	0,97
Fimo	73,85	74,01	0,16	-2,58	-2,35	0,23	0,03	-0,83	-0,87	0,91









Figuras 119 - 124. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo incluido del incremento total de color y de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara experimental de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

16.6.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)

A) General

PROBETAS DE COLOR

Las mediciones efectuadas sin brillo han evidenciado que los colores que más se han alterado cromáticamente son el **azul reflejo claro**, seguido del **azul reflejo oscuro**, la **plata** y el **reflejo**. El primero con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a 26 unidades CIELAB, el segundo en torno a 20 unidades CIELAB, la plata en torno a 15,38 y el reflejo a 11 unidades CIELAB. La variación experimentada

por el resto de los colores, no se tomará en consideración por encontrarse por debajo de 3.

ESCAYOLAS

Las escayolas que más se han alterado cromáticamente son el **arquero** y el **hebopren**. El **arquero** con una $\Delta E^* \approx 10,72$ unidades y el **hebopren** con un $\Delta E^* \approx 3,84$. El resto de probetas han sufrido variaciones, pero ninguna de ellas sobre 3.

B) Específico

PROBETAS DE COLOR

Los cambios experimentados de manera más precisa en la probeta de **azul reflejo claro**, se ha oscurecido pasando de medio a oscuro, ganando cromatismo y volviéndose o virando un poco más rojizo.

El **azul reflejo oscuro**, se ha oscurecido, pasando negro, desaturándose, y volviéndose ligeramente un poco más rojizo.

La **plata** se ha oscurecido, pasando de medio a oscuro, siendo su cambio cromático inapreciable, y sufriendo una ligera variación hacia el azul.

La probeta de **reflejo**, se ha aclarado un poco, ganando ligeramente cromatismo y se ha amarilleado levemente.

Escayolas

La coincidencia entre las dos escayolas que más se han alterado cromáticamente (**arquero** y el **hebopren**) es evidente, pues mantienen ambas una ligera modificación en su claridad, hacia los claros. En cuanto al cromatismo han sufrido una disminución, casi inapreciable, y su tono ha virado ligeramente en ambas, amarilleando.

16.6.4. Comparativas SCI-SCE

Las tablas siguientes tablas incluyen las comparativas entre las SCI (componente especular incluido), las SCE (componente especular excluido) y los diferentes gráficos y diagramas, de las probetas antes de envejecer, así como sus respectivos incrementos. Dichos resultados, se han extraídos de las medias y desviaciones (anexo IV).

Tablas 47 - 49. Comparativas de las variaciones de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), de SCI-SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara experimental de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

Muestra	SCI		SCE		SCI		SCE		SCI		SCE	
	L*(1)	L*(1)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(1)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(1)	Db*(2-1)	b*(1)	b*(1)	Db*(2-1)
Blanco	92,92	90,42	-1,72	-0,80	-0,82	1,50	9,06	9,80	0,18			
Amarillo	88,34	85,93	-0,90	-3,03	-3,16	0,57	72,25	81,18	-1,17			
Verde	66,05	60,20	1,47	-18,67	-21,92	-0,44	12,90	16,45	1,72			
Cobre	46,24	33,64	-3,59	-0,18	-0,47	0,39	-1,20	-0,46	1,22			
Naranja	62,39	57,10	-0,26	26,84	29,60	-0,23	54,52	81,62	-0,97			
Marrón	19,98	2,88	0,03	12,51	15,82	-0,17	11,97	4,80	-0,06			
Azul	15,83	1,38	0,63	17,63	26,98	-0,68	-30,76	-36,62	1,05			
Bl.Reflejo	80,95	77,96	-0,57	2,14	2,27	-0,21	1,85	2,23	-0,21			
Reflejo	55,63	20,26	-0,75	19,97	22,11	-0,95	37,95	32,65	-0,40			
Azul.R.cl	29,57	17,12	-13,28	9,20	15,96	9,22	-21,61	-31,96	-13,11			
Azul.R.osc	28,20	10,24	-17,53	4,60	11,59	7,59	-11,53	-22,60	-11,12			
Plata	69,93	0,09	0,72	2,78	0,00	-0,11	9,14	0,00	-0,56			
Oro	71,84	13,06	0,74	8,70	0,05	-0,34	29,97	8,26	1,70			
Arquero	79,35	86,23	2,93	3,46	1,67	-0,95	12,98	7,29	-0,63			
Herbodur	75,59	77,94	4,63	4,64	4,15	-0,91	23,93	22,07	-1,87			
Exa azul	77,34	78,16	1,88	-1,92	-1,98	-0,32	-4,37	-4,42	-0,96			
Exa rosa	75,89	76,52	1,39	8,75	8,57	-0,26	12,21	11,80	-0,76			
Exa bl	86,94	87,57	1,89	1,86	1,75	-0,44	7,73	7,48	-0,80			
Hebodent	82,88	83,40	1,42	6,67	6,69	0,15	8,05	7,78	-0,78			

Hebopren	73,43	75,51	5,44	4,53	3,84	-1,63	15,53	14,42	-2,26
Alamo 70	88,74	89,13	1,27	1,46	1,46	-0,22	6,55	6,45	-0,54
D6	88,35	88,72	1,18	1,50	1,52	-0,18	6,86	6,74	-0,38
Fimo	73,20	73,85	0,65	-2,59	-2,58	0,17	1,29	0,03	-2,11

Muestra	SCI	SCE		SCI	SCE		SCI	SCE	
DESPUÉS	L*(2)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(2)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(2)	b*(2)	Db*(2-1)
Blanco	91,20	88,89	-1,54	0,70	0,73	1,55	9,23	9,85	0,05
Amarillo	87,44	84,97	-0,96	-2,46	-2,55	0,61	71,08	79,89	-1,30
Verde	67,52	61,85	1,64	-19,10	-22,20	-0,28	14,62	18,68	2,23
Cobre	42,64	31,70	-1,94	0,21	-0,05	0,43	0,01	-0,13	0,32
Naranja	62,13	56,75	-0,36	26,61	29,44	-0,16	53,54	80,34	-1,27
Marrón	20,00	3,40	0,53	12,35	18,02	2,20	11,90	5,71	0,91
Azul	16,46	1,25	-0,13	16,95	25,33	-1,65	-29,71	-35,26	1,36
Bl.Reflejo	80,39	77,37	-0,59	1,93	2,04	-0,23	1,63	2,02	-0,21
Reflejo	54,88	30,22	9,95	19,02	17,23	-4,89	37,55	32,54	-0,11
Azul.R.cl	16,29	1,78	-15,33	18,43	34,89	18,94	-34,71	-42,59	-10,63
Azul.R.osc	10,67	0,20	-10,04	12,20	3,82	-7,77	-22,65	-7,05	15,55
Plata	70,65	0,09	0,00	2,68	0,00	0,00	8,58	0,00	0,00
Oro	72,58	0,09	-12,97	8,37	0,00	-0,05	31,67	0,00	-8,26
Arquero	82,28	88,60	10,66	2,52	1,16	-0,51	12,34	6,28	-1,01
Herbudur	80,22	80,35	-2,41	3,73	3,74	-0,42	22,06	21,87	-0,20
Exa azul	79,22	79,37	1,21	-2,23	-2,17	-0,19	-5,33	-5,33	-0,91
Exa rosa	77,28	77,43	0,92	8,49	8,46	-0,10	11,45	11,33	-0,47
Exa bl	88,83	88,90	1,33	1,42	1,46	-0,29	6,93	6,85	-0,63
Hebodont	84,30	84,41	1,02	6,83	6,83	0,13	7,26	7,18	-0,60
Hebopren	78,87	79,01	3,50	2,90	2,92	-0,92	13,28	13,14	-1,28
Alamo 70	90,02	90,09	0,96	1,24	1,29	-0,17	6,01	5,94	-0,51

Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana

D6	89,53	89,61	0,89	1,32	1,37	-0,16	6,48	6,40	-0,34
Fimo	73,84	74,01	0,16	-2,42	-2,35	0,23	-0,82	-0,83	-0,87

Muestra	(ΔE^*) ANTES	(ΔE^*) DESPUES	(ΔE^*) Diferencia Antes-después
Blanco	2,29	2,18	-0,11
Amarillo	1,58	1,72	0,14
Verde	2,31	2,78	0,47
Cobre	3,82	2,01	-1,80
Naranja	1,03	1,33	0,30
Marrón	0,18	2,44	2,26
Azul	1,40	2,14	0,74
Bl.Reflejo	0,64	0,67	0,03
Reflejo	1,28	11,09	9,81
Azul.R.cl	20,82	26,58	5,77
Azul.R.osc	22,11	20,08	-2,03
Plata	0,92	0,00	-0,92
Oro	1,88	15,38	13,50
Arquero	3,15	10,72	7,58
Herbodur	5,08	2,45	-2,62
Exa azul	2,13	1,53	-0,61
Exa rosa	1,61	1,04	-0,57
Exa bl	2,10	1,50	-0,60
Hebodent	1,63	1,19	-0,44
Hebopren	6,11	3,84	-2,27
Alamo 70	1,40	1,10	-0,30
D6	1,25	0,97	-0,28
Fimo	2,21	0,91	-1,30

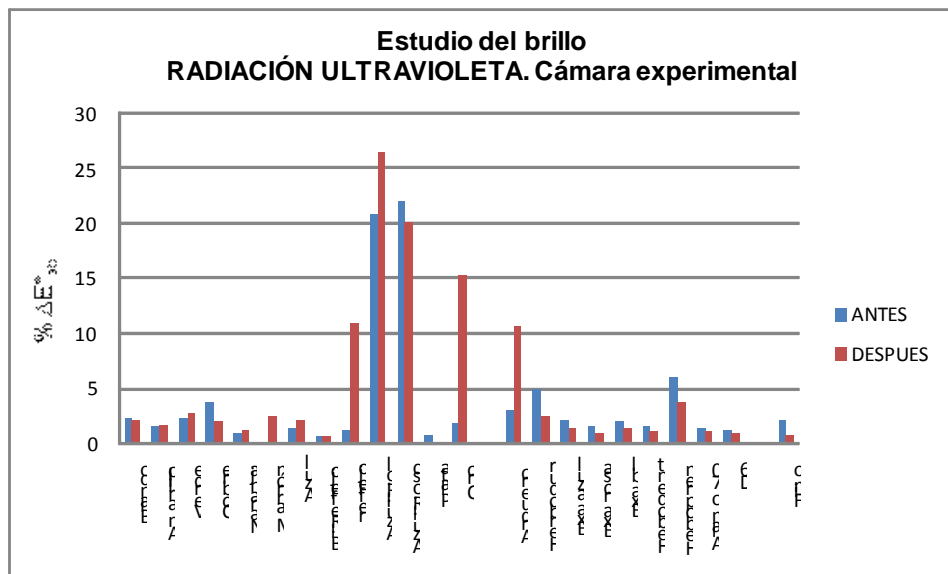


Figura 125. Gráfico de diferencia de color total de los valores obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara experimental de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

16.6.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)

Los resultados obtenidos relativos a las probetas de cerámica nos muestran que las probetas con mayor brillo son la probeta **azul reflejo claro** ($\Delta E^* 20$) y la **azul reflejo oscuro** ($\Delta E^* 22$). Con mucha diferencia le siguen las probetas **cobre** ($\Delta E^* \approx 4$), **blanca, amarilla y verde** ($\Delta E^* \approx 2$). A continuación se encuentran la **naranja**, el **marrón**, la **azul**, el **reflejo**, la **plata** y el **oro** que se desestiman por tener un $\Delta E^* \approx 1$ unidades CIELAB.

Si observamos la diferencia de brillo experimentada por las probetas tras el envejecimiento por radiación ultravioleta en la cámara experimental podemos concluir que las probetas con mayor luminosidad, son aquellas que han experimentado una mayor variación o cambio de brillo, como son el **oro** y el **reflejo** con 14 y 10 unidades CIELAB. Así mismo, ocurre igual que en las probetas

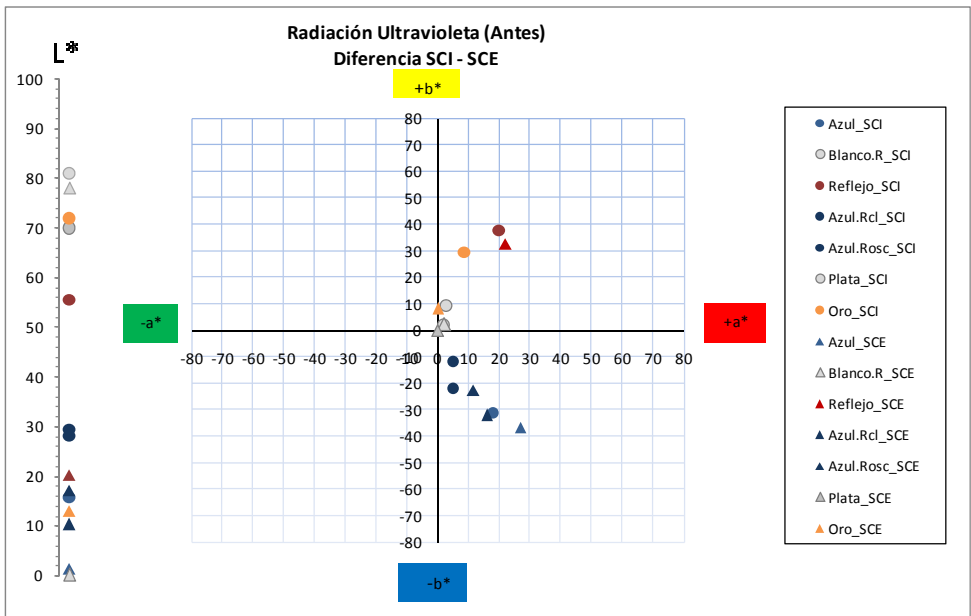
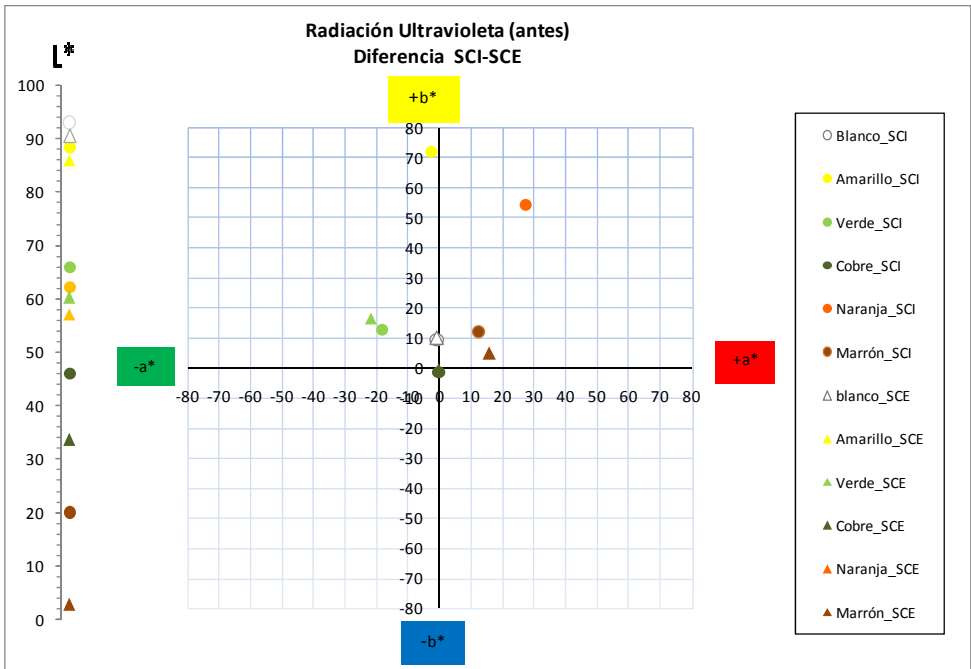
envejecidas en la cámara anterior, la pérdida de brillo condicionará un cambio solo visible en cuanto al color, no siendo verdadero, pues el color cocido a 1000 C° es imposible que modifique su estructura, siendo esa sensación de viraje del color simplemente una pérdida del brillo.

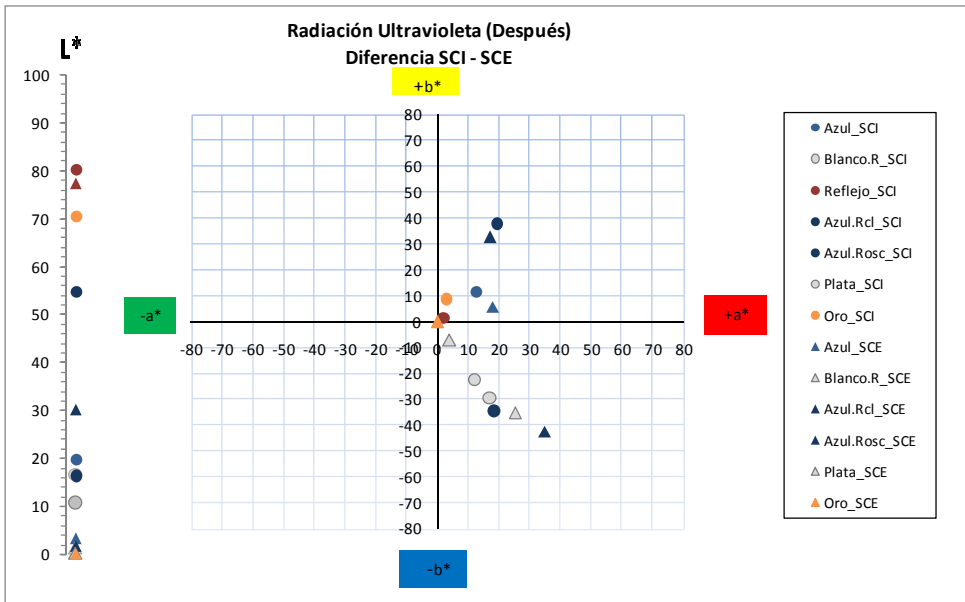
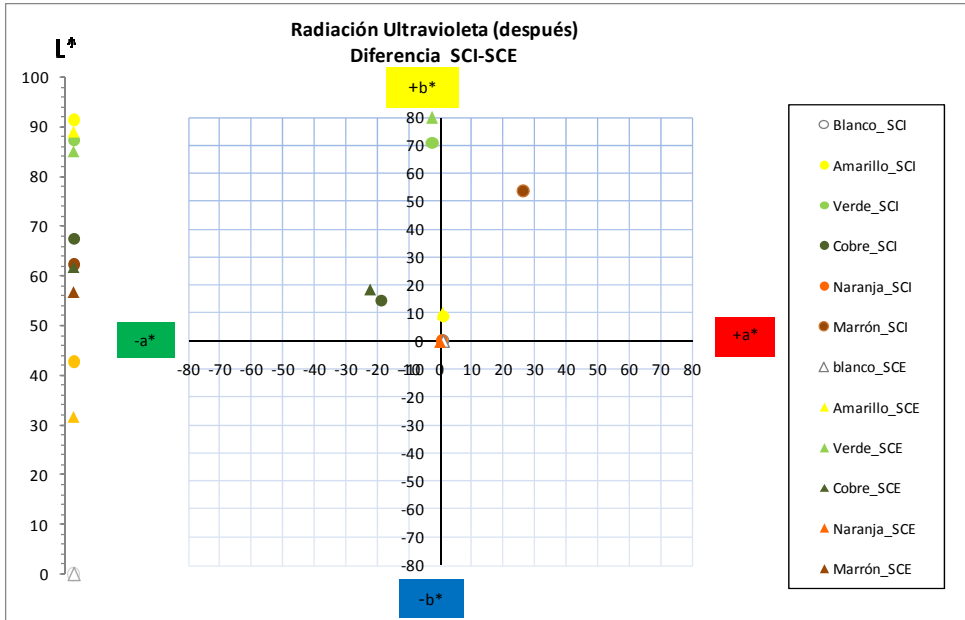
A continuación y observando el gráfico, vemos que el **azul reflejo claro** ha variado 6 unidades CIELAB. El resto de probetas han sufrido variaciones comprendidas todas entre 1 y 2 unidades CIELAB.

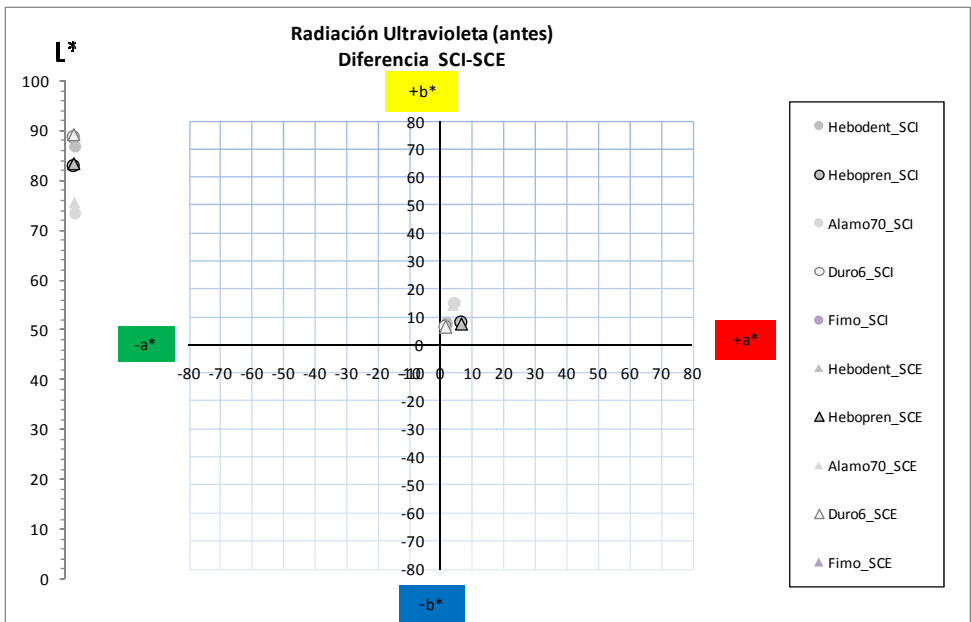
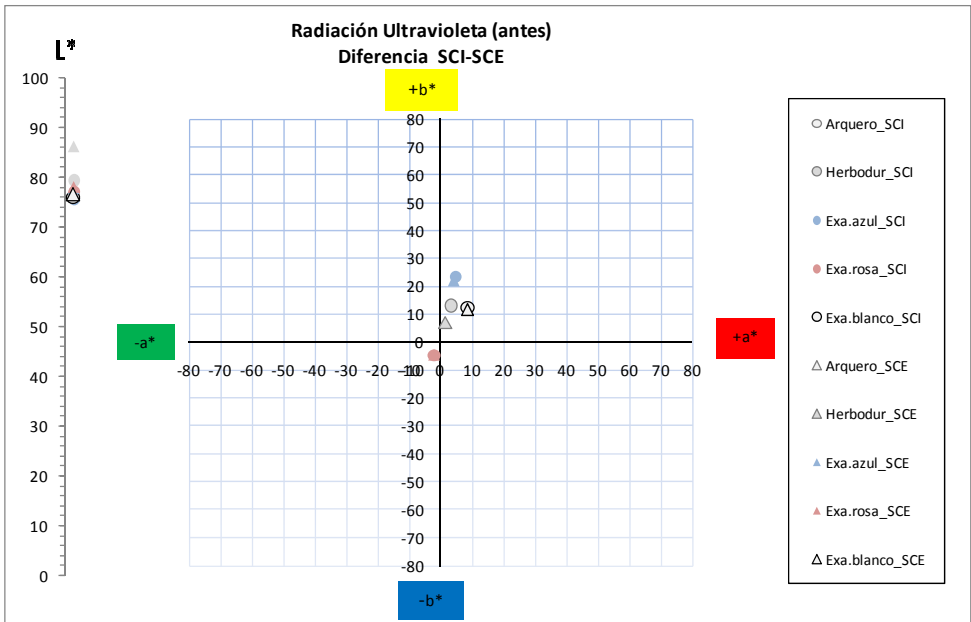
En cuanto a las probetas de escayola, los resultados obtenidos muestran que es la probeta de **hebopren** y **herbodur** son las que más brillo presentan, con variaciones de $\Delta E^* \approx 6$ y 5 respectivamente. A continuación encontramos la probeta de **arquero**, **exaduro azul**, **exaduro rosa**, **exaduro blanco**, **hebodent**, **alamo 70**, **duro 6** con 2 unidades CIELAB.

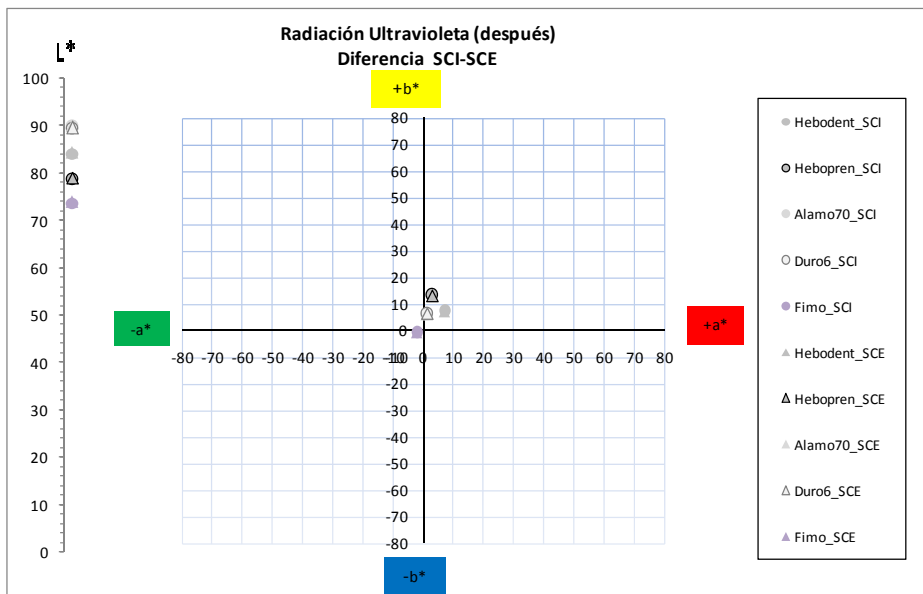
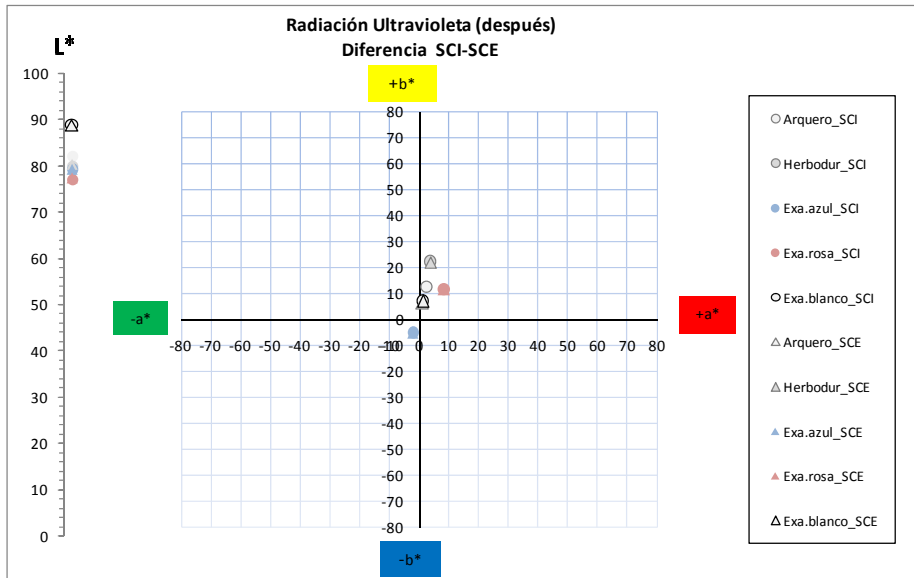
Así mismo el fimo se encuentra sobre 2 unidades CIELAB.

La diferencia de brillo experimentada por las probetas tras el envejecimiento por radiación ultravioleta (representada en el gráfico 125.) podremos concluir que es el **arquero** el que más ha modificado su brillo con 8 unidades CIELAB. El resto de las probetas han perdido brillo mínimamente.









Figuras 126 - 133. Representaciones en el Diagrama CIELAB de las comparativas de los valores con brillo excluido y de los valores con brillo incluido de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a la cámara experimental de envejecimiento acelerado por radiación ultravioleta.

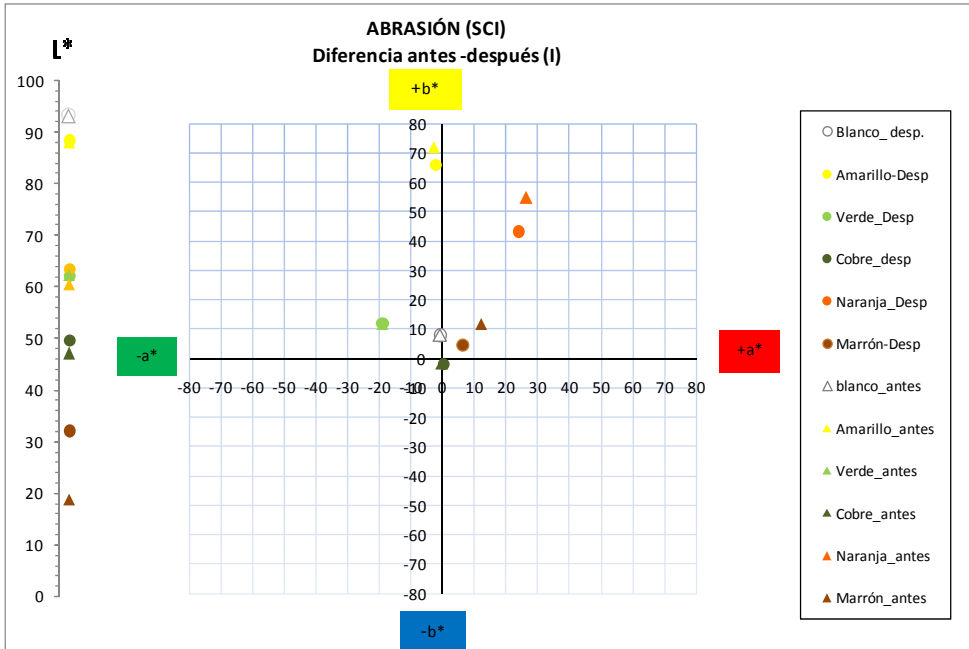
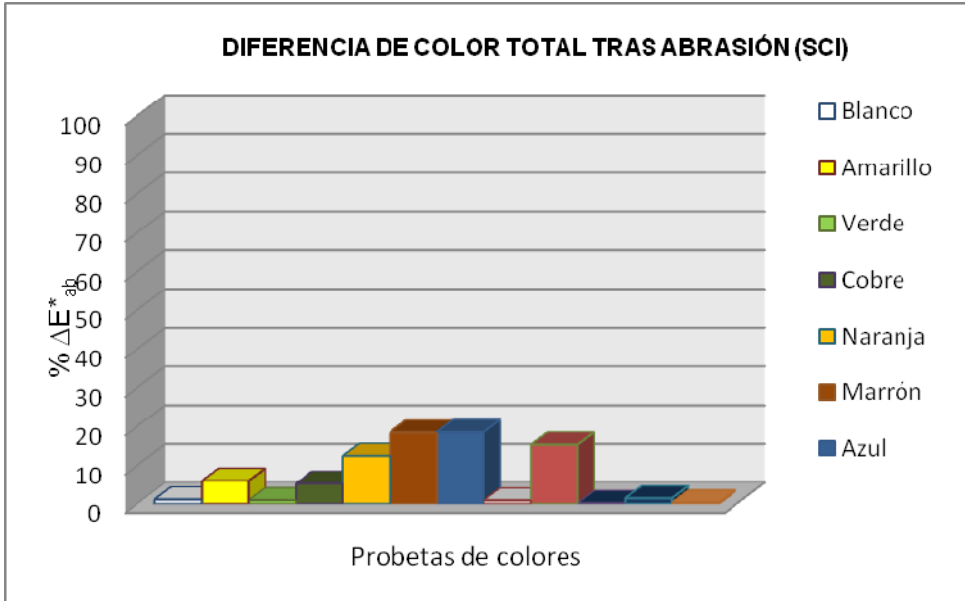
16.7. ENSAYOS DE ABRASIÓN

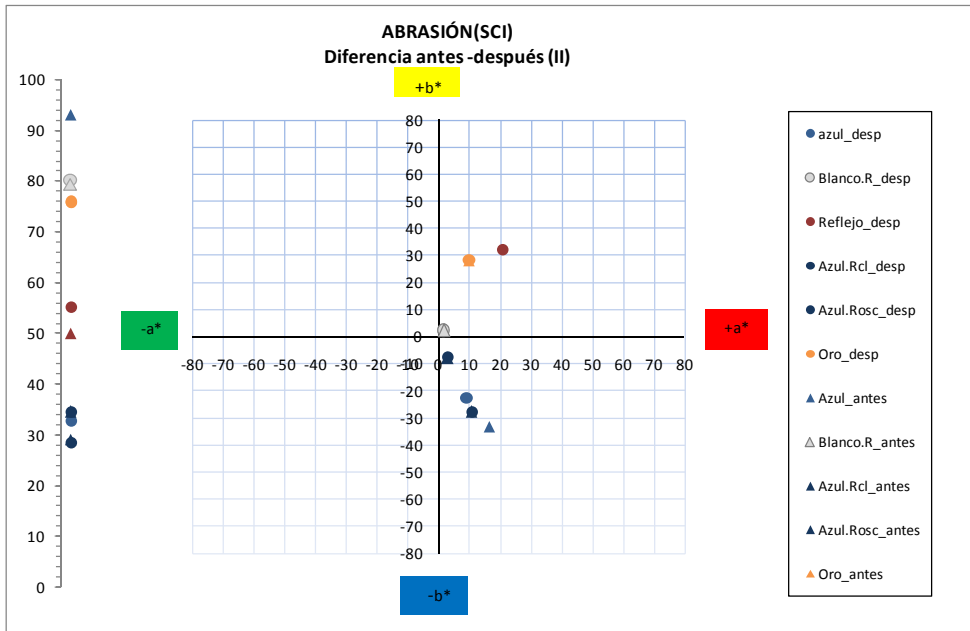
Las tablas muestran una comparativa antes de los diferentes cambios de envejecimiento ocasionado por los ensayos de abrasión, y una vez envejecidas, así como sus respectivos incrementos. Dichos resultados se han extraído de las medias y desviaciones (anexo IV)

16.7.1. Análisis colorimétrico y de brillo

Tabla 50. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), con SCI, correspondientes a las probetas sometidas al lineal abraser.

Muestra	L*(1)	L*(2)	$\Delta L^*(2-1)$	a*(1)	a*(2)	$\Delta a^*(2-1)$	b*(1)	b*(2)	$\Delta b^*(2-1)$	ΔE^*_{ab}
Blanco	93,09	93,35	0,25	-0,75	-0,59	0,17	8,10	7,93	-0,17	0,35
Amarillo	88,08	88,37	0,29	-2,99	-2,43	0,56	72,17	66,18	-5,99	6,02
Verde	62,33	62,30	-0,03	-19,00	-18,89	0,10	11,88	12,25	0,37	0,38
Cobre	47,12	49,73	2,61	-0,19	-0,05	0,14	-1,66	-1,43	0,22	2,62
Naranja	60,63	63,56	2,94	26,42	23,80	-2,62	54,85	43,11	-11,74	12,38
Marrón	18,73	31,99	13,26	12,15	6,51	-5,64	11,93	4,64	-7,29	16,15
Azul	20,22	32,79	12,57	16,58	9,20	-7,37	-33,09	-22,21	10,88	18,19
Bl.R	79,22	80,08	0,86	1,75	1,76	0,01	2,13	2,15	0,02	0,86
Reflejo	49,94	55,25	5,30	24,87	20,48	-4,39	45,79	32,31	-13,48	15,14
Azr.clar	34,53	34,70	0,17	10,64	10,63	-0,01	-27,71	-27,65	0,06	0,18
Azr.osc	29,06	28,68	-0,39	3,00	2,87	-0,13	-7,93	-7,16	0,77	0,87
Oro	75,87	75,75	-0,12	9,92	10,09	0,17	28,25	28,53	0,28	0,35





Figuras 134 - 136. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo incluido del incremento total de color y de las componentes a^* , b^* y L^* , obtenidos antes y después de someter a las probetas a abrasión.

16.7.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)

A) General

PROBETAS DE COLORES

En las mediciones efectuadas con brillo (SCI), los colores que más se han alterado cromáticamente son el **azul**, con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a 18 unidades CIELAB, seguido por la probetas **marrón**, con un $\Delta E^* \approx 16$, **reflejo**, con $\Delta E^* \approx 15$, y **naranja**, con $\Delta E^* \approx 12$.

El **amarillo** ha sufrido una alteración cromática más alejada de las anteriores ($\Delta E^* \approx 6$). El resto de probetas han experimentado una variación casi de 0, salvo el

cobre, con un $\Delta E^* \approx 2$, que tampoco se tomará en consideración por encontrarse por debajo de 3.

B) Especifico

La probeta **azul**, se ha aclarado perdiendo algo de cromatismo y virando levemente su tono hacia el violeta azulado.

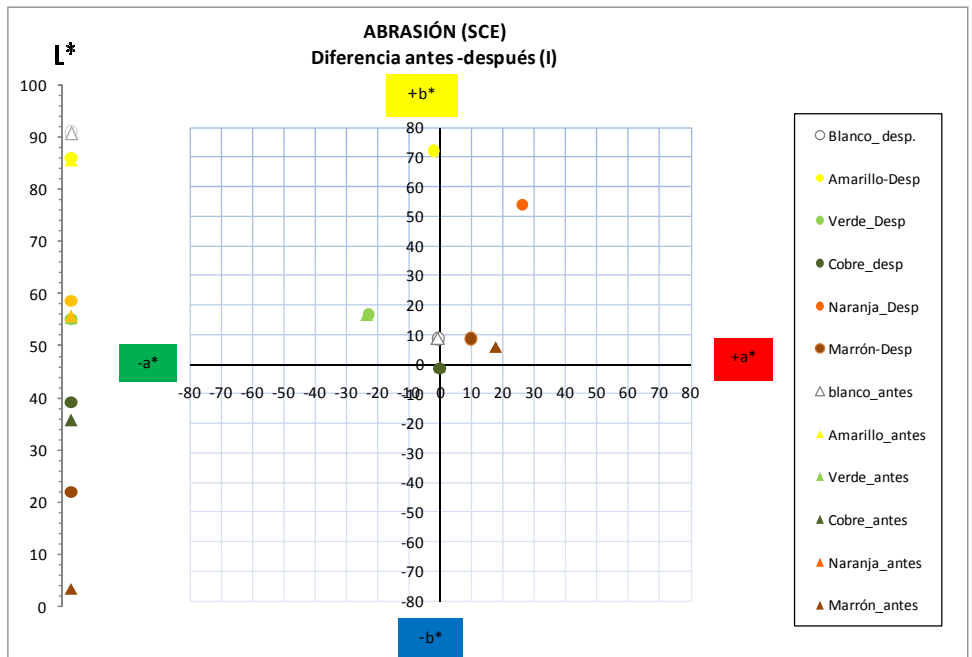
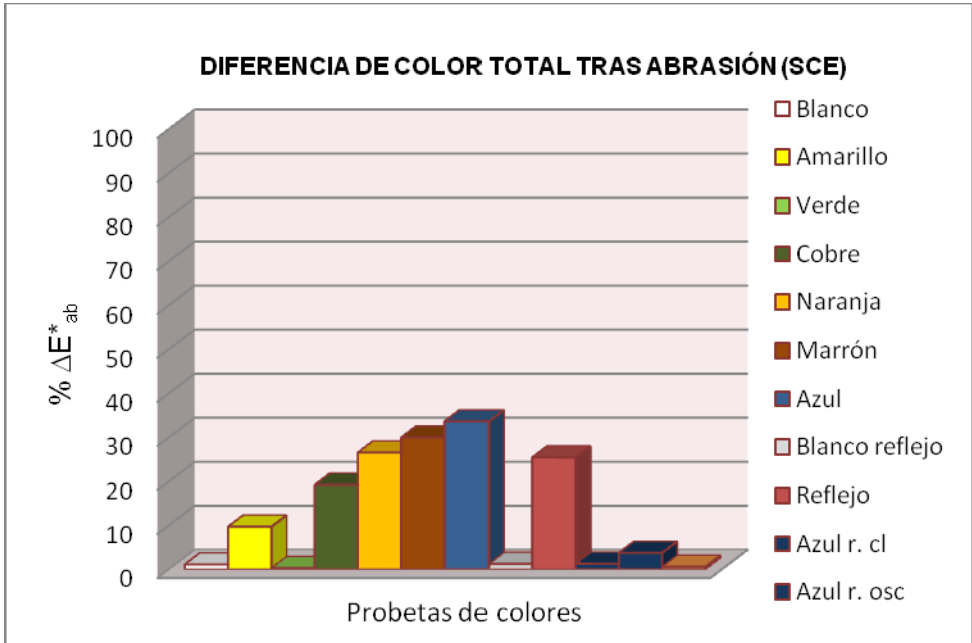
La probeta **marrón**, se ha desaturado sutilmente aclarándose y girando hacia los ojos anaranjados.

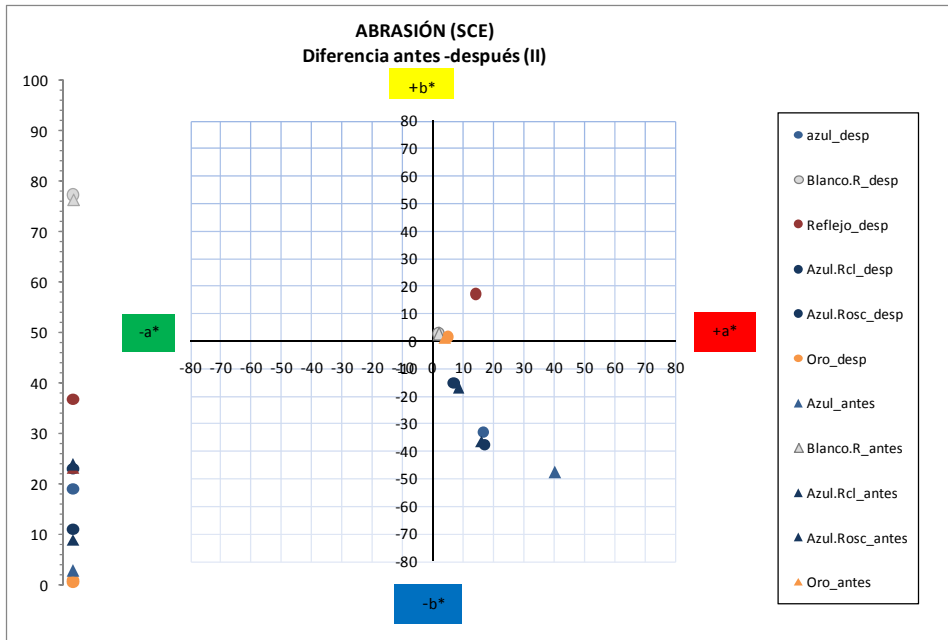
Las probetas **reflejo** y **naranja** han ganado claridad, perdiendo cromatismo y variando su tono hacia los naranjas la primera y los naranjas amarillentos la segunda.

La probeta **amarilla** se ha aclarado sutilmente, siendo inapreciables los posibles cambios en cuanto a cromatismo y tono.

Tabla 51. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), con SCE, correspondientes a las probetas sometidas al lineal abraser.

Muestra	L*(1)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	90,64	90,91	0,28	-0,8	-0,58	0,18	8,78	8,5	-0,23	0,41
Amarillo	85,57	86,25	0,68	-3,1	-2,52	0,59	81,63	72,0	-9,67	9,71
Verde	55,22	55,28	0,06	-23,4	-23,23	0,21	16,62	16,6	0,03	0,22
Cobre	35,73	39,37	3,64	-0,4	-0,16	0,25	-0,79	-1,1	-0,30	3,66
Naranja	55,62	58,70	3,08	29,1	26,01	-3,08	80,91	54,3	-26,58	26,93
Marrón	3,47	22,20	18,73	17,8	9,82	-7,97	5,83	8,5	2,65	20,53
Azul	2,79	19,23	16,44	40,4	16,34	-24,08	-47,70	-32,8	14,94	32,76
Bl. R	76,30	77,22	0,92	1,8	1,85	0,01	2,48	2,4	-0,06	0,92
Reflejo	23,12	36,91	13,79	22,5	13,86	-8,66	35,51	16,9	-18,63	24,75
Azr.cl	23,84	23,13	-0,71	16,2	16,77	0,58	-36,45	-37,4	-0,91	1,30
Azr.os	8,98	11,18	2,20	8,6	7,00	-1,57	-17,11	-14,9	2,24	3,51
Oro	0,73	0,83	0,10	4,0	4,56	0,53	1,10	1,3	0,17	0,57





Figuras 137 - 139. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo excluido del incremento total de color y de las componentes a*, b* y L*, obtenidos antes y después de someter a las probetas a abrasión.

16.7.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)

A) General

El color que más se ha alterado cromáticamente es el **azul**, con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a las 32 unidades CIELAB. A continuación, se encuentra el **naranja**, con un $\Delta E^* \approx 27$, seguida por el **reflejo**, con $\Delta E^* \approx 24$, el **marrón**, con $\Delta E^* \approx 20$, el **amarillo** con $\Delta E^* \approx 9$. Por último se encuentra el **azul oscuro**, con un $\Delta E^* \approx 3$ unidades CIELAB.

B) Específico

Concretando más en cuanto a los cambios experimentados por las probetas, podemos decir que la probeta **azul** se ha aclarado, pierde cromatismo y vira hacia el violeta purpúreo.

En cuanto a las probetas **naranja** y **reflejo**, ambas se han aclarado ligeramente, han perdido bastante cromatismo y han virando hacia los naranjas rojizos.

En cambio la probeta **marrón** se ha aclarado considerablemente, se ha hecho menos cromático y más amarillo, virando hacia los naranjas.

La probeta **amarilla** prácticamente no modifica la claridad, pierde cromatismo y su posible cambio de tono es mínimo.

De forma similar, la probeta **azul reflejo oscuro**, se aclara mínimamente, pierde un poco de cromatismo, y su cambio de tono es imperceptible.

16.7.4. Comparativa SCI – SCE.

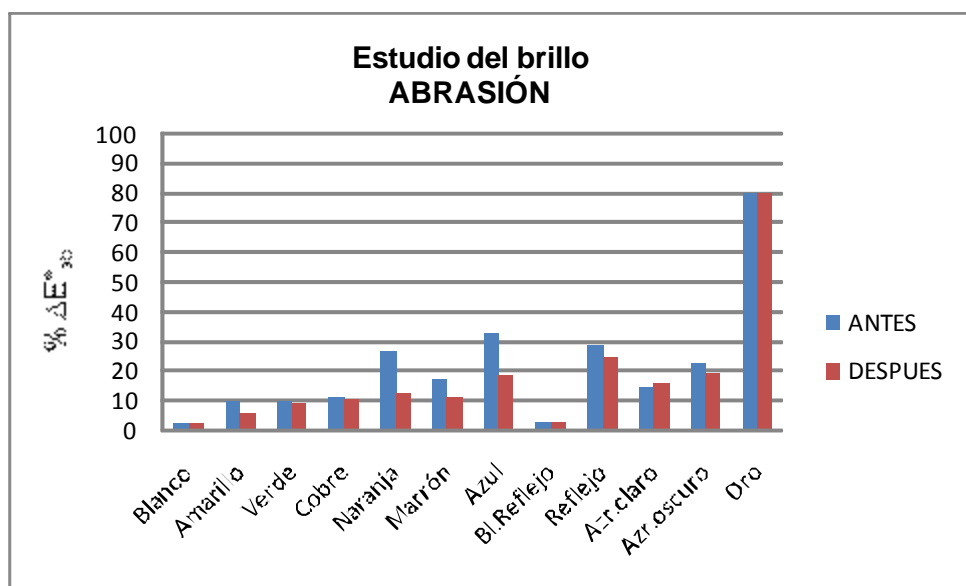
El SCI (componente especular incluido) y el SCE (componente especular excluido) así como los diferentes gráficos y diagramas, de las probetas antes de envejecer, y aquellas que han sido sometidas a los diferentes cambios de envejecimiento, y una vez envejecidas, así como sus respectivos incrementos pueden observarse en las siguientes tablas. Dichos resultados, se han extraídos de las medias y desviaciones (ver anexo IV).

Tablas 52 - 54. Comparativas de las variaciones de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), de SCI-SCE, correspondientes a las probetas sometidas a abrasión.

Muestra	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE	ΔE^*	
ANTES	L*(1)	L*(1)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(1)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(1)	Db*(2-1)	ΔE^*
Blanco	93,09	90,64	2,46	-0,75	-0,8	0,01	8,10	8,78	-0,68	2,55
Amarillo	88,08	85,57	2,51	-2,99	-3,1	0,12	72,17	81,63	-9,46	9,78
Verde	62,33	55,22	7,11	-19,00	-23,4	4,44	11,88	16,62	-4,74	9,63
Cobre	47,12	35,73	11,39	-0,19	-0,4	0,22	-1,66	-0,79	-0,86	11,43
Naranja	60,63	55,62	5,01	26,42	29,1	-2,66	54,85	80,91	-26,06	26,67
Marrón	18,73	3,47	15,26	12,15	17,8	-5,64	11,93	5,83	6,10	17,37
Azul	20,22	2,79	17,43	16,58	40,4	-23,85	-33,09	-47,70	14,61	32,96
Bl.Reflejo	79,22	76,30	2,91	1,75	1,8	-0,09	2,13	2,48	-0,35	2,94
Reflejo	49,94	23,12	26,83	24,87	22,5	2,35	45,79	35,51	10,29	28,83
Azr.claro	34,53	23,84	10,69	10,64	16,2	-5,55	-27,71	-36,45	8,73	14,88
Azr.osc	29,06	8,98	20,09	3,00	8,6	-5,56	-7,93	-17,11	9,18	22,77
Oro	75,87	0,73	75,15	9,92	4,0	5,90	28,25	1,10	27,15	80,12

Muestra	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE	ΔE^*	
DESPUÉS	L*(2)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(2)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(2)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*
Blanco	93,35	90,91	2,43	-0,59	-0,58	0,00	7,93	8,5	-0,62	2,51
Amarillo	88,37	86,25	2,12	-2,43	-2,52	0,09	66,18	72,0	-5,78	6,16
Verde	62,30	55,28	7,02	-18,89	-23,23	4,33	12,25	16,6	-4,40	9,35
Cobre	49,73	39,37	10,36	-0,05	-0,16	0,11	-1,43	-1,1	-0,34	10,37
Naranja	63,56	58,70	4,86	23,80	26,01	-2,21	43,11	54,3	-11,22	12,43
Marrón	31,99	22,20	9,79	6,51	9,82	-3,30	4,64	8,5	-3,84	11,02
Azul	32,79	19,23	13,57	9,20	16,34	-7,14	-22,21	-32,8	10,56	18,61
Bl.Reflejo	80,08	77,22	2,86	1,76	1,85	-0,10	2,15	2,4	-0,27	2,87
Reflejo	55,25	36,91	18,34	20,48	13,86	6,62	32,31	16,9	15,44	24,87
Azr.claro	34,70	23,13	11,58	10,63	16,77	-6,14	-27,65	-37,4	9,71	16,31
Azr.osc	28,68	11,18	17,49	2,87	7,00	-4,12	-7,16	-14,9	7,72	19,56
Oro	75,75	0,83	74,92	10,09	4,56	5,53	28,53	1,3	27,25	79,92

Muestra	(ΔE^*)ANTES	(ΔE^*)DESPUÉS	Diferencia (ΔE^*) Antes - Después
Blanco	2,55	2,51	-0,04
Amarillo	9,78	6,16	-3,62
Verde	9,63	9,35	-0,28
Cobre	11,43	10,37	-1,06
Naranja	26,67	12,43	-14,24
Marrón	17,37	11,02	-6,35
Azul	32,96	18,61	-14,35
Bl.Reflej	2,94	2,87	-0,07
Reflejo	28,83	24,87	-3,96
Azr.claro	14,88	16,31	1,43
Azr.osc	22,77	19,56	-3,21
Oro	80,12	79,92	-0,2



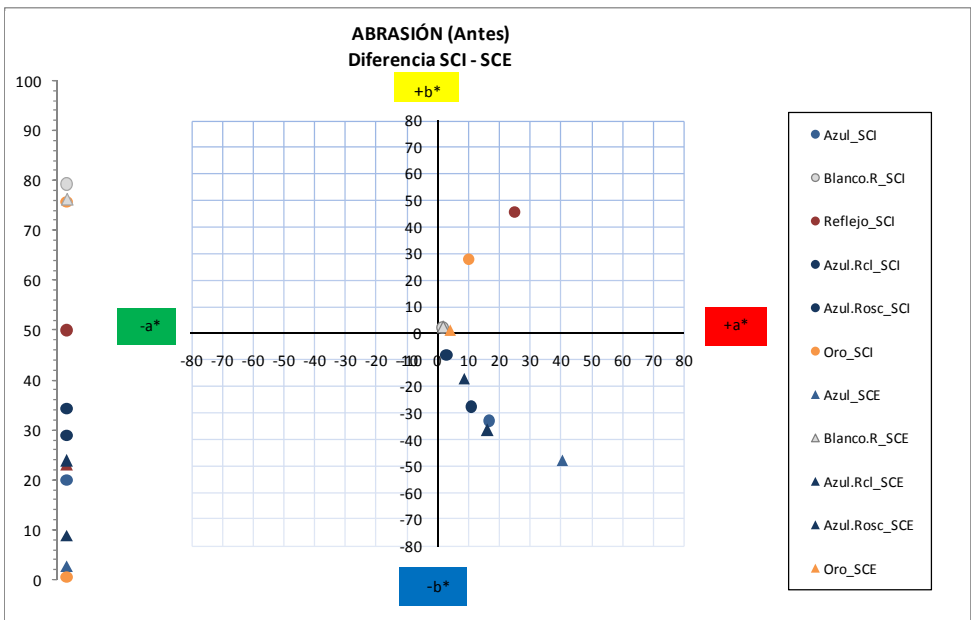
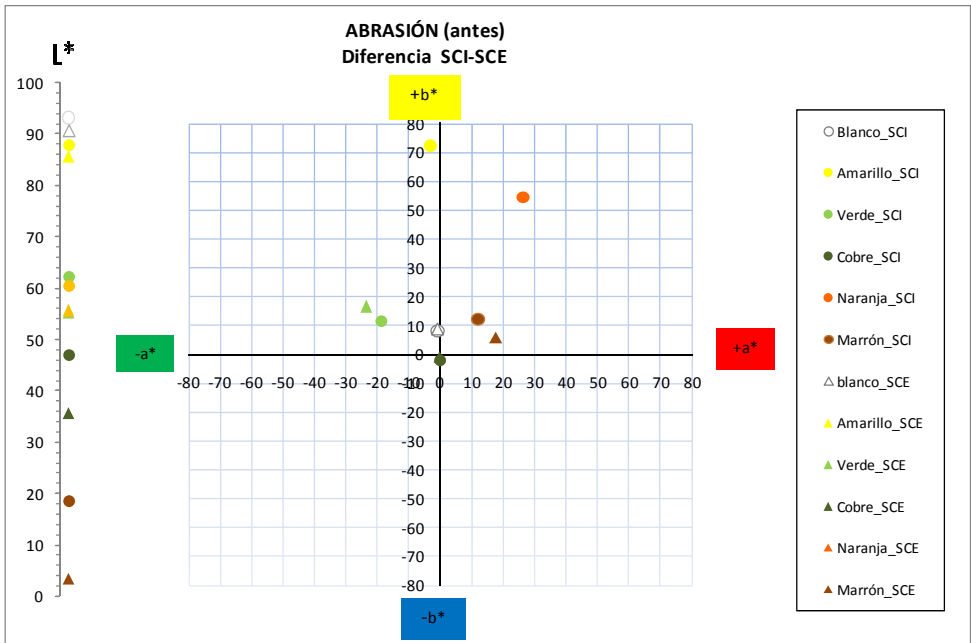
Figuras 140. Gráfico de diferencia de color total de los valores obtenidos antes y después de someter a las probetas a abrasión.

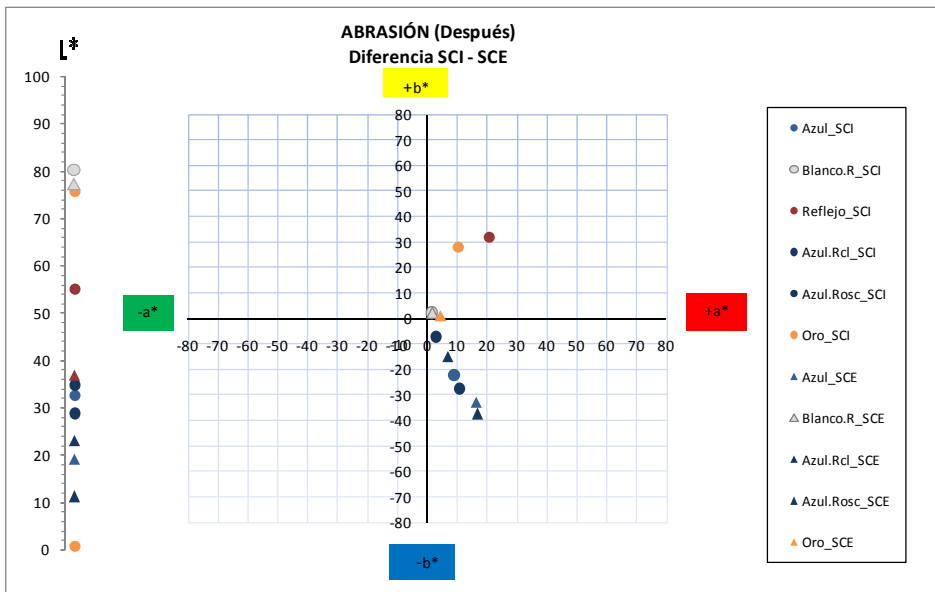
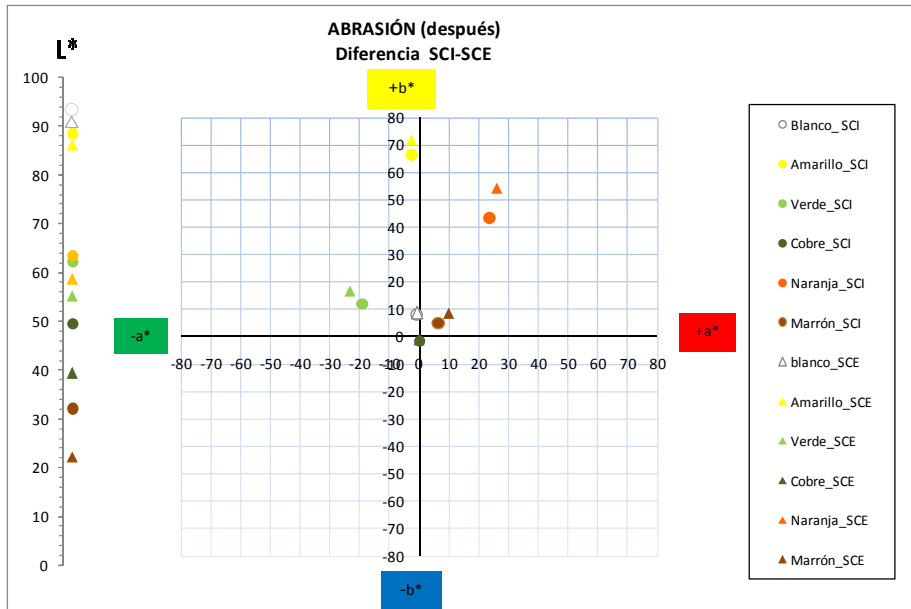
16.7.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)

Los resultados obtenidos nos muestran que la probeta con un mayor brillo es la probeta **oro** ($\Delta E^* 80$), con mucha diferencia de las demás, seguida de la probeta **azul** y la **naranja**, con diferencias de color total en torno a las 30 unidades CIELAB. A continuación encontramos el **marrón**, con un $\Delta E^* \approx 20$ unidades CIELAB, y el **cobre**, el **verde** y el **amarillo**, con $\Delta E^* \approx 10$ unidades CIELAB. En último lugar se encuentran los dos **blancos**, con $\Delta E^* \approx 3$ unidades CIELAB, precisamente las probetas que no cuentan con una película de óxido en su superficie.

Si atendemos a la diferencia de brillo experimentada por las probetas tras el envejecimiento por abrasión (representada en la tabla 54.) podemos decir que las probetas extremas, es decir, con más y menos porcentaje de brillo (**oro y blancos** respectivamente), no ha sufrido modificación. En cambio las que más cambio han experimentado han sido la **naranja** y la **azul**, con una diferencia de 14 unidades CIELAB.

El resto de probetas han sufrido variaciones comprendidas entre la unidad y las 6 unidades CIELAB: con una diferencia de 1 unidad CIELAB encontramos el **cobre** y el **azul reflejo claro**, con una desigualdad de 3 unidades CIELAB tenemos las probetas **verde, reflejo y azul reflejo oscuro**, y con una variación de 6 unidades CIELAB, el **marrón**.





Figuras 141 - 144. Representaciones en el Diagrama CIELAB de las comparativas de los valores con brillo excluido y de los valores con brillo incluido de las componentes a*,b* y L*,obtenidos antes y después de someter a las probetas a abrasión.

16.7.6. Microfotografía (LM)

A continuación se muestran las microfotografías de las probetas sin envejecer, y aquellas que han sido expuestas a envejecimiento por radiación ultravioleta, y posteriormente sometidas a ensayos de abrasión. Todas las muestras han sido sometidas a ciclos de 30/60/90 ciclos/min, excepto la muestra referente al óxido de cobre, que se ha ampliado hasta los 150 ciclos/ min debido a la resistencia que presentaba.

Como se puede observar en las imágenes, la probeta realizada con óxido de cobre muy saturada y metalizando la superficie evidencia una mayor resistencia que aquella en la que el óxido de cobre solo da una tonalidad verde (figuras 155-164)

Dentro de una abrasión intermedia, donde se puede observar que es en los ciclos medios de 60 donde se comienza a percibir un daño, son en las probetas naranjas (N2), en las azules (Az4), azules reflejos (AzR4) y las amarillas (A4).

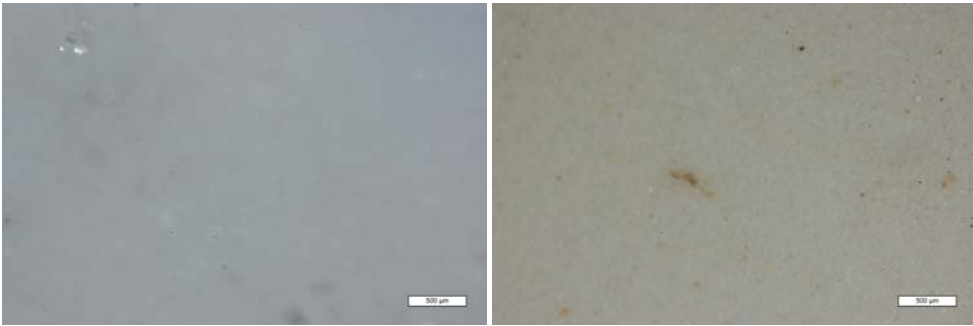
Las probetas menos duras se puede advertir abrasión desde la primera fase, es decir, alterándose con una oscilación de 30 ciclos/ min son en los marrones, preparadas con óxido de manganeso (M4), las de reflejo metálico (R4) y las blancas (B4 y BR4). En las muestras blancas, se aprecia el rayado⁸ más intenso, debido a que carece de óxido colorante en la capa final pues solo tiene la capa vítrea o barniz.

Cabe resaltar que este ensayo no se ha realizado sobre las probetas de oro y plata (O4 y PT4), debido a su escasa estabilidad, y por consiguiente la rápida eliminación de la superficie metálica sin necesidad del abrasímetro, eliminándose simplemente frotando con un paño.

Por todo ello se podría concluir que la resistencia a la abrasión obedece a diferentes factores, es por este motivo, que se tiene que distinguir entre abrasión o desgaste superficial y desgaste profundo. Ambos dependerán de la composición misma del vidriado y del resultante de la superficie, las tensiones estructurales y

⁸ KIM, Hyungsun; KIM, Taekyu. " *Measurement of hardness on traditional ceramics*". Journal of the European Ceramic Society, Volume 22, issues 9-10, September 2002. Pp. 1437-1445.

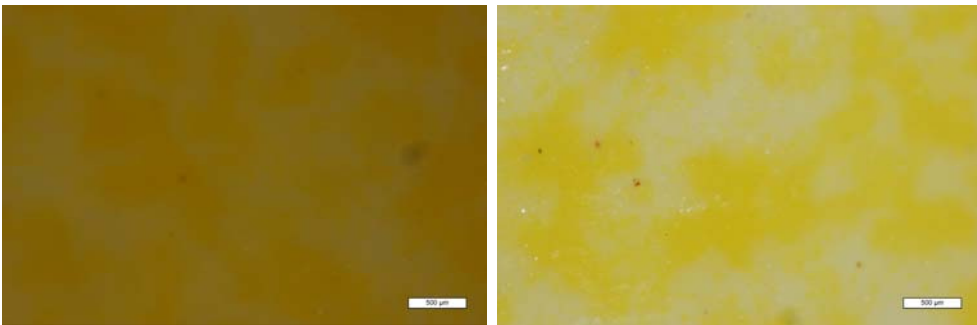
por dilatación térmica, no beneficiarán al soporte. Por consiguiente, una superficie vítrea uniforme, homogénea y sin burbujas y mejor adherida al soporte será más duradera y más estable. Del mismo modo, si los vidriados son homogéneos, impermeables, sin grietas ni burbujas, y con un alto contenido de SiO_2 , Al_2O_3 y MgO serán más resistentes al desgaste, siendo los denominados vidriados de alta temperatura y menos resistentes a la abrasión los de baja temperatura.



Figuras. 145–146. Microfotografías de la probeta *blanca* (B4), 80x y 25x, con diferentes aperturas de luz.



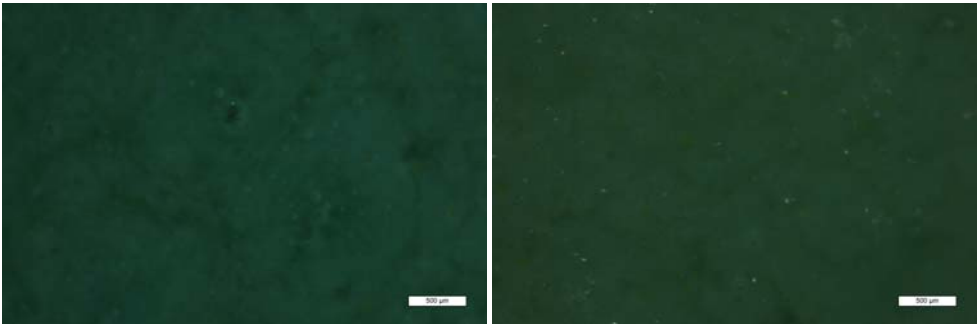
Figuras. 147-149. Microfotografías de la probeta *blanca* (B4), 80x y 25x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.



Figuras. 150-151. Microfotografías de la probeta *amarilla* (A4), 80x y 25x, con diferentes aperturas de luz.



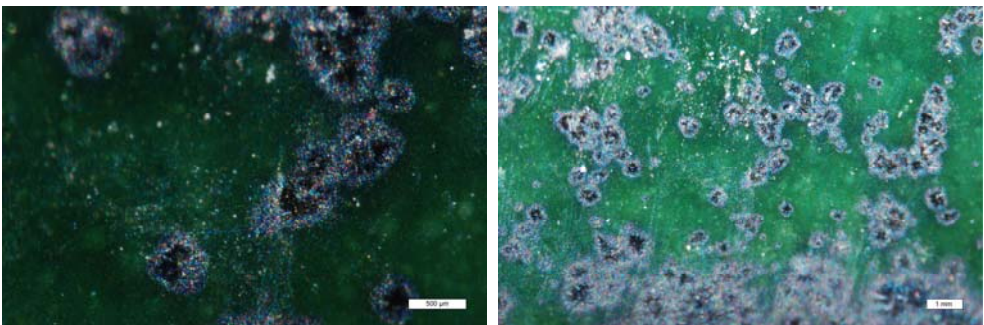
Figuras.152-154.Microfotografías de la probeta *amarilla* (A4), 80x y 25x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.



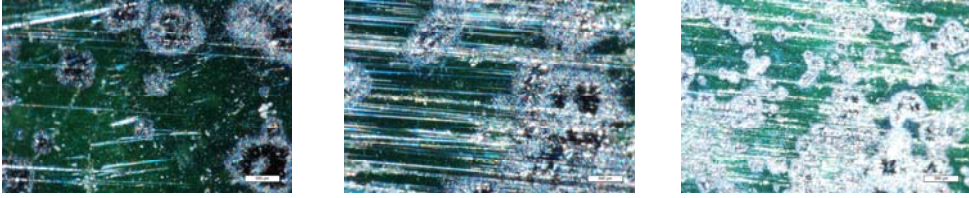
Figuras155-156.Microfotografías de la probeta *verde* (V4), 80x y 25x.



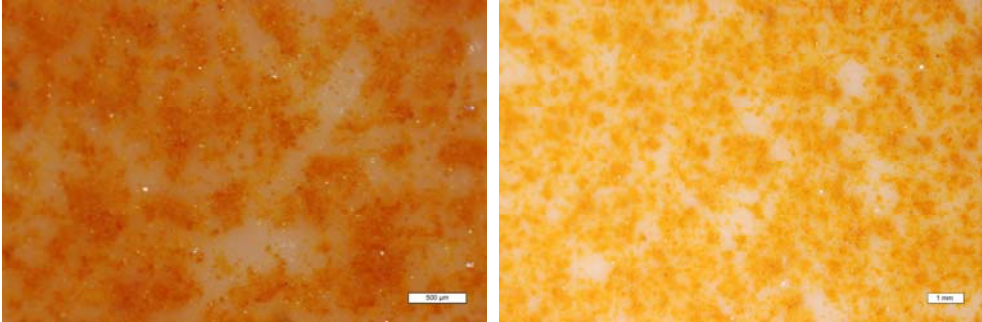
Figuras 157-159.Microfotografías de la probeta *verde* (V4), 80x y 25x , sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.



Figuras160-161.Microfotografías de la probeta *cobre* (C4) ,80x y 25x.



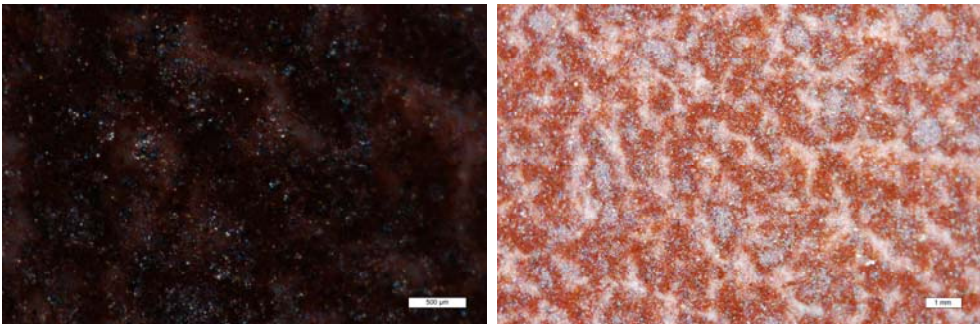
Figuras 162-164. Microfotografías de la probeta *cobre* (C4), 80x y 25x, sometida a 30-60-150 ciclos/min de abrasión.



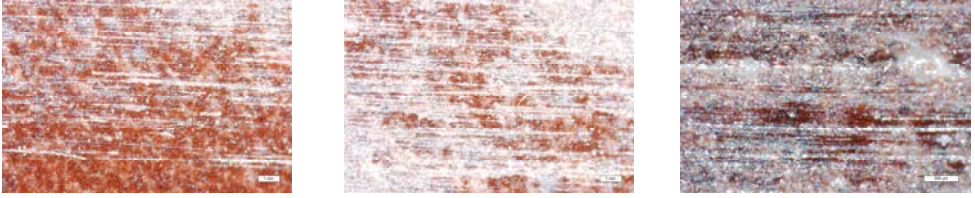
Figuras 165-166. Microfotografías de la probeta *naranja* (N4) ,80x y 25x.



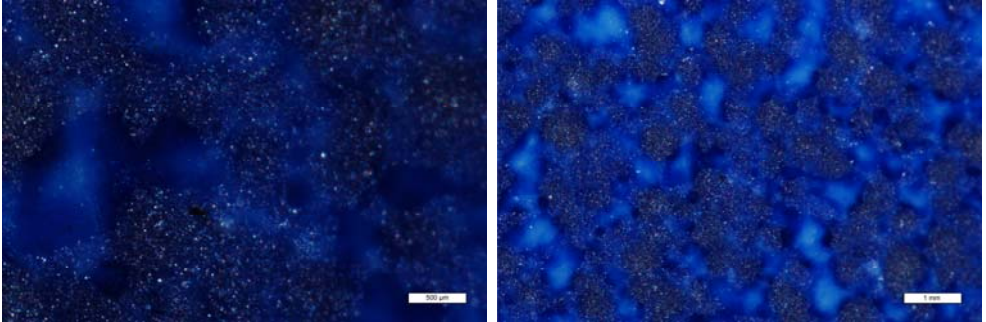
Figuras 167-169. Microfotografías de la probeta *naranja* (N4), 80x y 25x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.



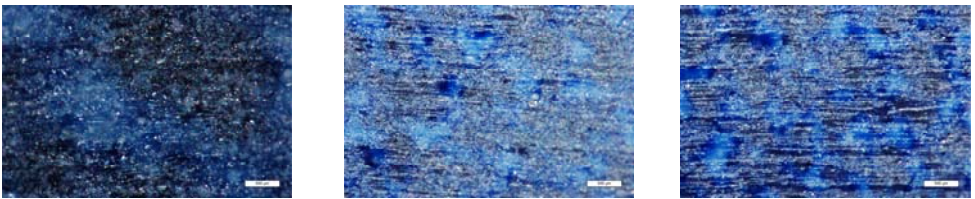
Figuras 170-171. Microfotografías de la probeta *marrón* (M4), 80x y 25x.



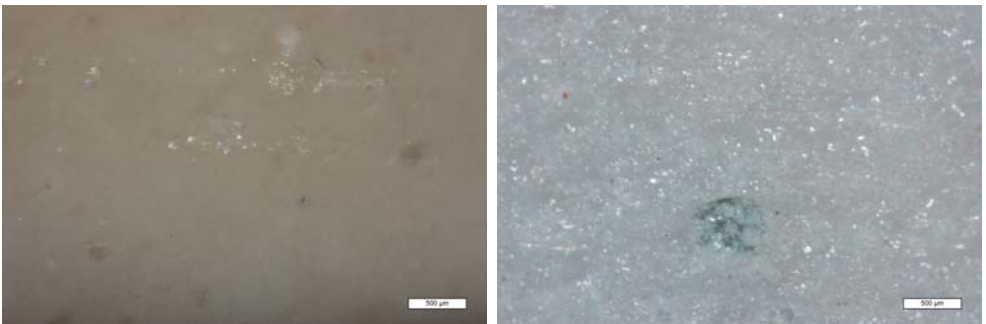
Figuras 172-174. Microfotografías de la probeta *marrón* (M4), 80x y 25x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.



Figuras175-176. Microfotografías de la probeta *azul* (Az4) ,80x y 40x.



Figuras 177-179. Microfotografías de la probeta *azul* (Az4), 80x y 40x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.

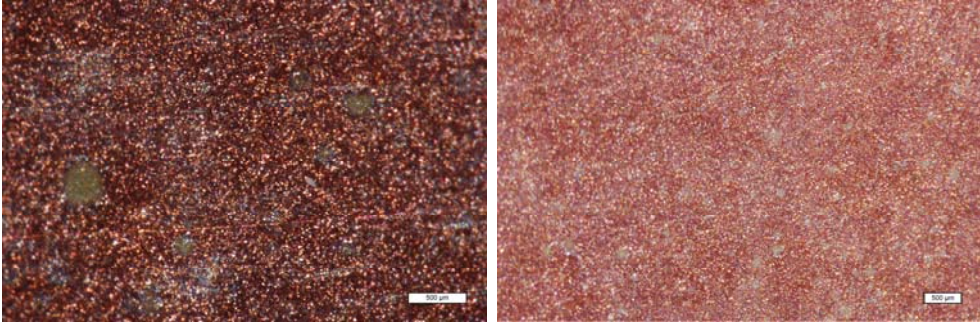


Figuras 180-181. Microfotografías de la probeta *blanco reflejo* (BR4), 80x, con diferentes aperturas de luz.

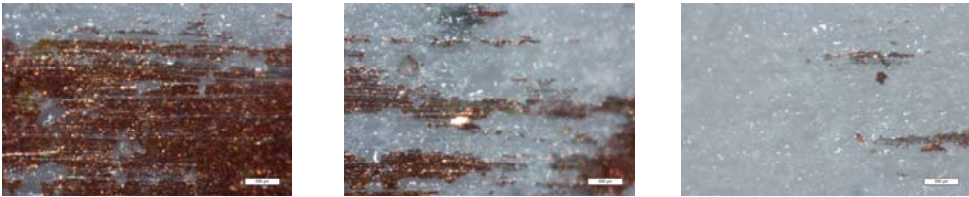
Caracterización físico-química de las alteraciones de los paneles devocionales y vía crucis del siglo XVIII en la Comunidad Valenciana



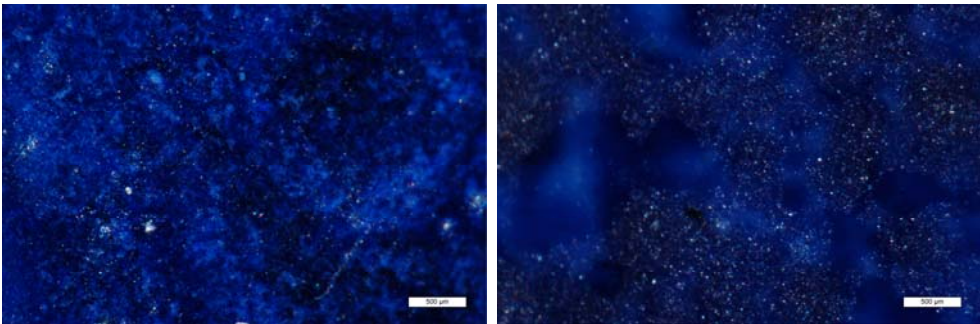
Figuras 182-184.Microfotografías de la probeta *blanco reflejo* (BR4), 80x y 40x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.



Figuras 185-186.Microfotografías de la probeta *reflejo* (R4) ,80x y 50x.



Figuras 187-189.Microfotografías de la probeta *reflejo* (R4) , 80x y 50x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.



Figuras 190-191.Microfotografías de la probeta *azul reflejo* (AzR4) ,80x.



Figuras 192-194. Microfotografías de la probeta *azul reflejo* (AzR4), 80x y 50x, sometida a 30-60-90 ciclos/min de abrasión.

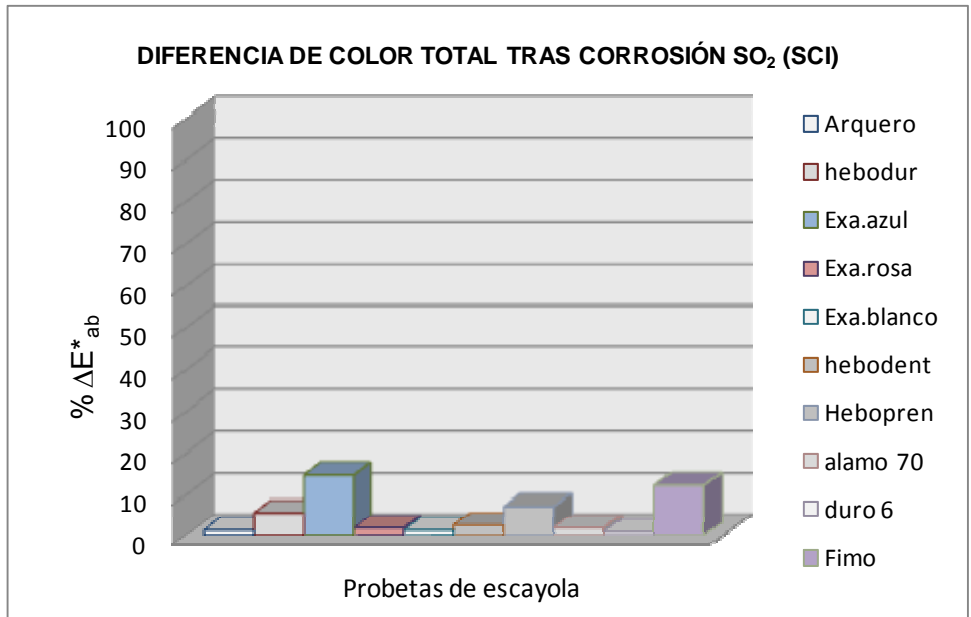
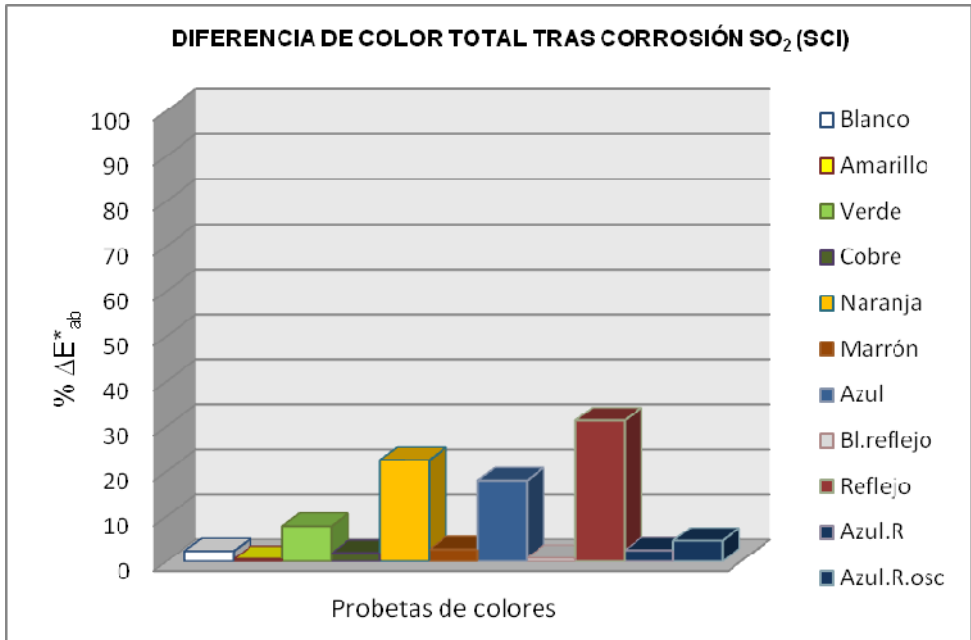
16.8. ENSAYOS DE CORROSIÓN

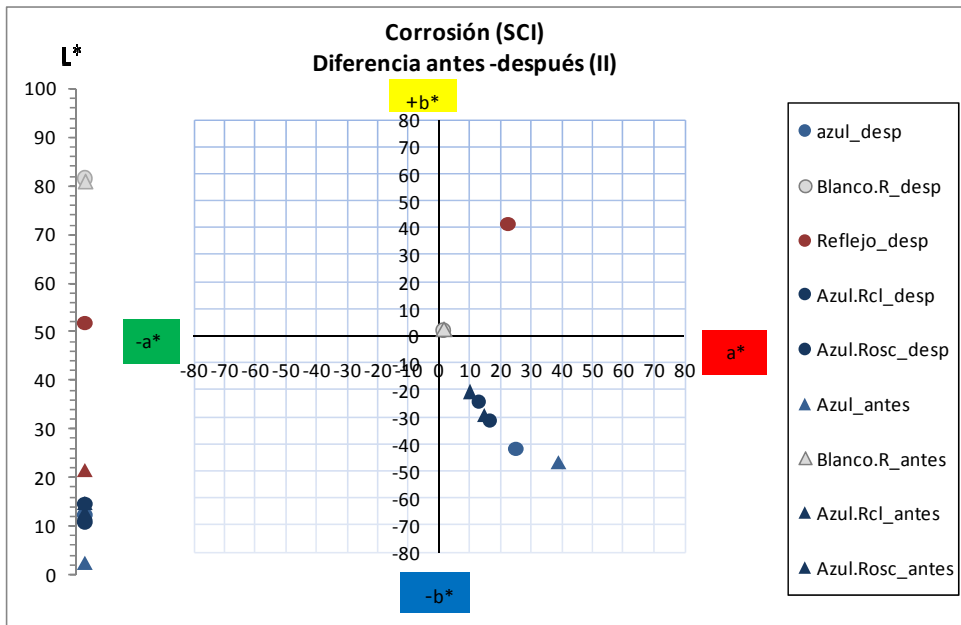
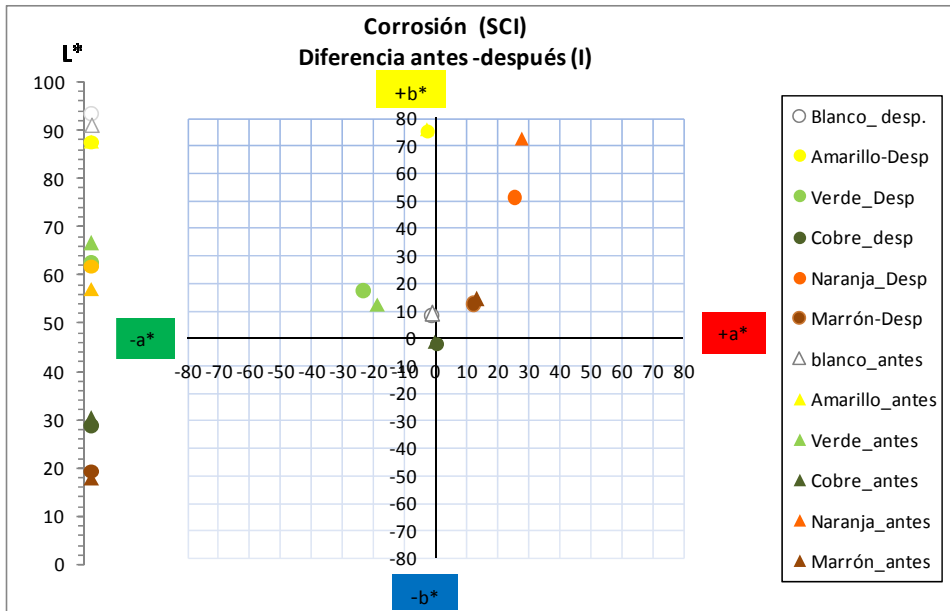
De igual modo que se han realizado envejecimientos de UV, de abrasión, y de T/HR, se realizaron mediciones colorimétricas para poder observar si el SO₂, presente en muchas de las alteraciones al exterior, condicionaban la superficie de los azulejos, ya fuera en cuanto a color o brillo en la cerámica del siglo XVIII, pero de igual modo, si la cerámica de reflejo metálico perdía parte de sus características de cerámica dorada.

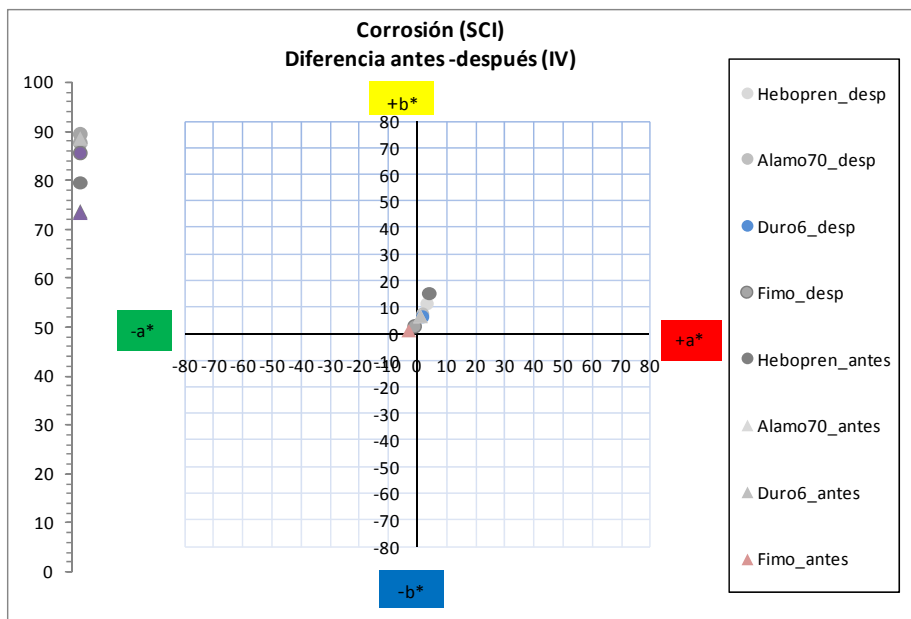
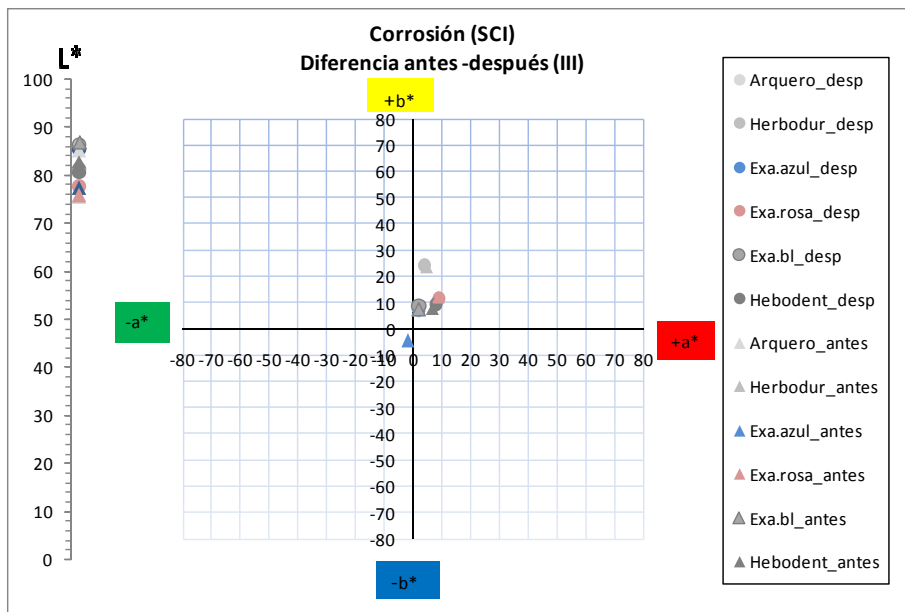
16.8.1. Análisis colorimétricos y de brillo

Tabla 55. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), con SCI, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de SO₂.

Muestra	L(1)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	91,2	93,39	2,19	-1,1	-1,1	0	8,82	8,15	-0,67	2,3
Amarillo	87,82	87,78	-0,05	-2,75	-2,67	0,09	75,95	75,43	-0,51	0,5
Verde	66,67	62,47	-4,2	-18,52	-23,18	-4,66	12,39	17,11	4,72	7,9
Cobre	30,29	28,64	-1,65	-0,38	0,24	0,63	-1,15	-1,71	-0,56	1,8
Naranja	57,12	61,98	4,86	27,81	25,14	-2,67	72,68	50,88	-21,8	22,5
Marrón	17,88	19,38	1,5	13,49	12,47	-1,03	14,16	12,21	-1,95	2,7
Azul	2,59	12,49	9,9	39,32	25,34	-13,98	-46,66	-41,16	5,5	18
Bl.Reflej	80,86	81,33	0,47	1,9	1,83	-0,07	2,87	2,29	-0,58	0,7
Reflejo	21,51	51,93	30,41	23,94	22,72	-1,22	34,61	41,92	7,31	31,3
Azul.R	14,92	14,76	-0,16	14,75	16,45	1,7	-28,86	-30,65	-1,8	2,5
Azul.R.o	12,96	10,81	-2,15	10,22	12,88	2,65	-20,66	-23,76	-3,1	4,6
Arquero	85,2	85,8	0,65	1,82	1,93	0,11	7,44	8,61	1,17	1,34
Hebodur	75,6	81,3	5,67	4,64	3,72	-0,91	23,93	24,09	0,16	5,74
Exa. A	77,3	85,5	8,17	-1,92	1,59	3,51	-4,37	7,61	11,98	14,92
Exa.rosa	75,9	77,6	1,76	8,75	8,51	-0,24	12,21	11,5	-0,71	1,91
Exa.blan	86,9	86,4	-0,58	1,86	2,11	0,26	7,73	8,91	1,18	1,34
Heboden	82,9	80,8	-2,03	6,67	7,58	0,91	8,05	9,39	1,35	2,6
Hebopre	73,4	79,7	6,23	4,53	3,34	-1,19	15,53	11,89	-3,64	7,31
Alam 70	88,7	87,4	-1,35	1,46	1,79	0,33	6,55	7,88	1,33	1,92
Duro 6	88,4	89,3	0,91	1,5	1,56	0,06	6,86	6,87	0,02	0,91
Fimo	73,2	85,3	12,11	-2,59	-0,55	2,04	1,29	2,82	1,54	12,38







Figuras 195 - 200. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo incluido del incremento total de color y de las componentes a*,b* y L*, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de SO₂.

16.8.2. Valoraciones de las mediciones con brillo (SCI)

A) General

PROBETAS DE COLORES

Las mediciones efectuadas con brillo han diferenciado que los colores que más se han alterado cromáticamente son el **reflejo** seguido por el color **naranja**. Los primeros con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a 32 unidades CIELAB, y los segundos sobre las 23 unidades CIELAB. A continuación se encuentra el **azul**, con un $\Delta E^* \approx 18$, siguiéndole de lejos el **verde**, con un $\Delta E^* \approx 8$, el **azul reflejo** con un $\Delta E^* \approx 5$, y el **marrón y blanco**, con un $\Delta E^* \approx 3$. La variación experimentada por el resto de los colores, no se tomara en consideración por encontrarse por debajo de 3.

PROBETAS DE ESCAYOLAS

Las escayolas que más se han alterado cromáticamente son aquellas que en su composición se encuentran pigmentadas.

El **exaduro azul** es el que ha experimentado un cambio más evidente, siendo su $\Delta E^* \approx 15$ unidades CIELAB. A continuación se encuentra el **fimo**, con un $\Delta E^* \approx 12$, el **H (Hebopren)**, con un $\Delta E^* \approx 7$ y para finalizar las **HB (Hebodur)**, $\Delta E^* \approx 6$. El resto de probetas han sufrido variaciones, pero ninguna de ellas sobre 3.

B) Específico

Precisando más en cuanto a los cambios experimentados, han manifestado una alteración significativa en la claridad las probetas de **reflejo**, con una variación bastante considerable, siendo su giro leve hacia los naranjas amarillentos.

Las probetas **naranjas** han cedido cromatismo, aclarándose ligeramente y virando hacia los naranjas rojizos.

Los **azules** han ganado claridad, pero han acentuado su pérdida de cromatismo, y han cambiado su tonalidad hacia los violetas purpúreos.

De igual modo que las probetas anteriores, los **verdes** han ganado cromatismo, y han evolucionado el color muy levemente hacia los verde limonados, pero, en cambio, se han oscurecido, aunque mínimamente.

El **azul reflejo**, ha sufrido una ligera variación en cuanto a la claridad y el tono, pero siendo evidente su giro positivo hacia el cromatismo.

El **cobre reflejo**, ha experimentado una oscilación hacia los turquesas azulados, siendo su modificación en el croma imperceptible, y oscureciendo levemente.

Las probetas **marrones** y **blancas**, se han aclarado muy sensiblemente. Su croma no ha variado, y su tono ha virado, transformando los marrones hacia los rojo anaranjados, no siendo perceptible en los blancos, como era de esperar.

ESCAYOLAS

Las mediciones demuestran una ligera subida de la claridad en las cuatro probetas (**exaduro azul**, **fimo**, **H (Hebopren)**, y **HB (Hebodur)**), siendo solo en la L* donde se puede apreciar una variación similar entre todas.

El **exaduro azul** ha ganado cromatismo siendo muy acentuado su variación tonal, que pasa de turquesas azules a amarillos anaranjados.

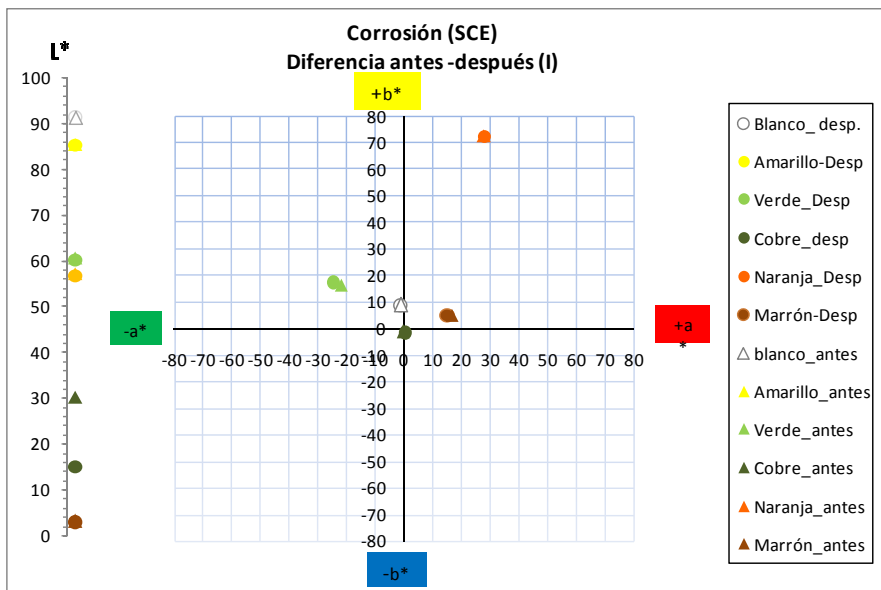
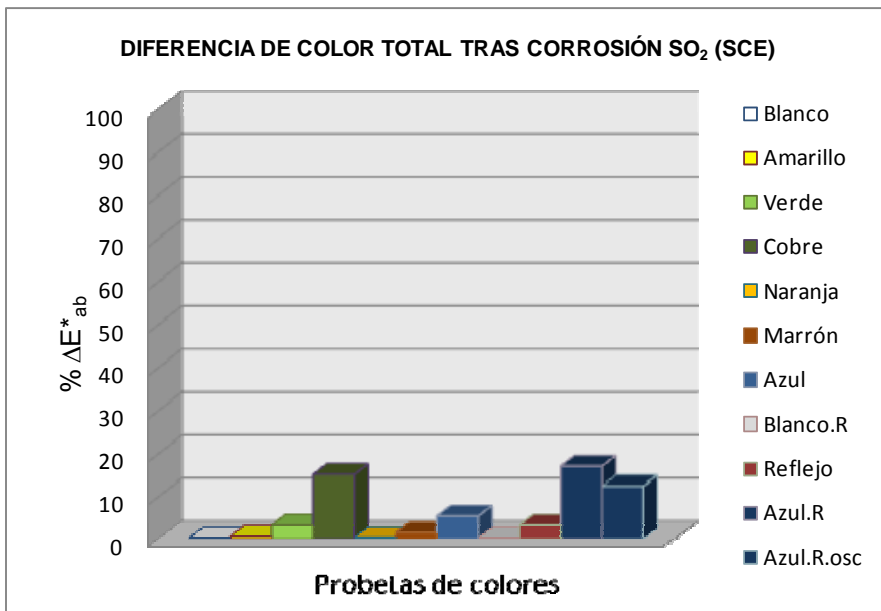
El **fimo** y **HB** mantienen un croma casi imperceptible, siendo su rango cercano a cero. En ambos se puede apreciar variación tonal, siendo más acentuada en el primero, que vira hacia los amarillos. Los HB cambian hacia el mismo tono amarillo.

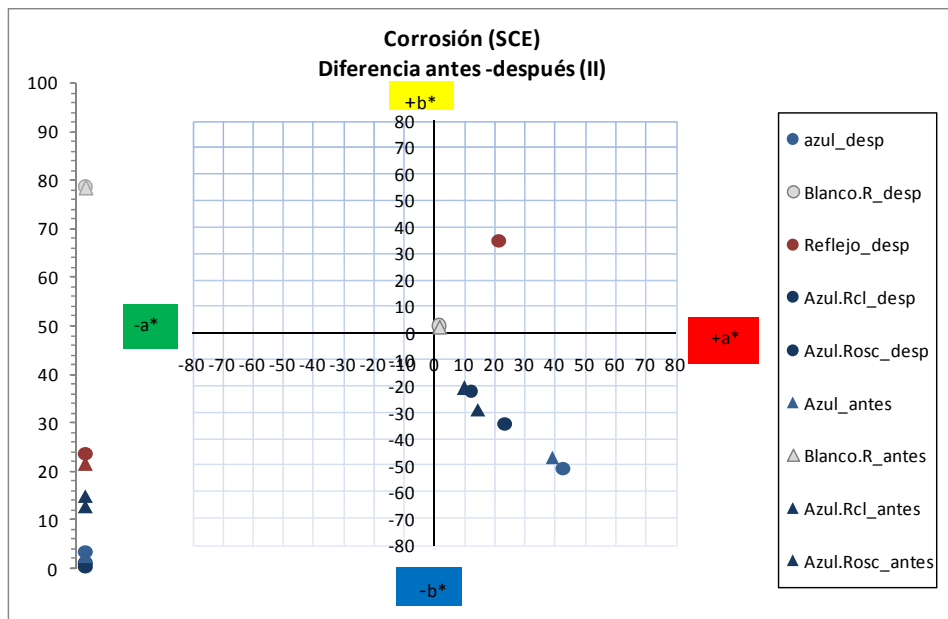
Los **H** no han modificado su tono.

En las probetas de escayolas, se han rechazado las SCE o las mediciones con componente especular excluido pues las diferencias con las mediciones con brillo o SCI eran mínimas.

Tabla 56. Valores de variación de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), con SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de SO₂.

Muestra	L*(1)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*_{ab}
Blanco	91,20	91,24	0,04	-1,10	-1,13	-0,03	8,82	8,59	-0,23	0,24
Amarillo	85,40	85,34	-0,06	-2,85	-2,77	0,09	86,26	85,64	-0,63	0,64
Verde	60,64	60,22	-0,42	-21,88	-25,07	-3,19	16,26	17,16	0,90	3,34
Cobre	30,29	15,12	-15,17	-0,38	0,12	0,50	-1,15	-1,77	-0,63	15,19
Naranja	57,12	56,80	-0,31	27,81	27,73	-0,08	72,68	72,59	-0,10	0,34
Marrón	3,09	2,77	-0,31	16,55	15,16	-1,39	5,17	4,63	-0,54	1,52
Azul	2,59	3,72	1,13	39,32	42,86	3,54	-46,66	-50,67	-4,01	5,47
Bl.Reflejo	78,38	78,61	0,23	1,92	1,92	0,00	2,45	2,56	0,11	0,25
Reflejo	21,57	23,87	2,36	23,94	21,67	-2,27	34,61	35,19	0,58	3,32
Azul. R	14,92	1,08	-13,84	14,75	23,63	8,88	-28,86	-33,82	-4,96	17,18
Azul.R.os	12,96	0,56	-12,40	10,22	11,92	1,70	-20,66	-21,58	-0,91	12,55





Figuras 201 - 203. Gráfico de diferencia de color total, y representación en el Diagrama CIELAB de los valores con brillo excluido del incremento total de color y de las componentes a^* , b^* y L^* , correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de SO_2 .

16.8.3. Valoraciones de las mediciones sin brillo (SCE)

A) General

PROBETAS DE COLORES

Los colores que más se han alterado cromáticamente son el **cobre** y el **azul reflejo**, con una diferencia de color total (ΔE^*) en torno a 15 unidades CIELAB. A continuación se encuentra el **azul**, con un $\Delta E^* \approx 5$. Seguidamente el **verde** y el **reflejo** con un $\Delta E^* \approx 3$. Las variaciones experimentadas por el resto de las probetas no se tomarán en consideración por encontrarse por debajo de 3, valor tomado como límite visible.

PROBETAS DE ESCAYOLA

B) Específico

Precisando más en cuanto a los cambios sufridos por las probetas de colores, podemos concluir que el **cobre** y el **azul reflejo** han cambiado de manera similar en claridad. Se diferencian en que el cobre ha variado mucho el tono, mientras que el azul reflejo su variación cromática y de tono solo han sufrido una variación mínima.

El **azul**, en cambio, mantiene una variación imperceptible de claridad y tono, pero ha sufrido una ligera variación cromática alejándose del gris.

El **reflejo** y el **verde**, con un $\Delta E^* \approx 3$, no mantienen diferencias en cuanto a la claridad y croma, pero sí que han sufrido un ligero cambio en cuanto a tono, virando el reflejo hacia los naranjas rojizos, y el verde hacia los verdes limonados.

A pesar de que el **verde** y el **cobre** han sido realizados ambos con el mismo óxido de cobre (con la salvedad de que para la obtención del segundo es necesario la saturación del pigmento), su alteración cromática ha sido muy diferente. Ambos han perdido claridad, pero es en los cobres donde se puede observar un cambio más evidente. Los dos colores han ganado croma, pero así como en los cobres ese cambio es imperceptible, en los verdes su cromatismo resulta mayor.

En cuanto al tono existe una diferencia mucho más acentuada en los **cobres**, que viran hacia los azules. Posiblemente sea la textura de la superficie provocada por la saturación del óxido de cobre⁹ lo que ha ocasionado que las variaciones sean

⁹ FORCONI, Alberto, LUCCHESI, Fabrizio, *Problemas y defectos en la cerámica artística*. AEDO 2008, SRL. Montelupo Fiorentino. La Ramina es un colorante rico en óxido de cobre, de tonalidad verde esmeralda. Se aplica a pincel, si este se aplica muy concentrado, el óxido de cobre se transforma en óxido cúprico, se matea y se vuelve verde oscuro metálico a gris metálico según densidad. FORCONI, Alberto, LUCCHESI, Fabrizio, *Problemas y defectos en la cerámica artística*. AEDO 2008, SRL. Montelupo Fiorentino.

mucho más pronunciadas, como se puede observar en la figura 204, detalle de una rocalla de un panel devocional.

En cambio el **marrón** pierde claridad, aunque de forma inapreciable, gana cromatismo y sufre un cambio en su tono hacia los magentas rojizos.



Figura 204. Acumulación del óxido de cobre.

16.8.4. Comparativas SCI-SCE

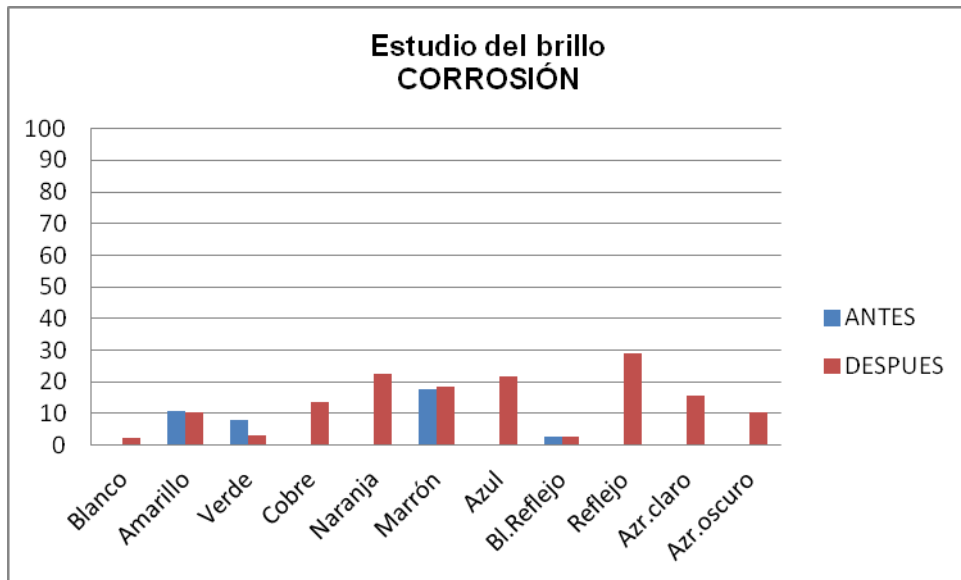
Seguidamente se pueden observar las tablas con las comparativas entre las SCI y el SCE (componente especular incluido/excluido) sus diferentes gráficos y diagramas, de las probetas antes y después de los cambios experimentados una vez envejecida, así como sus respectivos incrementos. Dichos resultados, se han extraídos de las medias y desviaciones (ver anexo IV).

Tabla 57- 59. Comparativas de las variaciones de las coordenadas L*, a*, b*, y color total (ΔE^*), de SCI-SCE, correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de SO₂.

Muestra	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE		
ANTES	L*(1)	L*(1)	DL*(2-1)	a*(1)	a*(1)	Da*(2-1)	b*(1)	b*(1)	Db*(2-1)	ΔE^*
Blanco	91,20	91,20	0,00	-1,10	-1,10	0,00	8,82	8,82	0,00	0,0
Amarillo	87,8	85,40	2,42	-2,75	-2,85	0,10	75,95	86,26	-10,32	10,60
Verde	66,7	60,64	6,03	-18,52	-21,88	3,36	12,39	16,26	-3,87	7,91
Cobre	30,3	30,29	0,00	-0,38	-0,38	0,00	-1,15	-1,15	0,00	0,0
Naranja	57,1	57,12	0,00	27,81	27,81	0,00	72,68	72,68	0,00	0,0
Marrón	17,9	3,09	14,79	13,49	16,55	-3,06	14,16	5,17	8,99	17,6
Azul	2,6	2,59	0,00	39,32	39,32	0,00	-46,66	-46,66	0,00	0,0
Bl.Refl	80,9	78,38	2,48	1,90	1,92	-0,02	2,87	2,45	0,41	2,51
Reflejo	21,5	21,57	-0,05	23,94	23,94	0,00	34,61	34,61	0,00	0,05
Azr.clar	14,9	14,92	0,00	14,75	14,75	0,00	-28,86	-28,86	0,00	0,0
Azr.osc	13,0	12,96	0,00	10,22	10,22	0,00	-20,66	-20,66	0,00	0,0

Muestra	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE	SCI	SCE		
DESPUÉS	L*(2)	L*(2)	DL*(2-1)	a*(2)	a*(2)	Da*(2-1)	b*(2)	b*(2)	Db*(2-1)	ΔE^*
Blanco	93,39	91,24	2,15	-1,10	-1,13	0,03	8,15	8,59	-0,44	2,19
Amarillo	87,78	85,34	2,44	-2,67	-2,77	0,10	75,43	85,64	-10,20	10,49
Verde	62,47	60,22	2,25	-23,18	-25,07	1,89	17,11	17,16	-0,05	2,94
Cobre	28,64	15,12	13,52	0,24	0,12	0,13	-1,71	-1,77	0,07	13,52
Naranja	61,98	56,80	5,18	25,14	27,73	-2,59	50,88	72,59	-21,71	22,47
Marrón	19,38	2,77	16,60	12,47	15,16	-2,70	12,21	4,63	7,58	18,45
Azul	12,49	3,72	8,77	25,34	42,86	-17,52	-41,16	-50,67	9,51	21,78
Bl.Reflej	81,33	78,61	2,72	1,83	1,92	-0,09	2,29	2,56	-0,28	2,74
Reflejo	51,93	23,87	28,05	22,72	21,67	1,05	41,92	35,19	6,73	28,87
Azr.claro	14,76	1,08	13,68	16,45	23,63	-7,18	-30,65	-33,82	3,17	15,78
Azr.oscu	10,81	0,56	10,25	12,88	11,92	0,95	-23,76	-21,58	-2,19	10,53
Muestra	(ΔE^*) ANTES		(ΔE^*) DESPUÉS		(ΔE^*)Diferencia Antes-después					

Blanco	0	2,19	2,19
Amarillo	10,60	10,49	-0,11
Verde	7,91	2,94	-4,97
Cobre	0	13,52	13,52
Naranja	0	22,47	22,47
Marrón	17,6	18,45	0,88
Azul	0	21,78	21,78
Bl.Reflejo	2,51	2,74	0,22
Reflejo	0,05	28,87	28,82
Azr.claro	0	15,78	15,78
Azr.oscuro	0	10,53	10,53



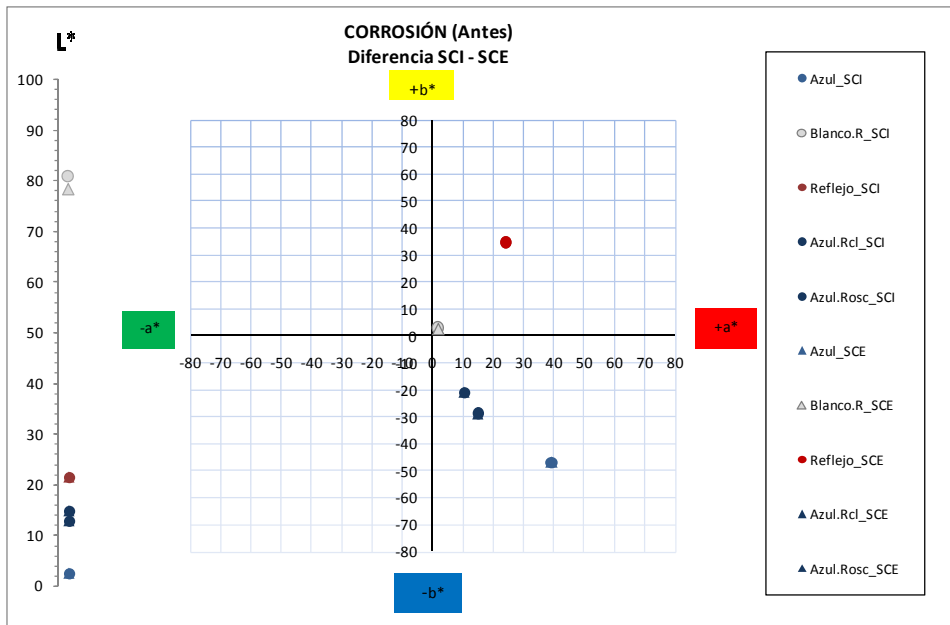
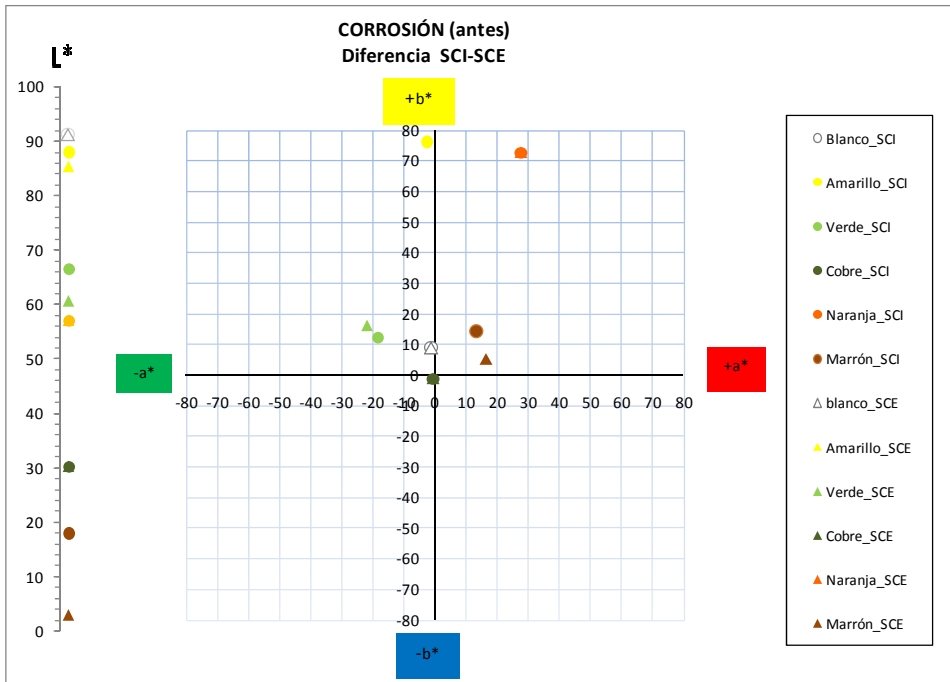
Figuras 205. Gráfico de diferencia de color total antes-después de los valores correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de SO_2 .

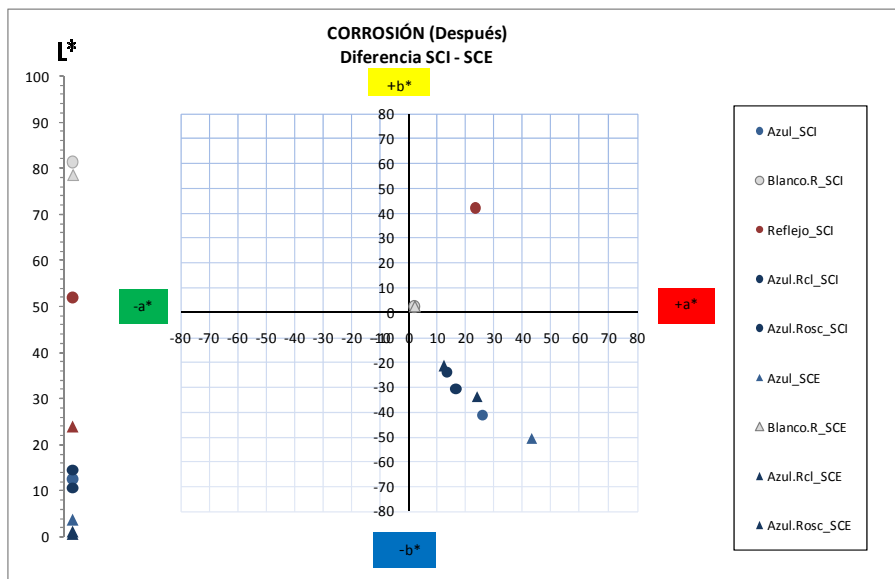
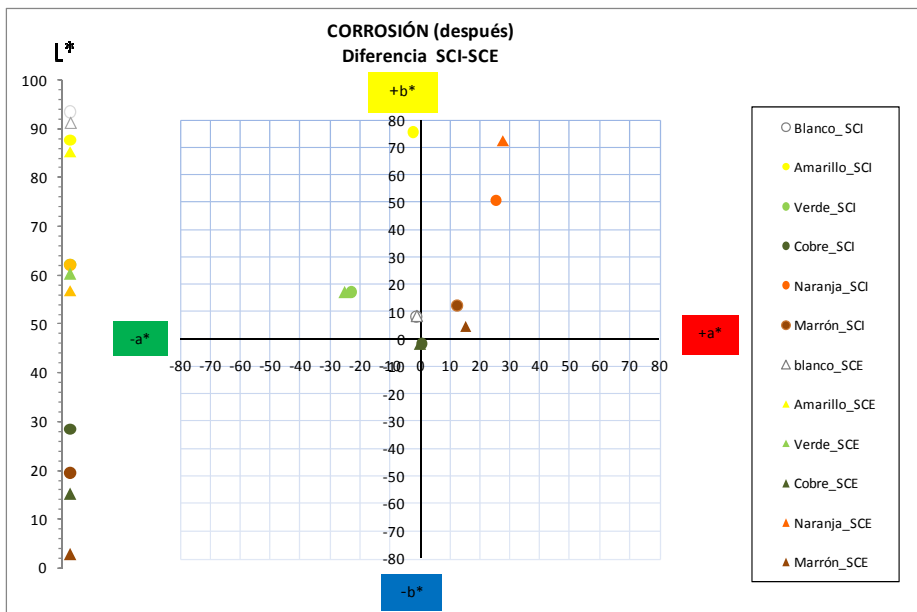
16.8.5. Valoraciones de brillo (SCI-SCE)

Los resultados obtenidos nos muestran que la probeta con un mayor brillo es la probeta **marrón** ($\Delta E^* \approx 18$), seguida de la probeta **amarilla**, con una diferencia de color total en torno a las 10 unidades CIELAB. A continuación encontramos la **verde**, con un $\Delta E^* \approx 8$ unidades CIELAB, y el **blanco reflejo** con $\Delta E^* \approx 3$ unidades CIELAB. El resto de las probetas no se toman en consideración por presentar valores nulos.

Si atendemos a la diferencia de brillo experimentada por las probetas tras el envejecimiento por corrosión (representada en la tabla 59) podemos decir que las probetas **amarilla** y **blanco reflejo**, no han sufrido modificaciones. En cambio la **verde** y la **marrón**, han experimentado un cambio al ser sometidas a la cámara de corrosión, con una diferencia de -5 y 1 respectivamente.

El resto de probetas han sufrido variaciones que oscilan entre 3 y 30 unidades CIELAB. Con la diferencia menor encontramos la probeta **blanca**, con una variación de 3 unidades CIELAB. A continuación encontramos el **cobre** y el **azul reflejo** con 16 unidades, la **naranja** y el **azul** alrededor de las 23 unidades CIELAB, y por último la probeta **reflejo**, con una variación sobre 30 unidades CIELAB.





Figuras 206 - 209. Representación en el Diagrama CIELAB de las comparaciones de los valores con brillo y sin brillo de las componentes a^* , b^* y L^* , correspondientes a las probetas sometidas a la cámara de envejecimiento acelerado de SO_2 , antes y después.

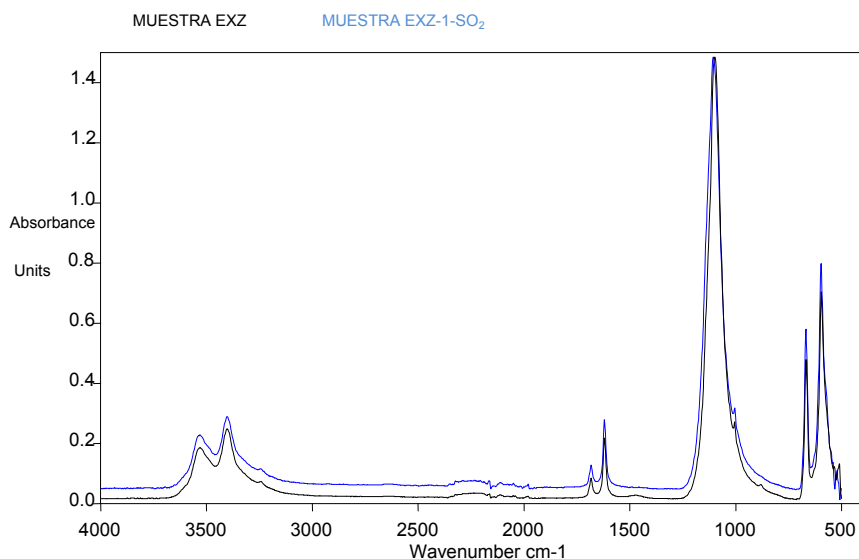
Los datos correspondientes a las probetas de plata y oro figura 210, no aparecen entre los valores resultantes tras su sometimiento en la cámara de envejecimiento de SO_2 , dado el grado de alteración que sufría el lustre. La probeta de plata sufrió una pérdida total del lustre en la superficie decorada.



Figura 210. Probetas de Plata y oro cuyos valores han sido excluidos, tras su ensayo en la cámara de envejecimiento acelerado por SO_2 .

16.8.6. Estudio de los cambios estructurales mediante FTIR-ATR

Las muestras analizadas por FTIR-ATR han sido aquellas que han mostrado mayores cambios en los análisis colorimétricos tras los ensayos de corrosión en SO_2 , lo que sugiere posibles cambios químicos. por este motivo, se presentan únicamente las tres escayolas comerciales y un producto con matriz polimérica. A continuación se presentan los espectros IR en absorbancia de estas muestras a partir de los cuales se han identificado sus componentes y bandas IR.



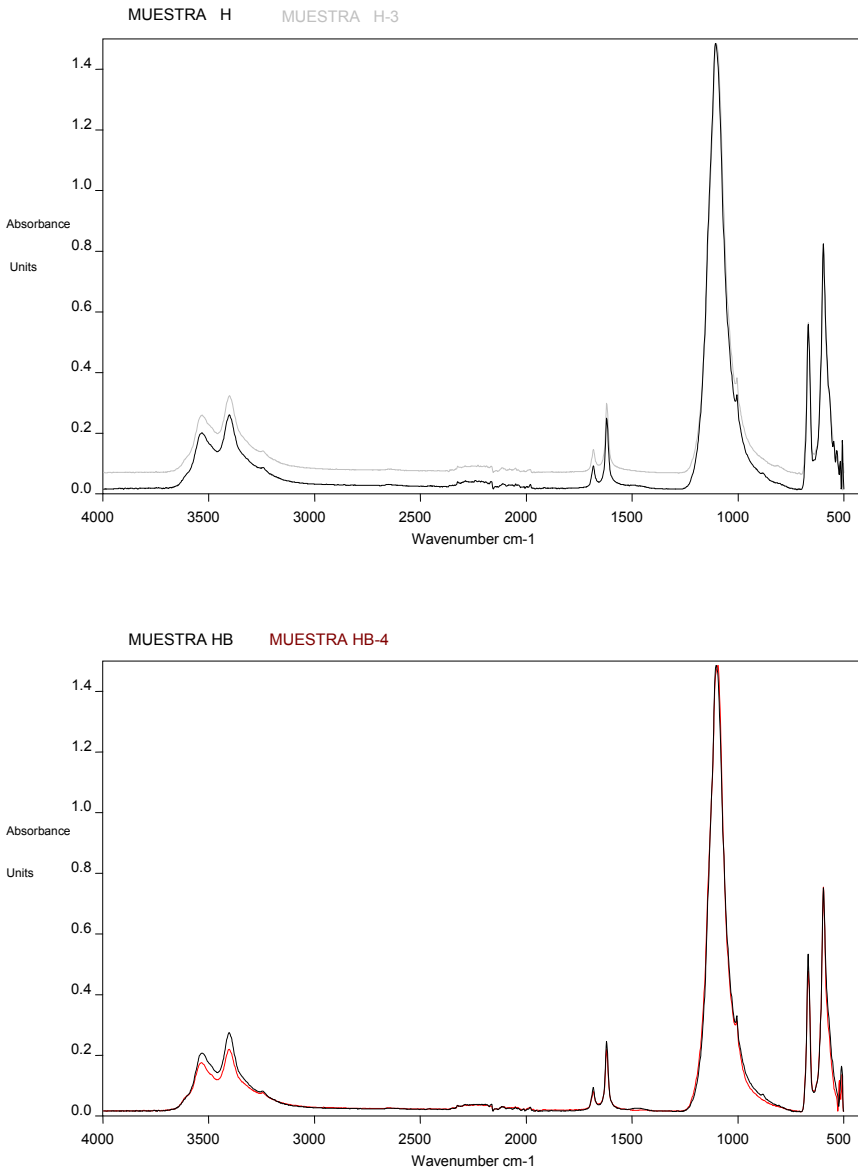


Figura 211– 213 .Espectro IR de las muestras de exaduro azul, hebopren y herbodur, sometidas antes y después en la cámara de envejecimiento acelerado de SO₂.

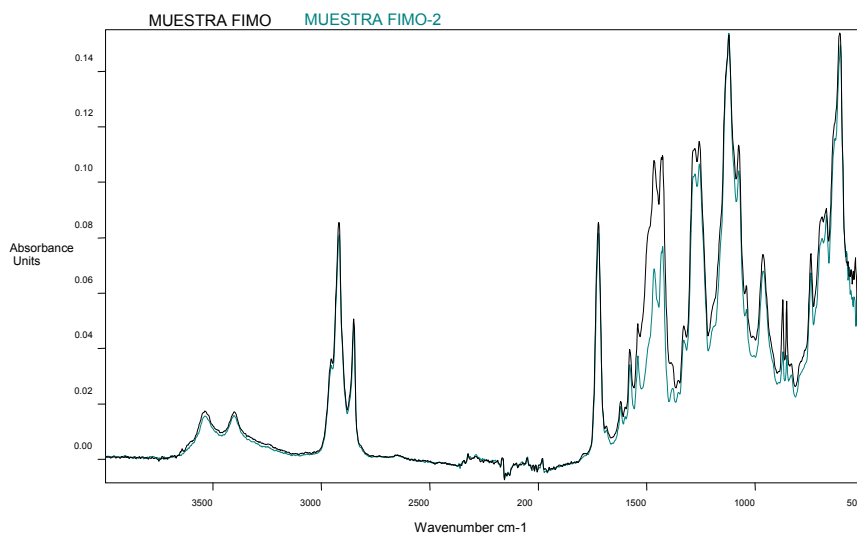


Figura 214. Espectro IR de la muestra de Fimo, sometido antes y después en la cámara de envejecimiento acelerado de SO_2 .

Tabla 60. Identificación y bandas de absorbanancia IR de las muestras de las muestras de exaduro azul, hebopren y herbodur, sometidas a corrosión por SO₂.

MUESTRA	Nombre	Cálcita	Yeso
EXZ	Exaduro Azul	1466, 882	3531, 3402, 3238, 1683,1619, 1099,667, 595
H	Heboprent	1469, 873,545	3531, 3402, 3227, 1683,1619, 1106,1005, 667, 596
HB	Herbodur	1465, 876	3531, 3402, 3242, 1683,1619, 1102, 667, 595

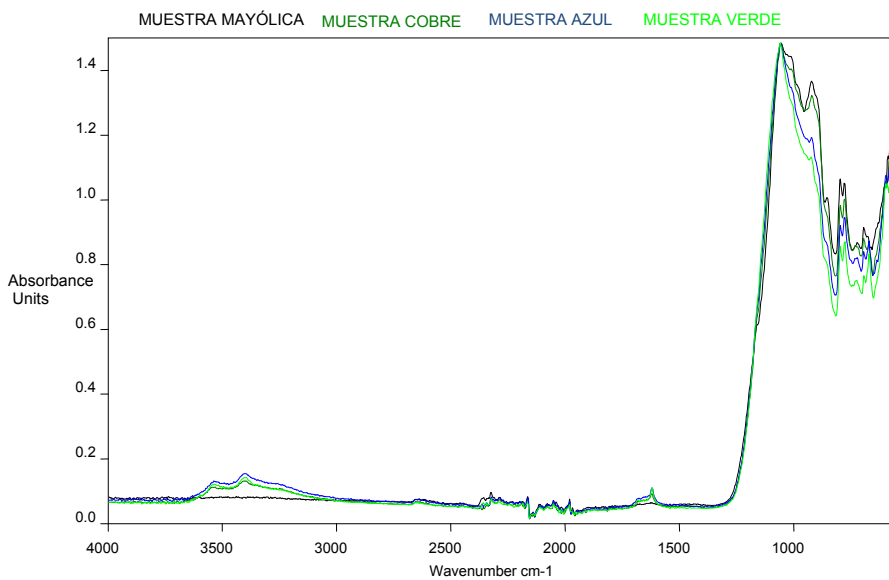
Tabla 61. Identificación y bandas de absorbanancia IR de la muestra FIMO, sometida a corrosión por SO₂.

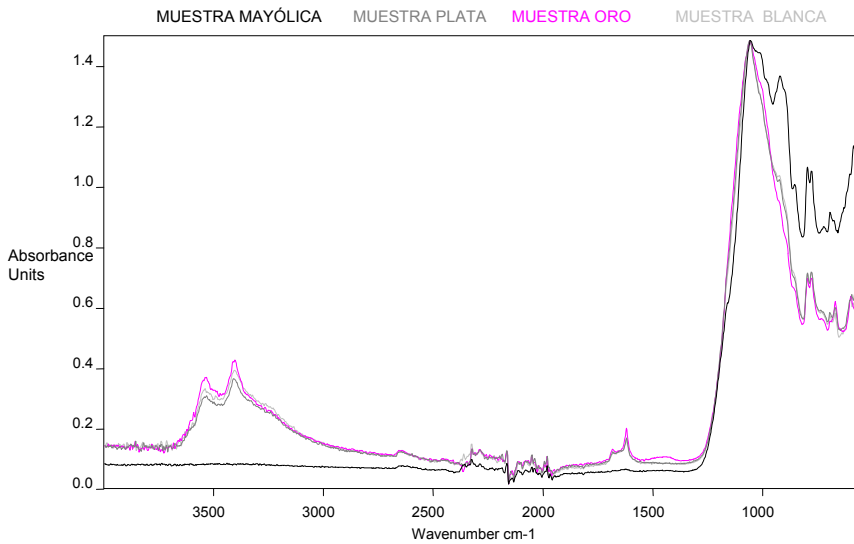
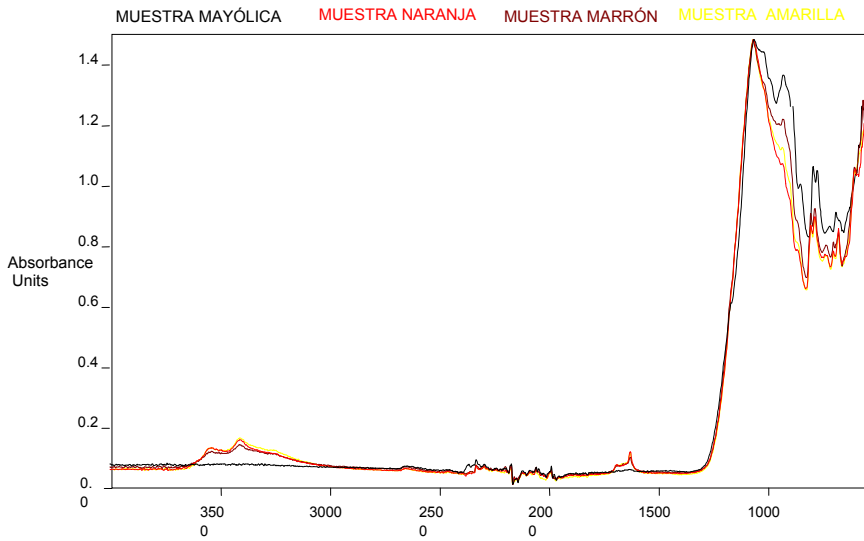
MUESTRA	Silicatos	Cálcita	Yeso
FIMO	1121, 1041, 963, 872, 692, 610	854	3536, 3402, 1681, 1620, 1075, 671

Aunque la variación de color ΔE^* de las muestras de escayola (EXZ, H, HB) sugiera posibles cambios estructurales, en sus espectros IR se observa únicamente un incremento de absorbanancia en todo su perfil de las escayolas (CaSO₄.2H₂O), supuestamente causado por su propia matriz porosa que la hace permeable al SO₂. En cambio en la muestra comercial FIMO, que presenta una textura mixta, de escayola y polímero, las bandas de absorbanancia correspondientes a la parte polimérica son las que se ven afectadas por el SO₂ disminuyendo su intensidad.

Seguidamente se presentan los espectros IR y la identificación de bandas para las muestras cerámicas de siglo XVIII y reflejo. En todos los espectros respecto a la mayólica y la terracota ferruginosa calcárea sin corrosión (perfil negro) se observa que se han generado nuevas bandas correspondientes a sulfatos. Esto se confirma, tras observar que mediante SEM/EDX, no se detectó SO₃ en su

composición (tabla 62 y 63), por lo tanto estas nuevas bandas proceden de estos sulfatos. Esto se podrá corroborar con la caracterización de las fases mineralógicas mediante DRX.





Figuras 215 – 217. Espectro IR de la muestra de mayólica y los diferentes óxidos sometida antes y después en la cámara de envejecimiento acelerado de SO₂.

Tabla 62. Identificación y bandas de absorbanza IR de las muestras de mayólica, sometida a corrosión por SO₂.

MUESTRA	NOMBRE	SILICATOS	TIERRAS	YESO
II	Mayólica	1162, 1057, 1007, 1464, 923, 852, 797, 778, 664	1161	
III	Blanco	1003, 924,796, 778, 763, 670, 599		3538, 3401, 1685, 1620, 1057, 667, 595
IV	Amarillo	1060, 922, 796, 778, 763		3536, 3401,3248, 1692,1620, 1060,670, 556
V	Verde	1162, 915, 856, 796, 777, 723, 694, 599, 552		3535, 3396,3222, 1681,1620, 1060,670, 566
VI	Cobre	1438,1165,1007, 921, 848, 734,796, 778, 694, 603, 583		3542, 3402,3248, 1678,1620, 1058,694, 562
VII	Naranja	1161, 1058, 922, 855,796, 778, 723,694, 598		3546, 3402,3237, 1677,1620, 1058,670
VIII	Marrón	1162, 918, 852,796, 778, 719,693, 598		3542, 3404,3229, 1681,1620, 1060,693, 557
IX	Azul	1165, 918, 852,796, 778, 695, 599		3531, 3399, 1685,1620, 1060,671, 595
XIII	Plata	1165,1059, 914, 852,797, 770, 734,694, 595		3539, 3408, 1674,1620, 1010,669
IVX	Oro	1441,1058, 1003, 914, 852,796, 778, 723,699, 599		3535, 3401, 1681,1620, 1057,667, 595

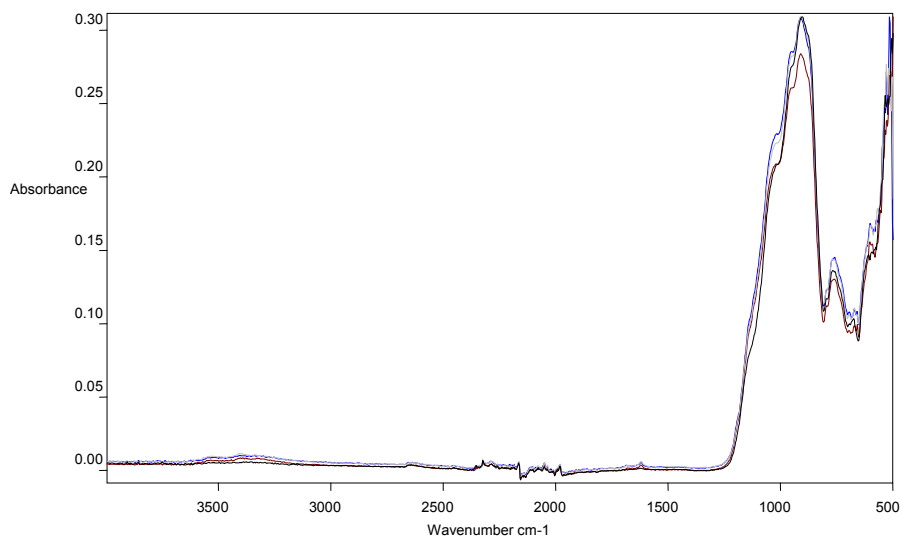


Figura 218. Espectro IR de la muestra de terracota ferruginosa calcárea sometida antes y después en la cámara de envejecimiento acelerado de SO₂.

Tabla 63. Identificación y bandas de absorbanza IR de las muestras de terracota ferruginosa calcárea, sometida a corrosión por SO₂.

MUESTRA	NOMBRE	SILICATOS	TIERRAS	YESO
I	Terracota Ferruginosa Calcárea	1015, 910, 792, 768, 669	1142	
X	Blanco Reflejo	1139, 950, 793, 770, 670, 601, 599		3539, 3399, 1681, 1620, 1018, 670
XI	Reflejo	Añadir		
XII	Azul Reflejo	1136, 1018, 959, 786, 760, 672, 602, 573		3528, 3406, 1688, 1620, 1018, 672

16.8.7. Estudio mineralógico mediante DRX

En el anexo VII se exponen los difractogramas y los valores de $d(\text{Å})$ de las muestras de escayola (EXZ, H, HB) y mayólicas (III, IV, V, VI, VII, VIII, XIII) tras ser sometidas a corrosión. En las tablas que se presentan a continuación se aglutinan las fases mineralógicas identificadas para cada una de ellas, siendo la fase mayoritaria el *Potassium Aluminium Silicate* (KAlSiO_2) y la fase minoritaria *Gypsum* ($\text{Ca}(\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$). Esta fase encontrada tras la exposición a SO₂ corrobora, por una parte que es de nueva generación, puesto que no se identificó óxido de azufre en estas pastas mediante SEM/EDX en su composición inicial, y por otra parte, queda confirmada la identificación de los sulfatos obtenidos por FTIR.

Tabla 64. Identificación de las fases mineralógicas

MUESTRA	NOMBRE	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA*	d (Å)
III	Blanco	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7, 6248 – 4, 2571 – 3,0608 – 2,6838
		Potassium Aluminium Silicate KAlSiO ₂	3,34043
		Anorthite, Ca(Al ₂ SiO ₈)	4,39090 – 4,03243 – 3,79048 – 3,23490
IV	Amarillo	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,61767 – 4,04547 – 3,06950 – 2,87706 – 2,79278 – 2,68554
		Potassium Aluminium Silicate KAlSiO ₂	5,44637 – 2,87706 – 3,34743
		Anorthite, Ca(Al ₂ SiO ₈)	3,96599 – 3,70552 – 3,19520
V	Verde	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,61577 - 4,26040 - 3,06527 - 2,68444
		Potassium Aluminium Silicate KAlSiO ₂	5,41758 – 3,34016
		Anorthite, Ca(Al ₂ SiO ₈)	4,26040 – 3,79540 – 3,06527
VI	Cobre	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,62056 – 4,26177 – 3,06354
		Potassium Aluminium Silicate KAlSiO ₂	5,38428 – 3,34766 – 2,85613
		Anorthite, Ca(Al ₂ SiO ₈)	4,70026 – 4,03103 – 3,70739 – 3,50737 – 3,18956
VII	Naranja	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,57555 – 4, 26203 – 3,06208 – 2,85098 – 2,68102
		Potassium Aluminium Silicate KAlSiO ₂	5,22918 – 3,34013
		Anorthite, Ca(Al ₂ SiO ₈)	4, 51879 – 4,03277 – 3,79923 – 3,19480
VIII	Marrón	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,61788 – 4,26299 – 2,99453 – 2,85098
		Potassium Aluminium Silicate KAlSiO ₂	5,46681 – 3,34582 – 2,85098
		Anorthite, Ca(Al ₂ SiO ₈)	4,04724 – 3,46618 – 3,193339
XIII	Plata	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,60032 – 4,03880 – 3,79870 – 3,064064 – 2,87315 – 2,63941
		Potassium Aluminium Silicate KAlSiO ₂	5,47883 – 2,87315
		Quartz, SiO ₂	4,26414 – 3,34737

*Patrones de fases mineralógicas extraídas en bases de datos de Siemens

Tabla 65. Identificación de las fases mineralógicas

MUESTRA	NOMBRE	COMPOSICIÓN MINERALÓGICA*	d
EXZ	Exaduro Azul	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,06194 – 4,25793 – 3,78706 – 2,86391 – 2,67549
		Calcium Sulfate Hydrate Ca(SO ₄)(H ₂ O)	5,97328 – 4,04656 – 3,05461
H	Hebopren	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,63936 – 4,29210 – 3,00727 – 2,80821
		Calcium Sulfate Hydrate Ca(SO ₄)(H ₂ O)	6,02206 – 3,47519 – 3,06721 – 2,72830
HB	Herbodur	Gypsum, Ca(SO ₄)(H ₂ O) ₂	7,63312 – 4,28585 – 3,06707 – 2,87428 – 2,68347
		Calcium Sulfate Hydrate Ca(SO ₄)(H ₂ O)	6,60647 – 3,49014 – 3,01046 – 2,78703

*Patrones de fases mineralógicas extraídas en bases de datos de Siemens

16.9. COMPARATIVA DE LOS EFECTOS PROVOCADOS POR LOS DIFERENTES ENSAYOS DE ENVEJECIMIENTO.

Tabla 66. Tabla comparativa SCI /SCE de las diferentes cámaras de envejecimiento

		HR-T	UV	Abrasión	SO ₂
		SCI-SCE	SCI-SCE	SCI-SCE	SCI-SCE
	Muestra	ΔE*	ΔE*	ΔE*	ΔE*
C E R A M I C A S	Blanco	2	0	-1	2
	Amarillo	-8	-2	-4	0
	Verde	5	0	0	5
	Cobre	-8	-5	-16	-13
	Naranja	-17	-11	-15	22
	Marrón	-16	-1	-14	1
	Azul	-29	-12	-16	13
	Bl.Reflejo	1	0	0	1
	Reflejo	9	-7	-10	28
	Azul.R.cl	5	-1	-1	-15
	Azul.R.osc	4	-4	-3	-8
	Plata	57	-6	0	0
	Oro	65	-1	-1	0
	E S C A Y O L A S	Arquero	0	0	
Herbodur		0	0		0
Exa azul		0	0		0
Exa rosa		0	0		0
Exa bl		0	0		0
Hebodent		0	0		0
Hebopren		0	1		0
Alamo 70		0	-16		0
D6		0	0		0
Fimo		0	-16		0





C onclusiones

17. CONCLUSIONES

A continuación se exponen las conclusiones particulares más importantes alcanzadas, que se desprenden de los resultados de la presente Tesis doctoral, acentuando aquellos aspectos más notables que ponen de manifiesto los logros que se consideran de mayor relevancia. Posteriormente, se establecerán las conclusiones generales desde el punto de vista del conservador-restaurador de obras de arte.

Conclusiones particulares. Parte Teórica

Gracias a la revisión de las fuentes bibliográficas y documentales estudiadas, que han facilitado las descripciones de los aspectos técnicos más característicos de la cerámica del siglo XVIII y de la cerámica de reflejo metálico, así como de sus materiales y de los procesos de su fabricación, se han podido concretar los parámetros de la manufactura de los azulejos. Seguidamente se señalan cada uno de ellos:

- El uso de los paneles devocionales como manifestación cristiana y punto de encuentro de los fieles como lugar de rezo.
- Los modelos o referentes se extraen de grabados, xilografías o esculturas de bulto redondo.
- La arcilla empleada en la manufactura de los azulejos del siglo XVIII tendrá que ser una mayólica. Deberá tener una porosidad en porcentajes altos, ya que se cocerá después a una temperatura no superior a 1050°C. De igual modo, la porosidad abierta permitirá una impregnación mejor del posterior vidriado. La dureza de este tipo de pasta será menor, debido a su temperatura de cocción.

- La arcilla utilizada en la preparación de la cerámica del reflejo metálico será una terracota ferruginosa calcárea de porosidad abierta, permitiendo la circulación del agua de la propia arcilla, del secado y del aire en las diferentes fases. Este tipo de arcilla permite un grosor mayor en las paredes de los azulejos, debido precisamente a los granos que se encuentran en su composición.
- Los azulejos tendrán que ser confeccionados mediante la técnica del apretón, controlando en todo momento que no se produzcan bolsas de aire en su interior si se prepararan de manera tradicional. El proceso y control del secado será en todo momento lento y progresivo, evitando deformaciones y agrietamientos.
- El vidriado empleado en las dos cerámicas será un barniz plumbífero siendo su adhesión con la pasta perfecta, para evitar posterior exfoliaciones o problemas derivados de una mala adherencia. La composición estará compuesta por frita, cuarzo y sodio. Tendrá que ser aplicado por inmersión controlando la cantidad de capa deseada y evitando un exceso de esta, así como una humectación excesiva del soporte cerámico.
- Los pigmentos empleados en la fase de decoración tendrán que ser los utilizados en la paleta del siglo XVIII, es decir, óxido de cobalto para azules, óxidos de manganeso para los marrones, los óxidos de antimonio y férricos para naranjas y amarillos, los óxidos de cobre para los tonos verdosos.
- En el caso del reflejo metálico se usará óxido de hierro, óxido de cobre (restos de las limpiezas anteriores), nitrato de plata, mercurio y azufre.
- Las cocciones en la etapa de bizcochado de la mayólica tendrá lugar a 1050°C mientras que la del vidriado sobre los 980°C, siendo ésta última inferior con el fin de no producir fusión de la pasta cerámica. La cocción

será en atmósfera oxidante y el proceso de enfriamiento en ambas tendrá que ser lento para evitar posibles roturas.

- En el reflejo, la temperatura de bizcocho es de 1020°C, el azul de cobalto se pintará con la pieza en crudo antes de una primera cocción y la última se efectuará en atmósfera reductora.

La recopilación de información histórico-artística ha permitido visitar y visualizar los paneles in situ, comprobando los condicionantes en su entorno real, y de este modo, poder determinar las condiciones ambientales a las que se encuentran expuestas y sus efectos sobre estas obras.

- En el norte de la Comunidad valenciana las condiciones obtenidas son, inviernos largos y fríos con fuertes nevadas, mientras que los veranos son cálidos y secos, y en otoño, se producen grandes precipitaciones, dando lugar a gota fría.

El recorrido por los diferentes pueblos de la Comunidad valenciana ha sido de gran utilidad, lo que ha permitido una localización exacta de los paneles, y elaborar un catálogo fotográfico (hasta este momento, no existía una documentación fotográfica de los paneles situados al exterior. En esta tesis doctoral se ha realizado un recorrido por aquellos más significativos, logrando visitar 39 pueblos de la Comunidad Valenciana, sin embargo, queda pendiente de ser ampliado y publicado). Se han plasmando en él, únicamente los más representativos y los de mayor calidad fotográfica. Cabe destacar que muchos de estos paneles, se encontraron en ocasiones desaparecidos, dejando la hornacina vacía, cambiados de ubicación o reubicados, o simplemente en calles demasiado estrechas impidiendo ser fotografiados con una correcta claridad.

Conclusiones particulares. Parte Experimental

Después de preparar las probetas según los procesos de elaboración previamente establecidos, se han sometido a envejecimiento artificial acelerado por: temperatura y humedad relativa, radiaciones ultravioleta, niveles de abrasión, y corrosión por SO_2 .

Comprobándose posteriormente los cambios físicos, y en otras ocasiones, también químicos, sufridos en ellas. A continuación se desglosan cada una de ellos:

A) Probetas sin envejecer

a.1.) Caracterización mediante SEM-EDX

- Cerámica del siglo XVIII y Cerámica de reflejo metálico

El análisis cuantitativo mediante SEM/EDX de las probetas sin envejecer de los dos tipos de pasta (mayólica y terracota ferruginosa calcárea), así como los óxidos pigmentantes, indican que las de tipo mayólica exhiben una composición de silico-aluminatos potásicos y cálcicos mayoritariamente (SiO_2 (38.52-59.00%), Al_2O_3 (11.86-18.52%), K_2O (1.16-8.29%), CaO (8.62-22.90%)). Y en los vidriados de matriz plúmbica (PbO 5.31-35.89%), los óxidos que les confiere su color característico son los siguientes: blanco (ZrO_2 6.85%), amarillo (Sb_2O_3 nd %), verde (CuO nd%), cobre (CuO 2.28%), naranja (Sb_2O_3 41.16%), marrón (MnO 0.08%, FeO 0.62%), azul (CoO 16.29%), oro (Au_2O_3 89.26%), plata (PtO_2 9.72%, Au_2O_3 37.88%). En el caso de las pastas tipo terracota ferruginosa calcárea también están constituidas por silico-aluminatos potásicos y cálcicos mayoritariamente (SiO_2 (44.87-57.72%), Al_2O_3 (15.34-18.52%), K_2O (1.60-4.17%), CaO (11.46-18.15%)). Respecto la composición del barniz blanco (ZrO_2 6.47%), reflejo (PtO_2 4.25%) y azul (CoO 11.01%), siendo todos ellos de matriz plúmbica (PbO 26.47-35.38%), y en el caso del reflejo, se añadió casiterita SnO_2 en un porcentaje del 14.09%.

Desde el punto de vista morfológico, en las probetas de terracota no se aprecia ninguna modificación de la cristalización de los componentes que la integran. Sin embargo, en las probetas de mayólica, más concretamente, en el vidriado cobre (saturado con CuO) se aprecian alteraciones en forma de ramificaciones causadas probablemente por dicho nivel de concentración del óxido, y dado que en la fase de decoración, el grado de penetrabilidad crece a medida que la capa superficial es mayor, por este motivo las cristalizaciones en forma ramificada van creciendo hacia el interior de la capa de barniz. Así mismo, en la muestra de oro se pueden apreciar cristales de ZrO_2 dispersados en la superficie vítrea creando cadenas.

- Materiales de reconstrucción volumétrica (Escayola y Fimo)

Los valores del análisis cuantitativo de los materiales que se emplean actualmente, en la intervención de estas piezas cerámicas, de tipo escayola comercial indican que básicamente están constituidas por sulfato de calcio (SO_3 56.14-59.32% y CaO 33.51-40.72%). Mientras que en el Fimo (material de naturaleza orgánica con carga) se identifica silicato de calcio (SiO_2 3.42% y CaO 5.38%) y TiO_2 1.60%, como cargas. Morfológicamente, las escayolas muestran unos cristales alargados y puntiagudos propios del sulfato de calcio, y el Fimo una matriz más compacta y homogénea.

a.2.) Efecto de los ensayos de hielo- deshielo

En las probetas sometidas a heladicidad, según el protocolo UNE (norma UNE-EN ISO 10545-12), se ha comprobado que la propia constitución de las mismas determina su grado de durabilidad o de resistencia a la rotura, además, su deterioro se ve acrecentado en el caso de presentar fisuras. En las mayólicas, al tener el poro más cerrado, este efecto se ve incrementado, fracturando en forma de cuña. Mientras que en las piezas de terracota ferruginosa calcárea, que contienen una porosidad más abierta, estos efectos son menores, aunque al secar más rápido, aparezcan sales con mayor facilidad.

B) Probetas sometidas a envejecimiento artificial acelerado

b1) Efectos de la T/HR

A nivel de Color/Brillo

- Valoraciones de las mediciones de color con brillo (SCI)

Las probetas sometidas a envejecimiento de T/HR han sido las que más han modificado en cuanto al resto de envejecimientos. Así mismo, las probetas de oro (ΔE^*71) y plata (ΔE^*61) y la de reflejo (ΔE^*32), son aquellas en las que el cambio sufrido es más acusado. Por detrás se encuentran las dos mediciones de los azules reflejo (ΔE^*13), y ya el resto muy debajo, no superando las 10 unidades en ninguno de los casos, siendo por tanto, el brillo inexistente.

- Valoraciones de las mediciones de color sin brillo (SCE)

En cuanto a las mediciones efectuadas sin brillo de las probetas sometidas a oscilaciones de T/HR son las que mayores diferencias en unidades han presentado. La probeta azul (ΔE^*38), a continuación la marrón (ΔE^*24), la reflejo (ΔE^*23), seguidas fuera del rango marcado como mayor fluctuación estarían la probeta de cobre (ΔE^*12), la amarilla (ΔE^*11), y luego el resto, con valores que no superan las 10 unidades.

b2) Efectos de la radiación ultravioleta

A nivel Color/Brillo

- Valoraciones de las mediciones de color con brillo (SCI)

Se ha podido comprobar cómo las probetas sometidas a radiación UV han reaccionado de manera diferente según la cámara empleada.

La primera cámara ha modificado de manera considerable en cuanto al brillo que la cámara experimental. La primera ha acusado mucho más los cambios en probetas como la azul (ΔE^*21), la marrón (ΔE^*19), y la probeta reflejo (ΔE^*16), y ya por detrás la naranja (ΔE^*12), y el amarillo y cobre (ΔE^*9).

La cámara experimental, solo ha advertido cambios en las muestras de azul reflejo (ΔE^*21). Todas las demás, exceptuando el cobre (ΔE^*4), no han modificado su brillo, encontrándose por debajo del umbral visible por el ojo humano marcado en esta tesis ($(\Delta E^* \leq 3)$).

Se acentúa la diferencia existente entre las muestras medidas con componente especular incluida y excluida. Los cambios no son muy elevados, todos con un ΔE^* inferior a 10 unidades CIELAB, excepto la probeta azul y oro que llega a las 12 unidades la primera, y a 13 unidades la segunda. En este caso se ha producido alguna disminución en brillo.

En cuanto a las escayolas todas las variaciones son inferiores a las 3 unidades y negativas. Excepto en el tipo arquero que supera las 7 unidades y es positiva.

Las alteraciones provocadas por las dos cámaras de radiación UV muestran que mientras la primera con un ciclo de 48 horas ha provocado cambios notables, la cámara experimental ha necesitado de 730 horas para efectuar cambios visibles, coincidiendo solo en la probeta reflejo.

- Valoraciones de las mediciones de color sin brillo (SCE)

De igual modo a los valores encontrados en SCI, ahora con SCE, encontramos una diferencia clara entre las dos cámaras, observando que en la primera estos cambios son más acusados. Como sucediera con la cámara de T/HR, la probeta azul es aquella en la que ha experimentado un mayor cambio (ΔE^*33), seguida de la naranja y el reflejo con variaciones similares (ΔE^*23), a continuación

encontramos la marrón (ΔE^*20), y la amarilla (ΔE^*11). El resto de las probetas no han superado una variación superior a 9 unidades.

Por el contrario, la cámara experimental ha modificado las probetas azul reflejo con (ΔE^*27) y (ΔE^*20), respectivamente, la plata (ΔE^*15), y la de reflejo (ΔE^*11). Las demás no se tendrán en cuenta por encontrarse por debajo del umbral visible por el ojo humano (ΔE^*3).

b3) Efectos de la abrasión

A nivel Color/Brillo

- Valoraciones de las mediciones de color con brillo (SCI)

Las probetas envejecidas y posteriormente sometidas a abrasión que han cambiado respecto al brillo son la azul (ΔE^*18), la marrón (ΔE^*16), y el reflejo (ΔE^*15), algo más sutil la naranja (ΔE^*12), y por último, la probeta amarilla (ΔE^*6). El resto no han modificado su brillo encontrándose por debajo de 3. Disminuye la diferencia existente entre las muestras medidas con componente especular incluida y excluida. Los cambios no son muy elevados, todos con un ΔE^* inferior a 7 unidades CIELAB, excepto las probetas naranja y azul que llega a las 14 unidades.

Han sufrido alteraciones las probetas sometidas a abrasión, siendo la que más cambios a experimentado la probeta azul (ΔE^*34), la marrón (ΔE^*30), la naranja (ΔE^*27), la probeta reflejo (ΔE^*25), y la de cobre (ΔE^*19). Muy por detrás estaría la probeta amarilla (ΔE^*10), a excepción de la probeta azul reflejo oscuro (ΔE^*4), todas las demás se han desechado por mostrar valores por debajo de 3.

Se puede decir que las preparadas con óxido de cobre (verde metalizado) se ven afectadas pero en unos intervalos no muy altos, dando una gran dureza a pruebas de rayado de la superficie.

A nivel Morfológico.

La resistencia a la abrasión obedece a distintos factores como son la composición del vidriado, acabado de la superficie, tensiones estructurales y por la dilatación térmica. Además, se debe distinguir entre abrasión o desgaste superficial y desgaste profundo. Por consiguiente, una superficie vítrea uniforme, homogénea y sin burbujas, y mejor adherida al soporte será más duradera y más estable. Del mismo modo, si los vidriados son homogéneos, impermeables, sin grietas ni burbujas, y con un alto contenido de SiO_2 , Al_2O_3 y MgO serán más resistentes al desgaste, siendo estos los denominados vidriados de alta temperatura; mientras que los de baja temperatura son menos resistentes a la abrasión.

Todas las escayolas fueron desechadas para este tipo de ensayo, sufriendo un desgaste superficial nada más empezar los ciclos, demostrándose que este tipo de materiales presentan una dureza muy baja ante los agentes de rayado.

b4) Efectos de la corrosión (SO_2)

A nivel Color/Brillo

- Valoraciones de las mediciones de color con brillo (SCI)

En la cámara de SO_2 las probetas que se han alterado son: la probeta de reflejo (ΔE^*31), la naranja (ΔE^*22), la probeta azul (ΔE^*18), la verde (ΔE^*8) y la azul reflejo oscura (ΔE^*5).

La plata y el oro se alteran con oscilaciones de T/HR, además, desaparecen con SO_2 , como se ha observado, con lo que no se han podido tomar medidas debido a su estado. En los blancos y blancos reflejos no se aprecia cambio alguno. Aumenta la diferencia existente entre las muestras medidas con componente especular incluida y excluida. Hay cambios muy bajos, la mayoría con cambio en torno a las 10 y 30 unidades, y el resto con valores inferiores a 2 unidades.

- Valoraciones de las mediciones de color sin brillo (SCE)

En las mediciones con SCE, la corrosión solo ha afectado a la probeta del cobre (ΔE^*15), y a los dos reflejos azules con variaciones sobre 17 unidades. La probeta azul con un valor de ΔE^*5 queda muy por detrás de aquellas.

En cuanto a las escayolas, las sometidas a T/HR son las que más han cambiado su brillo seguida de la cámara de corrosión. Dentro de estos cambios, se encontrarían el hebopren (ΔE^*19), el exaduro blanco (ΔE^*16), el fimo (ΔE^*12), el exaduro rosa (ΔE^*10), y el arquero (ΔE^*4). Las radiaciones lumínicas no afectan, sufriendo un pequeño cambio el hebopren y el herbodur solo en la cámara experimental. El SO_2 ha afectado a la probeta rosa (ΔE^*15), el hebopren (ΔE^*7), y el herbodur (ΔE^*6), todas las demás no se han visto afectadas, siendo su cambio inferior a 3 unidades. Como se pudo observar en los resultados obtenidos, las probetas de escayola han sido iguales en el viraje de su color hacia el amarillo, modificando su color.

Las escayolas se han visto afectadas por la cámara de T/HR, y después por la radiación UV, en ese orden, siendo el hebopren (ΔE^*19), exaduro blanco (ΔE^*16), el fimo (ΔE^*12) y el arquero (ΔE^*4), las alteradas por la primera cámara, y el álamo y el fimo (ΔE^*17), el arquero (ΔE^*11) las cámaras siguientes. Todas las demás están muy por debajo de estos valores, no habiendo modificado nada o mínimamente.

A nivel de cambios estructurales mediante FTIR-ATR

Las muestras que tras los ensayos de corrosión en SO_2 mostraron mayores cambios en los análisis colorimétricos fueron analizadas por FTIR, con el fin de determinar los posibles cambios estructurales. Así, los espectros IR de las escayolas (Exaduro Azul, Hebodent, Hebopren) exhiben únicamente un incremento de absorbancia en todo su perfil, supuestamente causado por su propia matriz porosa que la hace más permeable al SO_2 . En cambio, en la muestra comercial FIMO, que presenta una textura mixta, de escayola y polímero, las

bandas de absorbancia correspondientes a la parte polimérica son las que se ven afectadas por el SO_2 disminuyendo su intensidad.

Mientras que en el caso de las muestras cerámicas del siglo XVIII y reflejo (mayólica y terracota ferruginosa calcárea) se observa que se han generado nuevas bandas correspondientes a sulfatos. Esto se confirma, tras observar que mediante SEM/EDX, no se detectó SO_3 en su composición inicial, por lo tanto, estas nuevas bandas proceden de estos sulfatos.

A nivel mineralógico mediante DRX

El análisis difractográfico de las muestras de escayola (Exaduro Azul, Hebodent, Hebopren) y mayólicas (III, IV,V, VI,VII,VIII, XIII) tras ser sometidas a corrosión, demuestra que las fases mineralógicas identificadas en cada una de ellas son: la fase mayoritaria corresponde al *Potassium Aluminium Silicate* (KAISiO_2) y la fase minoritaria al *Gypsum* ($\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot (\text{H}_2\text{O})_2$). Esta fase encontrada tras la exposición a SO_2 corrobora, por una parte que es de nueva generación, puesto que no se identificó óxido de azufre en estas pastas mediante SEM/EDX en su composición inicial, y por otra parte, queda confirmada la identificación de los sulfatos obtenidos por FTIR.

CONCLUSIONES GENERALES

La cerámica del siglo XVIII y de reflejo metálico se obtenían empleando arcillas de mayolica y terracota ferruginosa calcarea, con porosidades abiertas, y con temperaturas de cocción no superiores a los 1050°C en ninguno de los dos casos. La preparación se efectuaba por medio de moldes mediante la técnica del apretón, y su secado mediante procesos lentos. Los vidriados son de base plúmbica, y en la cerámica del siglo XVIII se decoran con la ayuda de cinco óxidos colorantes (óxido de cobalto, óxido de manganeso, óxido de antimonio, óxido de cobre y óxido de hierro). El reflejo metálico se decora con óxido de cobalto en la pasta

cruda, y la base dorada con nitratos de plata, mercurio, azufre y lo que se queda depositado en el fondo al limpiar las piezas.

Después de efectuar los diferentes ensayos de envejecimiento artificial acelerado se puede valorar que las probetas de reflejo metálico se ven alteradas ante cualquier agente de degradación, ya sea T/HR abrasión y corrosión, no viéndose afectadas por la radiación UV.

Así mismo, como se puede observar, la probeta reflejo, cobre y azul han sufrido variaciones bastante agresivas en cuatro de los cinco diferentes cambios de alteración. El resto de las probetas en tres de las cinco pero en menor medida.

Las blancas y blancas reflejo no han sufrido alteraciones en ninguno de los ensayos de envejecimiento. Esto es debido a la concentración de ZrO_2 en su composición. El zirconio confiere a los vidriados alta dureza, y resistencia frente a agentes de T/HR, luz ultravioleta, corrosión, o bien, abrasión, como se ha demostrado en las diferentes pruebas de rayado. Los ciclos/minuto empleados en la fase de erosión tuvieron que ser ampliados para poder producir las mismas alteraciones que en el resto de colores. Este dato es comparable sólo con el óxido de cobre saturado dónde esa acumulación confiere una gran dureza al vidriado.

Las escayolas, desde un punto de vista colorimétrico, sometidas a envejecimiento artificial acelerado, tienden, en general, a perder su cromatismo, modificando el color y virando todas hacia los amarillos.

El dióxido de azufre no afecta la superficie vidriada, como se ha podido comprobar, pero es en las alteraciones sufridas por los azulejos, por pequeñas fisuras, craqueladuras o faltantes, por donde el SO_2 , penetra actuando directamente y de manera negativa sobre las propiedades de la pasta. La porosidad de las arcillas favorece esta filtración, siendo directamente contagiada por el muro donde se encuentra adosada, y por los condicionantes externos.

Después de cuantificar los daños ocasionados sobre los azulejos al exterior, sería idóneo concretar que los azulejos expuestos al exterior se encuentran cocidos a una temperatura superior a 1000 C° lo que le confiere unas propiedades más duraderas en su composición, y el cambio visible del color es simplemente un viraje por la consiguiente pérdida de brillo. El proceso de deterioro de las superficies cerámicas ocasiona una pérdida de color debido a que el óxido colorante es el que está en contacto con el agente de deterioro.

Por consiguiente, como restaurador, nos encontramos ante una gran controversia, ya que se ha podido comprobar que la ubicación de este tipo de obra se encuentra en contacto directo ante los diferentes agentes externos, ya sea por una T/HR que no permanecen constantes. A la incidencia directa de la luz ultravioleta durante horas en paneles expuestos en ubicaciones Este-Oeste. A la erosión de partículas que son transportadas por el aire, viéndose acusada por aquellas que están próximas al mar y padecen la erosión propia del cuarzo. A la acumulación de temporadas largas de lluvia, empapando y filtrando el agua en los diferentes estratos y por consiguiente surgiendo la aparición de sales. O bien, al vandalismo que ocasiona alteraciones irreversibles. Es por esto que se debería de plantear una salvaguarda de este tipo de obras, no, una reubicación, pues este tipo de paneles han sido realizados para un lugar determinado, una acción concreta, y una constante información de fervor hacia los fieles. Alternativas a la reubicación de los paneles devocionales podría ser la colocación de paneles de protección como existe en la actualidad en el municipio de Cocentaina con placas de metacrilato. Paneles protegidos dejando una separación que permita la circulación del aire y evaporación del agua y humedad si llegara a producirse. Este tipo de intervenciones se hacen necesarias, ya que se ha podido comprobar que en alguno de los vía crucis, la colocación de rejillas es insuficiente.

128

Quod est in die resurrectionis
et in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

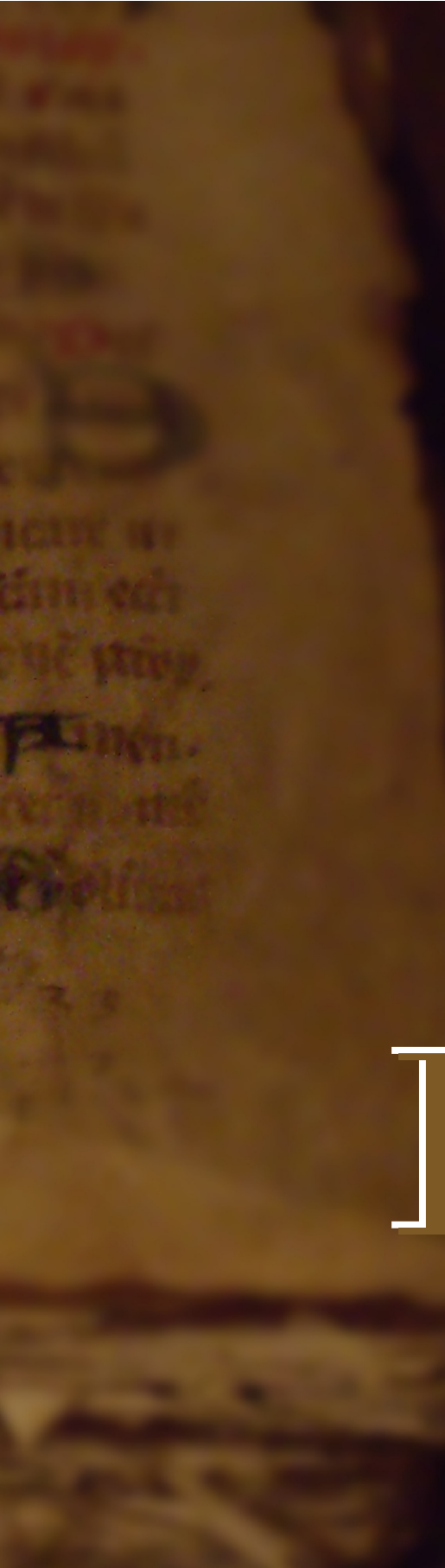
Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.

Quod est in die iudicii. **Q**uod est in die
iudicii. **Q**uod est in die iudicii.



Bibliografía

18. BIBLIOGRAFIA

AA.VV.: *Ciencia del Color*. Dpto. Óptica, Fac. Ciencias Físicas. Universidad Literaria de Valencia. Burjassot, 1983.

AA.VV. *Cerámica de Alcora, (1727-1827) La colección del Museo Arqueológico Nacional*. Madrid: Ministerio de Educación y Deporte. Secretaría General y Técnica, 2003.

AA.VV. *Cerámica Española. De la Prehistoria a nuestros días*. Madrid: Ministerio de Educación Nacional. Dirección General de Bellas Artes 1996.

AA.VV. *Cerámica Valenciana, siglos XIII a XIX*. Colección del Museo Nacional de Cerámica, González Martí de Valencia.

AA.VV. *El reflejo de Manises. Cerámica hispano – morisca del Museo de Cluny de París*. Consorcios de museos de la comunidad valenciana. Museo de bellas artes de valencia: Editorial Electa, 1996.

AA.VV. *La cerámica de reflejo metálico en Manises 1850 – 1960*. Museu D'etnologia de la Diputació de València. Centre Cultural la Beneficiència. Colección Ethnos. Valencia. 1998.

AGUILAR, M. Y BLANCA, V.: *Iluminación y Color*. Servicio de Publicaciones UPV) Valencia, 1995

AGUILAR RICO, Mariano; BLANCA JIMÉNEZ, Vicente. *Iluminación y Color*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1995.

AINAUD DE LASARTE, Juan. *Cerámica y vidrio*. Ars Hispaniae. *Historia Universal del Arte Hispánico*. Tomo X, Madrid: Plus- Ultra, 1952.

Alcora. Un siglo de Arte e Industria. Bancaixa obra social. Castellón, febrero 1996. Valencia 1996.

AMORÓS, J.L.; BOIX, J; LLORENS, D; MALLOL, G; FUENTES, I; FELIU, C; “*Non-destructive measurement of bulk density distribution in large-sized ceramic tiles*”. Journal of the European Ceramic Society, Volume 30, issue 14, October 2010. pp. 2927-2936.

ANGUITA HERRADOR, Rosario. *El arte barroco español*. Madrid: Ediciones Encuentro, 2004.

ARISTOTELES MAGÁN PERALES, José M. *Mercado y cultura. Las expoliaciones de bienes culturales*. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Castellón, 1996. pp. 491-518.

AURA CASTRO, Elvira. *Desarrollo de procedimientos metodológicos para la caracterización, restauración y conservación de piezas cerámicas medievales (siglos XIII-XV) de Paterna y Manises*. Facultad de Bellas Artes de san Carlos, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia 1996. Tesis doctoral.

AUGUSTO, Manuel. *Vía Crucis Del Señor En Las Tierras De España*. Madrid: Editora Nacional, 1939.

BÉRCHEZ, J. *Catálogo de monumentos y conjuntos de la Comunidad Valenciana*. Conselleria de Cultura, Educación y Ciencia de la Generalitat Valenciana, 1983.

BOLELLI, Giovanni; CANNILLO, Valeria; LUSVARGHI, Luca; Manfredini, Tiziano; SILIGARDI, Cristina; BARTULI, Cecilia; LORETO, Alessio; VALENTE, Teodoro. “*Plasma-sprayed glass-ceramic coating on ceramic tiles: microstructure, chemical resistance and mechanical properties*”. Journal of the European Ceramic Society, Volume 25, issue 11, July 2005, pp.1835-1853.

Calendario Litúrgico-pastoral 2009-2010. Año sacerdotal con ocasión del CL Aniversarios del *dies natalis* de San Juan María Vianney. Conferencia Episcopal Española. Secretariado de la Comisión Episcopal de Liturgia. Madrid.

CALVO, Ana. *Conservación y restauración. Materiales, técnicas y procedimientos de la A a la Z*. Barcelona: Ediciones del Serbal, 2003.

CAPILLAS, P; ARTIGAS, J.M^a; PUJOL, J., *Fundamentos de Colorimetría*. Universitat de Valencia, 2002

CARRASCOSA MOLINER, Begoña. *Investigación sobre tratamientos de Conservación y restauración de piezas Cerámicas y Arqueológicas*. Facultad de Bellas Artes de San Carlos, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 1995. Tesis doctoral.

CARRASCOSA MOLINER, Begoña; LASTRAS PÉREZ, Montserrat. *La Conservación y restauración de la azulejería*. Valencia: Editorial universidad politécnica de Valencia, 2006.

CARRASCOSA MOLINER, Begoña. *Iniciación a la Conservación y restauración de objetos cerámicos*. Valencia: Editorial Universidad politécnica de Valencia, 2006.

CARRASCOSA MOLINER, Begoña. *La Conservación y restauración de objetos cerámicos arqueológicos*. Madrid: Editorial Tecnos, 2009.

CATALÁN MARTÍ, José Ignacio. *Los paneles devocionales en la religiosidad popular: Les Capelletes de Artana*. Separata de la obra, Religiosidad Popular en España. Actas del Simposium II. 1997.

CEBRIAN MOLINA, Josep Lluís; NAVARRO BUENAVENTURA, Beatriu. *Pintura cerámica a Xativa, plafons devocionals, lapides funeraries i taulells de mostra dels segles XVIII i XIX*. Editors Matéu 2008.

CIRICI, Alexandre ; MANENT, Ramón. *Cerámica Catalana*. Ediciones Destino. Barcelona 1997.

COHEN, J.: *Sensación y percepción visuales*. Ed. Trillas, México D.F., 1976.

COLL CONESA, Jaume, *Recientes intervenciones de restauración sobre*

recubrimientos cerámicos exteriores de arquitectura en España. XI Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Castellón, 1996. pp, 453-466.

COLL CONESA, Jaume, *La Cerámica valenciana (apuntes para una síntesis) El calcolítico y las edades del bronce y del hierro*. Promueve Asociación Valenciana de Cerámica. Capítulos 1-2-3. Valencia, 2009.

- *Cerámica Ibérica y las primeras importaciones Coloniales*. (SS. VII-II milenio a.C). Promueve Asociación Valenciana de Cerámica. Capítulo 4. Valencia, 2009.
- *La cerámica valenciana en época romana* (SS. II a.C- III D.C). Promueve Asociación Valenciana de Cerámica. Capítulo 5. Valencia, 2009.
- *La producción de loza dorada*. Promueve Asociación Valenciana de Cerámica. Capítulo 13. Valencia, 2009.
- *La azulejería del siglo XVIII*. Promueve Asociación Valenciana de Cerámica. Capítulo 15. Valencia, 2009.

COOPER, Emmanuel. *Manual de barnices cerámicos*. Editorial Omega, Barcelona, 1991.

DE VEGA, Lope; CIPRÉS, Francisco and DUART, Francisco. *Romancero Espiritual Para Regalarse El Alma Con Dios y Redención Del Género Humano Con Las Estaciones De La Vía Crucis*. En Valencia: por Francisco Ciprés, 1669.

ESCODA. L; LLEDÓ, M; SUÑOL, J.J; ROURA, P; CARDA, J;. “Estudio sobre la resistencia química de baldosas cerámicas”. Departament de Física, Universitat de Girona, Girona. Escola Superior de Tecnologia i Ciències Experimentals, Universitat Jaume I, Castelló de la Plana. pp. 85-88.

ESTALL I POLES, Vicent Joan, *La industria cerámica en Onda. Las fabricas, 1778-1997*. Monografias del museo del azulejo de Onda , I, Ayuntamiento d’Onda, Onda, 1997.

El siglo XV valenciano. Comisaría General de Exposiciones. Dirección General de Bellas Artes. Ministerio de Educación y Ciencia. Museo de Bellas Artes. Valencia.1973.

FERRERES I NOS, Joan; LLATJE I BASET, Daniel. *La Fony de la Salut. Religiositat popular Històrica del Reial Santuari de Traiguera*. Castellón: Parròquia de l'Asunción de Traiguera y Centre d'estudios del Maestrat,

FERRI CHULIO, A. Grabadores valencianos. Siglos XVII-XVIII. Alzira: Ed.Graficuatre, 1986.

FERRIS SOLER, Vicent; CATALÁ GIMENO, José María. *La Cerámica de Manises: els seus vocables i locucions*. Diputación Provincial de Valencia, 1987.

FLÓREZ, Eder N; DÍAZ, Juan I; JAIME DULCE, H; PEÑA R,Gabriel; SANCHEZ, Jorge. "Efecto de la resistencia a la helada en baldosas cerámicas esmaltadas". X CONGRESO IBEROAMERICANO DE METALURGIA Y MATERIALES IBEROMET. Cartagena de Indias (Colombia), 13- 17 de Octubre de 2008.

FORCONI, Alberto; LUCCHESI, Fabrizio. *Problems and defects in artistic ceramic. Causes and remedies*. AEDO SRL, Montelupo Fiorentino 2008.

GARCÍA MASANA, Manuela. *La Imagen popular en Valencia en el siglo XVIII: Relación entre las Soluciones del Grabado en madera y el lenguaje Cerámico*. Facultad de Bellas Artes de San Carlos, Universidad Politécnica de valencia. Valencia, 1988. Tesis doctoral.

GILABERT, E. *Medida del color*. UPV, 1992.

GIL SAURA, Yolanda; MUÑOZ IBAÑEZ, Manuel; PUYUELO CAZORLA, marina; SOLER VERDÚ, Rafael. *Las cúpulas azules de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Valencia, 2006.

GÓMEZ, MARIA LUISA. *La restauración, examen científico aplicado a la*

conservación de obras de arte. Cuadernos de arte Cátedra, Instituto del Patrimonio Histórico Español 2004.

GÓMEZ, M.P; GAZULLA, M.F; ZUMAQUERO, E; ORDUÑA, M. “*Utilización de técnicas acopladas de análisis térmico TG-DSC-QMSFTIR en la caracterización de arcillas y composiciones cerámicas utilizadas en la fabricación de baldosas cerámicas. Cuantificación de compuestos de carbono*”. Instituto de Tecnología Cerámica. Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas. Universitat Jaume I, Campus Riu Sec, Castellón. España. pp. 259-266.

GONZALEZ MARTI, Manuel, *Cerámica del Levante Español*. Tomos I-II. Editorial Labor S.A. Barcelona, 1944.

GUADAGNINI, Giambatista. *Difficoltà sopra il pio esercizio della Via Crucis*. Venezia, 1786.

GUEROLA I BLAY, Vicent. *La pintura ceràmica a Carcaixent. Estudi, classificació i catàleg raonat. Plafons devocionals, costumistes, natures mortes I taulells de sèrie*. Ed. Vicerectorat de Promoció Lingüística de la Universitat Politècnica de València i Àrea de Cultura i Educació del M.I., Ajuntament de Carcaixent. Valencia, 2002.

GUEROLA I BLAY, Vicent. *La pintura ceràmica a Carcaixent. Estudi, classificació i catàleg raonat. Plafons devocionals, costumistes, natures mortes I taulells de sèrie*. Facultad de Bellas Artes de San Carlos, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 1995. Tesis doctoral.

HALD, Peter, *Técnica de la Cerámica*. Barcelona: Ediciones Omega, 1973.

HALL, James. *Diccionario de temas y símbolos*. Madrid: Alianza Editorial S.A, 1987.

HITA VILLAVERDE, E. *El mundo del color. Desde lo perceptivo y artístico a lo científico*. Granada: Ed. Universidad de Granada, 2001.

HUNT, R.W.G. *Measuring Colour*. England: Ed. Ellis Horwood Limited, 1991.

KAREN G; ALLEN JOHNSON; Harry. "A non-destructive technique for measuring ceramic porosity using liquid nitrogen". *Journal of Archaeological Science*, Volume 31, issue 11, November 2004. pp. 1567-1575.

KIM, Hyungsun; KIM, Taekyu. "Measurement of hardness on traditional ceramics". *Journal of the European Ceramic Society*, Volume 22, issues 9-10, September 2002. pp. 1437-1445.

KUPPERS, H. *Color. Origen, metodología, sistematización y aplicación*. Caracas: Ed. Lectura, 1973.

KUPPERS, H. *Fundamentos de la teoría de los colores*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, s.a., 1978.

LASTRAS PÉREZ, Montserrat. *Investigación y análisis de las masillas de relleno para la reintegración de laguna cerámicas arqueológicas*. Facultad de Bellas Artes de San Carlos, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2007. Tesis doctoral.

LOPEZ ELUM, Pedro. *Los Orígenes de la Cerámica de Manises y Paterna (1285-1335)*. Biblioteca básica manisera del Ateneu Cultural i Recreatiu Cant i Fum. Valencia, 1984.

LOPEZ FERNÁNDEZ, María Teresa, *Museo de Ávila, Catalogo de Cerámica*. Ministerio de Cultura. Dirección General de Bellas Artes, Archivos y Bibliotecas. Subdirección General de Museos. Patronato Nacional de Museos. 1982.

LOZANO, R. D.: *El color y su medición*. Ed. Americalee, Buenos Aires, 1978.

MAC ADAM, D.L.: *Color measuremen*. Springer-Verlag, 1985.

MARTINEZ BAZÁN, María Luisa, IBAÑEZ MARTINEZ, Gonzalo, CARRASCOSA

MOLINER, Begoña, LASTRAS PÉREZ, Montserrat. *“Estudio cromático del desgaste sufrido por el pavimento de los balcones de la Real Basílica de la Virgen de los Desamparados de Valencia y de su proceso de limpieza y consolidación”*. Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 2007. Arche número 2. pp. 137-144.

MARTINEZ CAVIRÓ, Balbina. *Cerámica Hispanomusulmana*. Ediciones el Viso.1991.

MARTINEZ CAVIRÓ, Balbina, *La loza Dorada. Artes del tiempo y del espacio*. Editorial nacional de Madrid. España. 1982.

MARTÍNEZ MIRA, Isidro. *“Análisis mediante microscopía electrónica de barrido (SEM-EDX) de la base de cerámica vidriada de un molde para soplar vidrio procedente de “augustobriga” (Talavera la Vieja, Cáceres)”*. Universidad de Alicante, 2006. pp. 195-214.

MATTEINI, Mauro, MOLES, Arcangelo. *Ciencia y restauración, método de investigación*. Editorial Nerea, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, IAPH.2001.

MATTISON, Steve, *Guía completa del ceramista, herramientas, materiales y técnicas*. Editado por Blume S.A. 2004.

MELGOSA, M, PÉREZ M, YEBRA A, HUERTAS R, HITA E. *“Algunas reflexiones y recientes recomendaciones internacionales sobre evaluación de diferencias de color”*. OPTICA PURA Y APLICADA, Vol.34, 2001.

MIDGLEY, Barry. *Guía completa de escultura, modelado y cerámica*, Tursen Hermann Blume ediciones.1982.

MONELL, Carmen. *Cerámica y Alfarería Populares de España*, Everest. León, 1973.

MONTAGUD PIERA, Bernardo. *Muestrario de pintura popular: Los retablillos cerámicos, Ecos de la Ribera*. Alzira, 1983.

MORENO ROYO, José M^a, *Manises, retazos de su historia*. Ediciones Seguí. Alzira, Valencia. 1983.

NICOLAU BAUZÁ, José. *Páginas de la historia de Manises (siglos XIV a XVIII)*. Biblioteca Básica Manisera del Ateneu Cultural i Recreatiu Cant i Fum. Monografía 2-3-4. Valencia, 1987.

OLIVARES I TORRES, Enric. *Ceràmica devocional urbana d'Algemesí*". Ajuntament d'Algemesí. Valencia, 2005.

OSMA ESCULL, Guillermo de. *Los maestros alfareros de Manises, Paterna y Valencia. Apuntes sobre cerámica morisca*. Textos y documentos valencianos. Nº11. Instituto de Valencia. 1923.

OTEO, J.L.; ELVIRA, M.R.; ALONSO, L.; RUBIO, J. "Tratamientos de protección superficial de materiales de construcción por nuevos materiales híbridos órgano-inorgánicos multifuncionales". Universidad de Alcalá de Henares. Ctra. N II, km 33,600. 28870, Madrid. pp. 96-102.

PADILLA MONTOYA, Carmen, *Catalogo de Cerámica* .Museo Sorolla. Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos, Dirección General de los Museos Estatales, 1990

PADILLA MONTOYA, Carmen, "*Pilas Bendíteras*", Dirección General de Bellas Artes y Archivos. Ministerio de Cultura. Museo sorolla.

PÉREZ CAMPS, Josep, *Dos siglos de industrialización en la Comunidad valenciana. De la artesanía a la industrialización. El trayecto de ida y vuelta de la cerámica de Manises, durante los dos últimos siglos*. Exposición organizada por el Colegio Oficial de Ingenieros Superiores Industriales de la Comunidad valenciana. 2007.

PÉREZ CAMPS, J., REQUENA DÍEZ, R., *Taulells de Manises, 1900-1936*. Ayuntamiento y Museo de cerámica de Manises. Manises, 1987.

PÉREZ CONTEL, Rafael. *“Imatgineria popular a València: gravats en fusta i metall: al.leluies i il.lustracions”*. Conselleria de Cultura, Educacio, Ciencia. Valencia, 1990.

PÉREZ GUILLÉN, Inocencio V.and Museo Nacional de Cerámica y Artes Suntuarias González.

Martí. *Pintura Cerámica Religiosa: Paneles De Azulejos y Placas: Fondos Del Museo Nacional De Cerámica y Artes Suntuarias González Martí*. Madrid: Ministerio de Cultura, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, 2006.

PÉREZ GUILLÉN, Inocencio V., *Pintura Cerámica Religiosa: paneles de azulejos y placas*. Ed.Secretaría General Técnica, Ministerio de Cultura. Madrid, 2006.

- *La pintura Cerámica Valenciana del siglo XVIII. Barroco, rococó y academicismo clasicista*. Edicions Alfons el Magnànim. Institució valenciana D'estudis i investigació.Valencia, 1991.
- *Artes industriales y suntuarias. La cerámica*. En “Historia del arte valenciano”, t. V. Consorci d'Editors. Valencia, 1987.
- *La azulejería valenciana del siglo XVIII: algunos problemas historiográficos*. “Atti dei XXI del Centro Ligure per la storia della ceramica, Albisola, 203-210.
- *Neolasicismo, Academicismo y Romanticismo. La cerámica*. En “Historia del arte valenciano”, t. IV. Consorci d'Editors. Valencia, 1989.

PINEDO, Concepción, VIZCAÍNO, Eugenia. *La Cerámica de Manises en la Historia*. Editorial Everest. 1977.

RODEES, Daniel. *Arcilla y vidriado para el ceramista*. Valencia: Editorial CEAC, 1990.

RIQUER, M. de; Comas, A; Molas, J; *Historia de la Literatura Catalana*, Editorial Ariel Barcelona.

RHODES, Daniel, *Arcilla y Vidriado para el Ceramista*. Editorial Ceac. Barcelona 1990.

RHODES, Daniel, *Hornos para Ceramistas* Editorial Ceac. Barcelona 1987.

ROTHENBERG, Polly. *Manual de Cerámica Artística*, Ediciones Omega S.A. Barcelona 1976.

SANZ GURREA, Natalia Teresa. *La cerámica del siglo XVIII en Meliana*. Actas de las primeras jornadas de historia de Alboraya. 1995.

SANCHEZ PACHECO, Trinidad, GIRAL, María Dolors, ZOZAYA, Juan, SESEÑA, Natacha, ALVARO ZAMORA, Isabel, AINAUD DE LASARTE, Juan, CASANOVAS, María Antonia, MARTINEZ CAVIRÓ, Balbina. *Cerámica Esmaltada Española*. Editorial Labor, S.A. Barcelona 1981.

SÁNCHEZ PACHECO, Trinidad, *Summa Artis, historia general del Arte*, Espasa Calpe S.A. Madrid, 1997.

SEGURA ESTEVAN, Carlos, *Paneles devocionales y cruces en el Villar del Arzobispo*. Ayuntamiento del Villar del Arzobispo. 1995.

SEGURA MARTÍ, José M.; and Institut de Cultura Juan Gil-Albert. *Catalogo de Paneles Cerámicos Devocionales de L'Alcoià-El Comtat (Alicante)*. Alicante: Instituto de Cultura Juan Gil Albert, 1990.

SENDRA BAÑULS, Fernando. *Plafons Ceràmics i imatges devocionals a la Marina Alta (Alacant)*. Alicante, 1995.

SPINOSA, Nicola. *El arte de la Corte de Nápoles en el siglo XVIII*. Museo Arqueológico nacional de Madrid. Ministerio de Cultura, Dirección General de Bellas Artes y Archivos. 1990.

SOLER FERRER, M.P., *Historia de la cerámica valenciana*. Tomos II-III-IV. Valencia: Vicent García Editores, 1988.

SORIANO SANCHO, Pilar, BOSCH ROIG, Lucia. *Análisis mediante abrasímetro lineal de la resistencia de pinturas murales al seco arrancadas y consolidadas por el reverso con resinas epoxi*. Arche, Instituto universitario de Restauración del patrimonio de la U.P.V. 2008. Número 3, pp. 25-32.

TALENS MARQUÉS, M. Isabel. *Cuadros cerámicos populares valencianos de los siglos XVII y XVIII*. Universitat de Valencia, 1956. (Tesis doctoral).

TENREYRO MONTENEGRO Y PARADA, Joaquín; and DE CARÚS, Juan M. *Vía-Crucis: Lecturas en Verso Sobre La Pasión de Nuestro Señor Jesucristo*. Madrid: Imprenta de la viuda e hijo de D. E. Aguado, 1882.

“Tota Pulchra es”. Mostra Iconogràfica de la Puríssima a Ontinyent. Museu Arqueològic d’Ontinyent i de la Vall d’Albaida. Ajuntament d’Ontinyent, 2004.

VARGAS, G; VÁZQUEZ, F; LÓPEZ, J; MÉNDEZ, J; MÉNDEZ,M; PENA,P. *“Espumado de mezclas de silicato de sodio-wollastonita por microondas”*. Instituto de Cerámica y Vidrio, CSIC. Cantoblanco, Madrid, España.pp.71-74.

VIZCAÍNO MARTÍ, M^a Eugenia. *La ornamentación y el color en las Composiciones Cerámicas del Barroco en Valencia*. Tomo I. Facultad de Bellas Artes de San Carlos, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, 1986. Tesis doctoral.

VIZCAÍNO MARTÍ, M^a Eugenia. *Azulejería Barroca en Valencia*. Edita Ayuntamiento de Valencia, 1998.

VIZCAÍNO MARTÍ, M^a Eugenia. *Composiciones cerámicas valencianas del siglo*

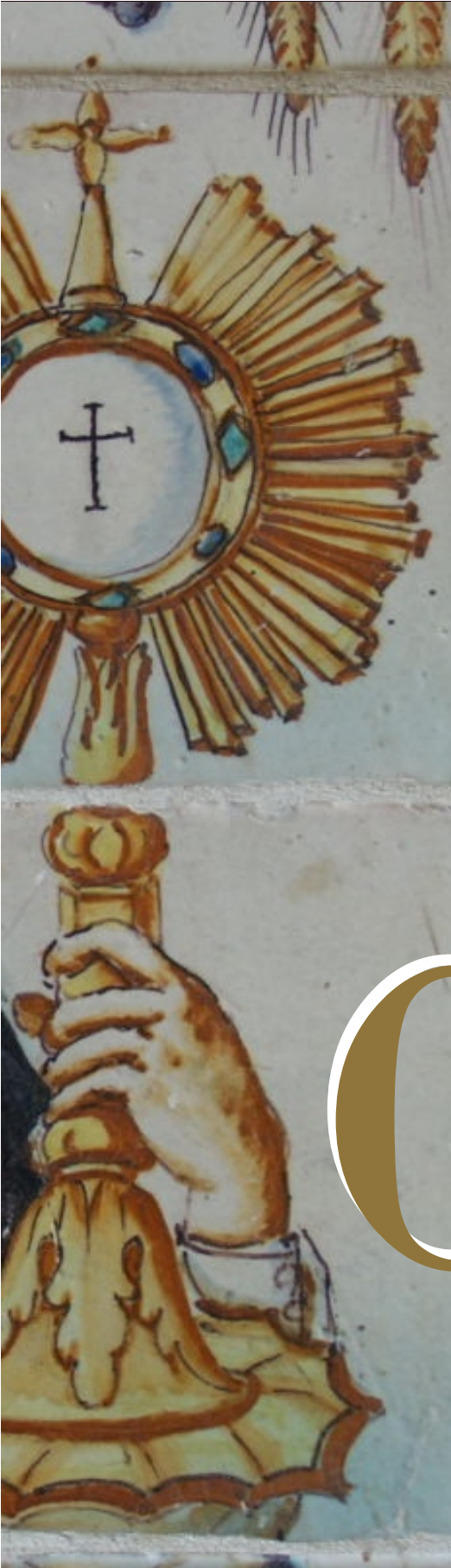
XVIII. Ayuntamiento de Valencia, Delegación de Cultura, servicio de publicaciones. 2007.

WARSHAW, Josie, *La gran enciclopedia de la cerámica. Equipo, técnicas y proyectos*. Grupo editorial EDIPRESSE. Barcelona 1999.

WYSZECKI, G.; STILES, W. S.: *Color Science: Concepts and methods, quantitative data and formulae*. Ed. John-Wiley & Sons, mc, New York, 1982.

WOLF E. Mathehs. *Vidriados Cerámicos, Fundamentos Propiedades Recetas Métodos*. Barcelona: Editorial Omega, 1990.





Catálogo fotográfico

19. CATÁLOGO FOTOGRÁFICO



Figura 219. ALGEMESI. *Virgen de la Salud*. Calle Antic camí Reial. 1750-60. 4x3 azulejos de 21'5 x 21'5 centímetros.



Figura 220. AGULLENT. *Virgen de los Dolores.* Calle de la Costera. 1790. 3x3 azulejos de 20'5 x 20'5 x 10 centímetros.



Figura 221. CULLERA. *Virgen del castillo*. Calle de la Sequia. 1795-1800. 5x3 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros. *Virgen de los Desamparados*. Calle de la Sequia. 1795-1800. 5x3 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 222. CALLES. *San Roque*. Calle de San Roque. 1780. 4x3 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 223. AGULLENT. *San José.* Calle de San José. 1790-1800. 3x2 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 224. L'ALCUDIA. *San Pedro Apóstol.* Calle de San Pere. 1770-1780. 4 y ½ x 3 azulejos de 21x21 centímetros.



Figura 225. TORRENTE. *Sagrada Familia*. Calle de Santa Ana. 1787. 5x6 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 226. REQUENA. *San Jerónimo.* Fachada de la Antigua casa del arte de la seda. 1770-80. 6x4 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 227. ALZIRA. Anunciación. Calle del hospital. Fachada de la iglesia del antiguo convento capuchino de la Encarnación. 1780. 10x7 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 228. SEGORBE. *Virgen de los Desamparados protegiendo Segorbe con San José y San Vicente Ferrer.* Calle del Romano. 1785. 6x5 azulejos de 21x21 centímetros.



Figura 229. GANDIA. Santos Abdón y Senén. Calle Gutiérrez Más. 1777. 6x4 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 230. AIELO DE MALFERIT. *Purísima*. Calle mayor. 1790. 6x5 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.

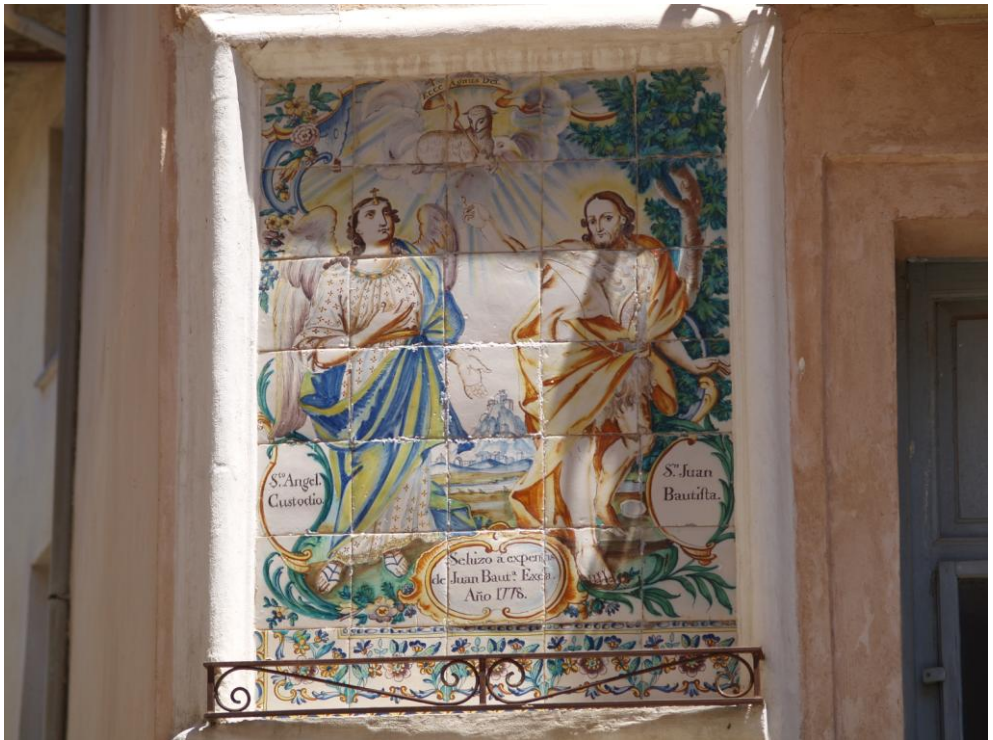


Figura 231. COCENTAINA. *El Ángel Custodio y San Juan Bautista.* Calle mayor. 1778. 6x5 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 232. COCENTAINA. *Retablo de la Virgen de los Desamparados.* La balconada. Calle mayor. 1787. El conjunto se compone de un panel frontal de la Virgen de los Desamparados con San Vicente Ferrer y San Vicente Mártir.



Figura 233. XÁTIVA. Apoteosis de la Ciudad de Xàtiva. Calle Noguera. 1785. 28x14 azulejos de 21 x 21 centímetros. Las hileras laterales de la mitad superior de 21 x11 centímetros.



Figuras 234-235. XÁTIVA. *Apoteosis de la Ciudad de Xátiva.* Calle Noguera. 1785. 28x14 azulejos de 21 x 21 centímetros. Las hileras laterales de la mitad superior de 21 x 11 centímetros. (Detalle).



Figura 236. REQUENA. *La Trinidad*. Calle Rosario. 1780-90. 4x4 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 237. MANISES. *Santas Justa y Rufina*. Calle de Santas Justa y Rufina. 1790-1800. 6x5 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 238. TORRENTE. Santos Abdón y Senén. Calle Santos Patronos. 1770-1775. 3x3 azulejos de 21 x 21 centímetros + dos filas de azulejos de serie rectangular de 21x11 centímetros.



Figura 239. CULLERA. *San Agustín y San Vicente Ferrer*. Carrer de baix. 1780-90. 6x4 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 240. CULLERA. *San Isidro labrador y Santa María de la Cabeza.* Calle de Valencia. 1795-1800. 6x4 azulejos de 20 x 20 centímetros.



Figura 241. VALENCIA. *La Cruz con los santos Vicentes.* Fachada Iglesia San Juan de la Cruz. 1780. 8x5 azulejos de 21 x 21 centímetros.

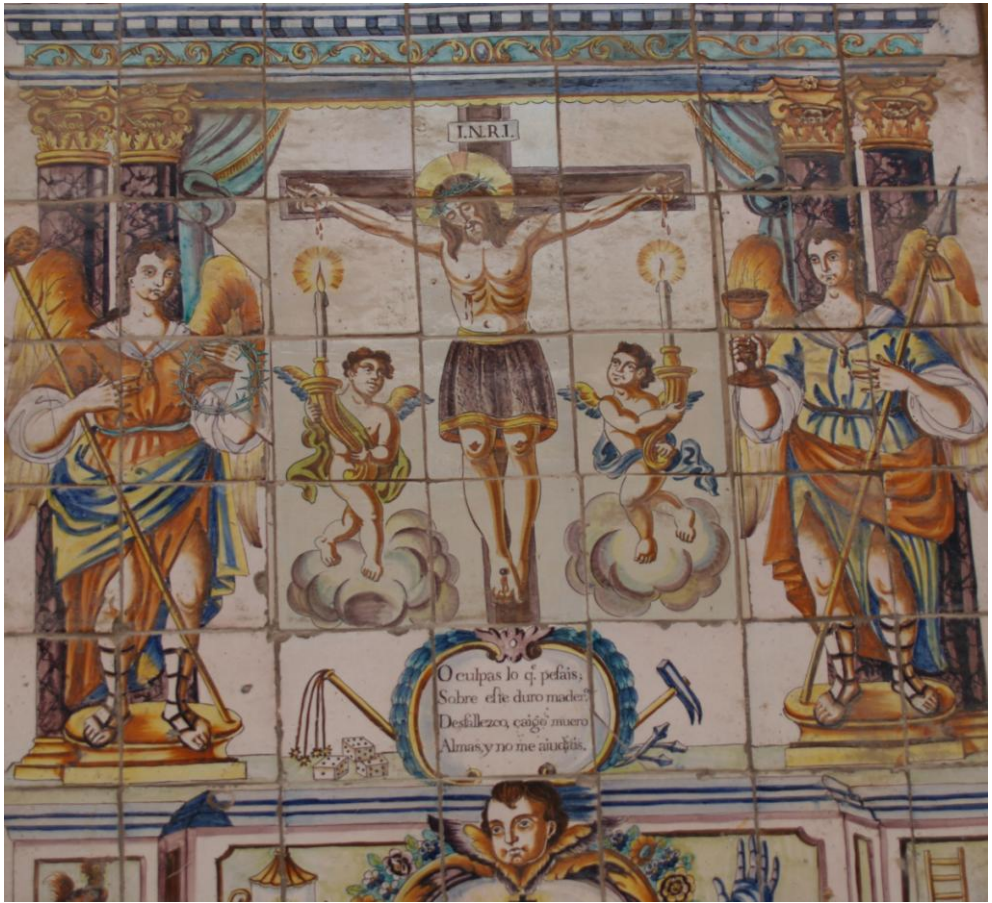


Figura 242. VALENCIA. Cristo Crucificado, con símbolos de la pasión. Plaza de San Luis Beltrán. 10x7 azulejos de 20'5x 20'5 centímetros. (Detalle)



Figura 243. QUART DE POBLET. *San José.* Calle Antic Regne de Valencia. 1780. 4x3 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros y 11 azulejos de 20'5 x 10 centímetros.



Figura 244. BENAGUACIL. *Sagrada familia*. Calle de la Cisterna. 1780-1790. $\frac{1}{2}$ y 1x3 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 245. AGULLENT. *Sagrada familia.* Calle de la Iglesia. 1790. 4x3 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 246. IBI. *San Agustín*. Calle de paca Guillem. 1780. 5x3 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 247. CULLERA. *Cristo y la Virgen del Castillo.* Calle de Santa Ana. 1800. 3x4 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 248. CULLERA. *Virgen del Castillo con San José y ánimas del purgatorio.* 1800-1810. 5x3 azulejos de 20 x 20 centímetros.



Figura 249. VALENCIA. *Santa Teresa de Jesús.* Calle del Museo. Fachada del antiguo convento del Carmen. 1779. 7x4 y $\frac{1}{2}$ azulejos de 21x21 centímetros.

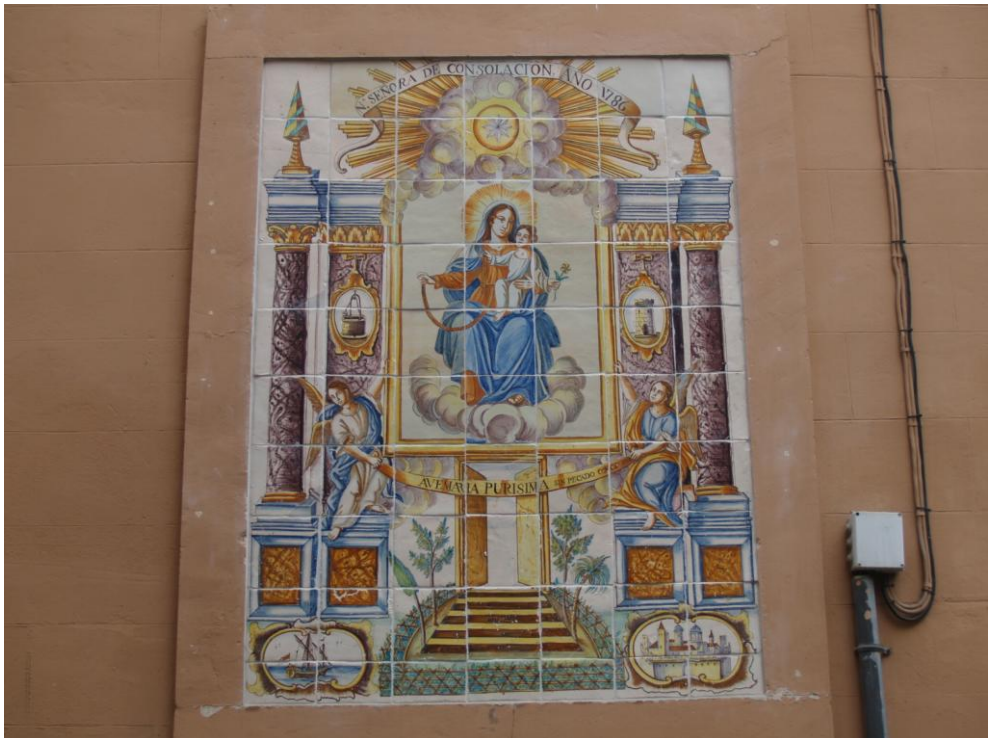


Figura 250. VALENCIA. *Virgen de Consolación.* Calle Gobernador Viejo. 1786. 10x7 azulejos de 21x21 centímetros (fila inferior de 21x10).



Figura 251. AIELO DE MALFERIT. *Virgen de los desamparados.* Calle mayor. 1790. 6x5 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 252. COCENTAINA. *San Agustín, Santa Clara y Santa Teresa.* Calle mayor. 1785-1795. 9x6 azulejos de 20'5x 20'5 centímetros.



Figura 253. IBI. *Virgen del Rosario*. Calle mayor. 1775-85. 4x3 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 254. COCENTAINA. Retablo de la Virgen de los Desamparados. La balconada. Calle mayor. 1787. El conjunto se compone de un panel frontal de la Virgen de los Desamparados con San Vicente Ferrer y San Vicente Mártir. (Detalle)



Figura 255. COCENTAINA. *San Jaime*. Calle Poeta Cetina. 1780-90. 7x5 azulejos de 21 x 21 centímetros.

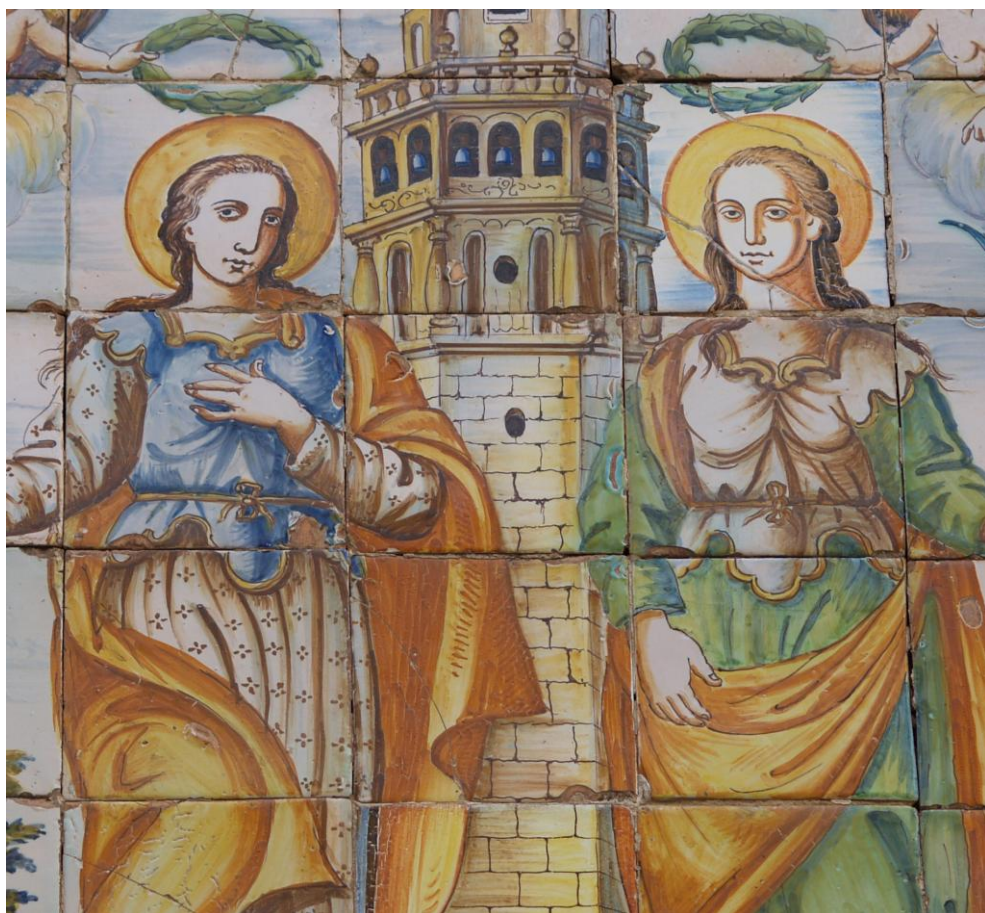


Figura 256. MANISES. *Santas Justa y Rufina.* Calle de Santas Justa y Rufina. 1790-1800. 6x5 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros. (Detalle)



Figura 257. CULLERA. *San Vicente Ferrer.* Carrer de baix. 1780-90. 5x4 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 258. CULLERA. *Virgen del Castillo de Cullera.* Carrer nou. 1770. 6x3 azulejos de 21 x 21 centímetros + 15 piezas visibles del jambaje abocinado de 21x21.



Figura 259. VALENCIA. *San Juan de Ribera*. Colegio del Corpus Christi. 1795-1800. 10 x 10 azulejos de 21 x 21 centímetros.



Figura 260. VALENCIA. *Cristo Crucificado, con símbolos de la pasión.* Plaza de San Luis Beltrán. 10x7 azulejos de 20'5x 20'5 centímetros.



Figura 261. VALENCIA. *Beato Juan Ángel.* MUSEO BENLLIURE (Patio). 1800 (a). 4 X 3 azulejos de 20 x 20 x 1'5 centímetros.



Figura 262. VALENCIA. *San Felipe Benisio* ("Benizzi"). MUSEO BENLLIURE (Patio), 1800 (a). 4 X 3 azulejos de 20'5 x 20'5 x 1'7 centímetros.



Figura 263. VALENCIA. *San Luis y Santa Isabela*. MUSEO BENLLIURE (Patio). 1780 (a). 8 X ½ y 6 azulejos de 21'5 x 21'5 centímetros.



Figura 264. VALENCIA. *Santa Juliana Falconeris ("Falconieri").* MUSEO BENLLIURE (Patio). 1800 (a). 4 X 3 azulejos de 20 x 20 centímetros.



Figura 265. VALENCIA. *San Rafael Arcángel.* MUSEO BENLLIURE (Patio). 1800 (a). 4 X 3 azulejos de 20 x 20 x 1'5 centímetros.



Figura 266. VALENCIA. *Virgen de los Dolores*. MUSEO BENLLIURE (Patio).1800 (a). 4 X 3 azulejos de 20'5 x 20'5 centímetros.



Figura 267. Casilicio del Vía Crucis de Sot de Ferrer.



Figura 268. Casilicio del Vía Crucis de Biar.



Figura 269. Vía Crucis de Cullera.



Figura 270. Vía Crucis de Náquera.



Figura 271. Casilicio de Cullera



Figura 272. Vía Crucis de Bocairent



Figura 273. Vía Crucis de Ibi



Figura 274. Casilicio del Vía Crucis de Ibi



Figura 275. Cullera



Figura 276. Segorbe



Figura 277. Cullera



Figura 278. Chelva



Figura 279. Chelva



Figura 280. Chelva



Figura 281. Chelva



Figura 282. Chelva



Figura 283. Cullera



Figura 284. Oliva



Figura 285. Betera



Figura 286. Betera

