

Evaluación del comportamiento de materiales empleados en la reintegración de materiales cerámicos de la Plaza de España (Sevilla)

Evaluation of performance of materials used in the ceramic materials restoration of the Plaza de España (Sevilla)

F. J. ALEJANDRE SÁNCHEZ^(*), R. VILLEGAS SÁNCHEZ^(**), M. JURADO PÉREZ^(***)

^(*)Universidad de Sevilla

^(**)Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico, Sevilla

^(***)Escuela Taller Plaza de España

Persona de contacto/Corresponding author: falejan@us.es

Fecha de recepción: 23-II-04

Fecha de aceptación: 5-XI-04

ESPAÑA

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia el comportamiento y la durabilidad de diferentes morteros y estucos comerciales que se han utilizado para restituir en frío las pérdidas de vidriado en azulejos deteriorados de la Plaza de España (Sevilla). Para ello se han preparado 5 tipos de muestras que se han aplicado sobre bizcochos cerámicos y que posteriormente se han coloreado y protegido con resinas. Las muestras se han sometido a ensayos de alteración acelerada: cristalización de sales, ciclos de temperatura y humedad relativa, y radiación ultravioleta. La evaluación de la durabilidad se ha llevado a cabo mediante la comparación visual del efecto de cristalización de las sales, la determinación de los parámetros de color mediante colorimetría, de la adherencia y de la absorción de agua por capilaridad. Los resultados obtenidos, permiten realizar una diferenciación en dos aspectos, por un lado, el comportamiento del estuco y su protección para soportar las condiciones medioambientales de la Plaza de España, y, por otro, la estabilidad de los diferentes colores.

SUMMARY

Different commercial mortars and stuccos used to cold restore the glazing on deteriorated tile in Seville's Plaza de España were tested for performance and durability. Five types of samples were applied to ceramic bisques and subsequently coloured and protected with resins. The samples were subjected to accelerated weathering consisting in salt crystallization, temperature and relative humidity cycles and ultraviolet radiation. Durability was assessed by visually comparing the effect of salt crystallization, determining the colour parameters with colourimetry and measuring adherence and capillary water absorption. The results obtained were used to differentiate the materials tested in two respects: stucco and protective resin performance under the environmental conditions prevailing in the Plaza de España on the one hand and colour stability on the other.

PALABRAS CLAVE: azulejos, durabilidad, reintegración, estucos, morteros.

KEYWORDS: tiles, durability, restoration, stucco, mortar.

1. INTRODUCCIÓN

La Plaza de España de Sevilla, construida para la Exposición Iberoamericana de 1929, se caracteriza por la presencia de una gran variedad de materiales cerámicos, tanto en forma de revestimientos como de elementos con cierta función estructural. El estado de deterioro de una gran parte de estas piezas ha obligado a llevar a cabo numerosas actuaciones de restauración que, en la mayoría

de los casos, no han proporcionado soluciones satisfactorias para frenar la alteración. En los últimos años, el Ayuntamiento de Sevilla ha puesto en marcha un programa sistemático de intervenciones a través de la creación de Escuelas Taller en las que han participado personal especializado en materiales cerámicos y en restauración.

Como complemento a las acciones propiamente de restauración, en la última etapa se ha querido avanzar en la

aplicación de una metodología científica contrastada para evaluar el comportamiento de las soluciones adoptadas y seleccionar, previamente a su aplicación in situ, las más adecuadas. Para ello, se ha establecido una colaboración entre el Ayuntamiento de Sevilla, la Escuela de Arquitectura Técnica de Sevilla y el Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (Consejería de Cultura, Junta de Andalucía), en el marco de la cual se ha realizado una primera fase de investigación con el objetivo de seleccionar los sistemas de reintegración de cerámicas más adecuados a las condiciones ambientales del monumento.

Una de las posibles opciones para la restauración de material cerámico es la reintegración de las lagunas existentes en el bizcocho cerámico con estucos o morteros comerciales, y las del vidriado con pigmentos soportados en distintos aglutinantes, finalizando con una capa de protección/impermeabilización. De esta forma, se consigue que las adiciones sean discernibles del material original. La gran variedad de materiales disponibles y las escasas referencias de aplicaciones semejantes han hecho necesario plantear un estudio sistemático para determinar su comportamiento en el caso concreto del monumento mencionado.

Para efectuar la evaluación de los materiales a emplear se ha aplicado la metodología (1) que el IAPH ha puesto a punto en numerosos monumentos en cuya restauración ha participado; esta metodología se ha desarrollado para el estudio de tratamientos para materiales pétreos, si bien puede ser generalizable a cualquier otro tipo de tratamientos, habiéndose publicado en varias ocasiones los resultados obtenidos (2, 3, 4).

La evaluación de cualquier método o producto de tratamiento se centra en determinar su eficacia, su compatibilidad con los materiales originales sobre los que se aplica y la resistencia a la alteración del objeto tratado. En el caso de la reintegración de materiales cerámicos, estos aspectos se han definido en función de la adherencia del mortero nuevo con el bizcocho cerámico y de la alterabilidad de las reintegraciones realizadas con morteros y pigmentos frente a los factores ambientales de deterioro.

2. EXPERIMENTAL

2.1. Materiales

El objetivo del trabajo de investigación recogido aquí es definir los materiales más adecuados para su empleo en la restauración de la Plaza de España; teniendo en cuenta la envergadura de la intervención, se consideró conveniente que se empleasen productos comerciales, para facilitar su disponibilidad. La composición química o mineralógica de los morteros/estucos con los que se ha

trabajado, o de los posibles aditivos orgánicos que contengan, ha sido la facilitada por los proveedores o representantes de las distintas casas comerciales, careciendo de una información precisa. En la Tabla 1 se detallan los materiales y productos empleados en la elaboración de las probetas y la composición de los mismos.

Las muestras empleadas en el estudio experimental se han preparado con materiales y técnicas semejantes a las reintegraciones que se están realizando en el monumento. En todos los casos, sobre un bizcocho cerámico estándar (15x15 cm) se ha aplicado un mortero (que equivaldría al empleado en la reintegración de una laguna), una capa de color con pigmentos diferentes (semejante a la reintegración de la decoración vidriada), para finalizar con una capa de protección (con un barniz para la impermeabilización).

2.2. Ensayos

Uno de los aspectos más importantes que deben ser tenidos en cuenta en los tratamientos a utilizar en obras situadas a la intemperie es su resistencia a los agentes externos de deterioro. En el caso de la Plaza de España, tanto el factor climático como las condiciones hidrológicas locales (alto nivel freático y gran cantidad de sales en el subsuelo) determinan en gran manera la evolución en el tiempo de los materiales y las estructuras. A partir de la experiencia acumulada en las actuaciones que se habían venido realizando, parecía claro que el factor más importante a tener en cuenta en la selección de los materiales era su resistencia a la alteración, ya que la mayoría de las restauraciones o sustituciones realizadas habían sufrido un deterioro incluso más rápido que los materiales originales.

Por ello, el estudio experimental se centró en determinar la respuesta frente a los agentes externos de los materiales de restauración. Para reproducir dichos factores se optó por realizar dos ensayos de alteración acelerada: cristalización de sales y ensayo termohigrométrico con radiación UV.

- *Cristalización de sales por capilaridad*

Define la resistencia de las muestras al efecto de cristalización de sales de carácter expansivo en su sistema poroso. Se ha realizado el ensayo de forma que la solución penetre por capilaridad a través del bizcocho y se evapore simultáneamente por la cara exterior (la reintegración efectuada con mortero), ya que así se reproduce la situación real a la que estarían sometidas estas piezas. Este ensayo se ha realizado situando las muestras sobre una arena silíceo lavada a la que se le ha añadido una disolución de Na_2SO_4 al 10%. El objetivo de este ensayo es simular las presiones que se generan en el interior de los

TABLA 1
Descripción de las muestras, materiales y productos empleados

	MATERIALES Y PRODUCTOS COMERCIALES	COMPOSICIÓN
M1	Azulejo vidriado / Referencia	
M2	Estuco PLM-S / Colores acrílicos Protección: Paraloid B-72 al 10%	Estuco PLM-S: mezcla de ligantes específicos de acción hidráulica, exentos de sales eflorescentes aditivados con agentes aireantes y fluidificadores Paraloid B-72: resina acrílica a base de etil-metacrilato
M3	Estuco PLM-S / 12 Pigmentos cerámicos y 12 orgánicos sintéticos Protección: resina Adit-6	Resina Adit-6: copolímero en dispersión acuosa
M4	Estuco Parrots "mix nº 5" / 12 Pigmentos cerámicos y 12 orgánicos sintéticos Protección: resina Adit-6	Estuco Parrots "mix nº 5": mortero de cal aérea modificada, áridos especiales y aditivos modificadores
M5	Mortero Tixotrópico / 12 Pigmentos cerámicos y 12 orgánicos sintéticos Protección: resina Adit-6	Mortero Tixotrópico: mortero a base de cemento
M6	Mortero Revat cal fino de Propamsa / 12 Pigmentos cerámicos y 12 orgánicos sintéticos Protección: Propam emulsión	Mortero Revat: mortero fino a base de cal aérea, áridos seleccionados, resinas sintéticas y aditivos Propam emulsión: polímeros en dispersión y diferentes aditivos orgánicos e inorgánicos

poros de los materiales cuando cristalizan o se hidratan las sales (5), pudiendo evaluar simultáneamente tanto la impermeabilidad del estuco, su resistencia mecánica y la adherencia al bizcocho.

- Ensayo termohigrométrico con radiación UV

Para determinar el efecto de los cambios de temperatura y humedad ambiental, así como de la radiación UV, parámetros todos que pueden provocar alteraciones especialmente en los compuestos orgánicos (pigmentos orgánicos, barnices, aditivos de los morteros), se ha realizado un ensayo en cámara climática consistente en ciclos de 24 horas formados por dos fases, 8 horas a 80 °C y 80% HR y 15 horas a 20 °C y 40% HR (con 0,5 horas

para paso de una fase a otra). Al principio de cada fase de alta temperatura se aplicaba agua pulverizada durante 5 minutos para simular lluvia y durante todo el ensayo se hacía incidir sobre las probetas radiación UV.

2.3. Control de los ensayos

Para evaluar las transformaciones sufridas por las probetas durante el desarrollo de los ensayos de alteración se han medido algunas características macroscópicas que se han considerado más significativas.

El ensayo de cristalización de sales, por su carácter destructivo, se ha controlado de forma visual a distintos intervalos de tiempo.

Para definir el efecto del ensayo termohigrométrico se han realizado diversas determinaciones: 1) La medida de la adherencia entre el mortero de reintegración y el bizcocho cerámico sobre el que se aplica se ha determinado según la norma UNE-EN 1015-12 (6), 2) La alteración cromática de los pigmentos y/o la capa de protección se ha determinado por colorimetría, empleando un colorímetro de Neurtek modelo DR Lange y el sistema CIE Lab, c) La impermeabilización de la superficie se ha determinado midiendo la absorción por capilaridad a través de esta cara, siguiendo la Recomendazione NORMAL 11/85 (7) y el ensayo propuesto en el Programa de Normalización del IAPH (8), y d) Las posibles alteraciones de las resinas de protección se han estudiado mediante microscopía electrónica de barrido y microanálisis elemental. En la Tabla 2 se muestra un cronograma con el desarrollo de las distintas determinaciones.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Cristalización de sales por capilaridad

Como ya se ha indicado, la evaluación de los resultados se ha hecho por observación visual, dada la dificultad de controlar la pérdida de masa. Estos datos se recogen en la Tabla 3.

En la muestra M1, se formaron eflorescencias inesperadamente a partir de los 2 días. El análisis de la geometría de las fisuras en el vidriado en forma de círculos concéntricos indicó que se trataba de una patología generada por un prensado no uniforme del bizcocho cerámico. De las cinco muestras con morteros, la M2 ha sido la que ha ofrecido menor resistencia en el ensayo, mostrando eflorescencias a los 2 días y levantándose el estuco totalmente a los 21 días del comienzo del ensayo. El mortero

M5 ha desarrollado humedades a los 2 días, eflorescencias a los 7 días y ampollas a los 14, ha sido el segundo con peor comportamiento tras M2. La M4 ha presentado ampollas a los 7 días, que han aumentado hasta ocasionar el levantamiento total entre los 21-28 días, se podría clasificar en tercer lugar después de M5. El mortero M6 ha desarrollado zonas con humedad a los 2 días y ampollas a los 10, aunque el levantamiento del estuco no se ha producido hasta los 28-41 días, e incluso sólo ha sido parcial. La muestra M3 de estuco ha tenido un comportamiento excelente hasta los 14 días, aunque a partir de los 21 días el levantamiento ha sido casi completo.

Mejor comp. $M3 = M6 > M4 > M5 > M2$ Peor comp.

3.2. Ensayo termohigrométrico

3.2.1. Adherencia

Los resultados obtenidos en esta medida se muestran en la Figura 1. Como era de esperar el azulejo vidriado ha sido el que mayor adherencia ha tenido debido a la gran resistencia conseguida al fundir a elevadas temperaturas el esmalte sobre el bizcocho de base. En cuanto a las demás muestras, los que presentan una mayor adherencia son M6, M5 y M4, por este orden, mientras que M3 y M2 muestran un nivel de adherencia bajo en comparación con los anteriores (Figura 1). Todas las muestras varían sus valores hasta la tercera medida, a partir de la cual se mantienen muy constantes. Aunque en general la tendencia es de subida (posible maduración de las resinas de los componentes), la muestra M3 baja al final, quedando muy próxima en su valor a la M2. También se puede apreciar un descenso en el tercer valor de la M6, que vuelve a aumentar al final.

Mejor adh. $M1 > M6 > M5 > M4 > M2 = M3$ Peor adh.

TABLA 2

Determinaciones realizadas durante los ensayos

ENSAYO	DESARROLLO						
	2d sí	7d sí	10d sí	14d sí	21d sí	28d sí	41d sí
Cristalización de sales por capilaridad Inspección visual (d: días)							
Ensayo termohigrométrico con radiación UV en cámara climática	0 h	256 h	556 h	856 h	1228 h	1372 h	
Adherencia	s	s	s	s	s	s	
Absorción de agua por capilaridad	s	s	s	s	no	s	
Colorimetría	s	s	s	s	s	s	
Microscopía electrónica de barrido	no	no	no	no	no	s	

TABLA 3

Resultados del ensayo de cristalización de sales

Muestra	2d	7d	10d	14d	21d	28d	41d
M1	E	+E	+E	+E	+E	+E	+E
M2	E	+E	+E A	+E +L	+E +++L	+E +++L	+E +++L
M3	SC	SC	SC	SC	E ++L	E +++L	E +++L
M4	SC	-A	+A	+A L	++L	+++L	+++L
M5	+H	E	+E	++E A	+++E +A	+++E ++A	+++E +++A
M6	-H	H	A	+A	+A	+L	++L

Claves: SC-sin cambio H-humedad E-eflorescencias A-ampollas L-levantamiento
- puntual +medio ++ abundante +++ muy abundante

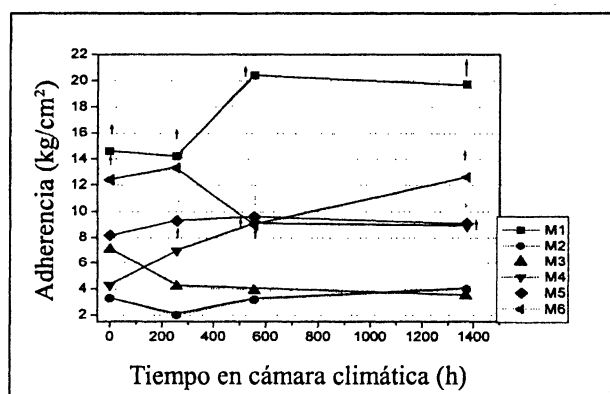


Figura 1.- Ensayo termohigrométrico.

Como datos indicativos se puede decir que los morteros de cemento tienen una adherencia que oscila entre los 2,6 y 5,0 kg/cm², y los morteros bastardos de cemento y cal tienen adherencias que oscilan entre 1,1 y 5,9 kg/cm² (9).

3.2.2. Capilaridad

El seguimiento de la absorción por capilaridad por las caras restituidas se ha realizado a los tiempos indicados en la Tabla 2, lo que ha dado lugar a la representación de cinco series de mediciones para cada muestra (Figura 2). Para llevar a cabo la determinación de la absorción por capilaridad, ha sido necesario sellar los cantos del bizcocho cerámico con una pintura impermeable a agua, ya que éstos estaban sin recubrir.

Se observa que en la última serie (5), en todas las muestras excepto la M3, la absorción es mayor que en las anteriores, efecto probablemente debido a la degradación de las resinas por efecto de la temperatura. La variación más significativa es la de la muestra M2, que es de 71,75 g.

La de M5 es de 30,77 g, la de M6 es de 14,33 g y la del resto no es relevante. En el caso del azulejo vidriado también se ha producido un aumento de la absorción, que, muy probablemente, se deba a la fisuración de la pintura impermeabilizante de los cantos.

Mayor abs. M2>M5>M6>M3>M4>M1 Menor abs.

3.2.3. Colorimetría

La colorimetría se ha determinado mediante un colorímetro Neurtek modelo DR Lange, utilizando el sistema CIE Lab, que define cualquier color a partir de tres parámetros: un valor de luminosidad (L), que varía entre 0 y 100, y dos rangos cromáticos, verde a rojo (a) y azul a amarillo (b), los cuales pueden variar en un rango de +120 a -120. La medición se ha hecho con un lápiz colorimétrico, tomando la media de diez medidas para cada color de las muestras Vidrio y M2, y de cinco medidas para M3, M4, M5 y M6.

En la muestra del azulejo vidriado, se han utilizado los pigmentos cerámicos. Para la muestra M2 se utilizaron colores acrílicos, y para el resto de muestras (M3, M4, M5 y M6) se han utilizado doce pigmentos cerámicos y doce pigmentos sintéticos orgánicos.

La representación de los resultados se ha realizado mediante el empleo de dos gráficas, la primera en la que se enfrenta la luminosidad frente al tiempo de ensayo, y la segunda, en la que se representa el parámetro b (azul a amarillo) frente al parámetro a (verde a rojo). Los valores a se exponen en abscisas y los b en ordenadas. En ambas gráficas para cada color tendremos seis puntos, que corresponden a las seis medidas realizadas a lo largo de la estancia en la cámara climática. Se han obtenido un total de 20 gráficas, que debido a su extensión no se han

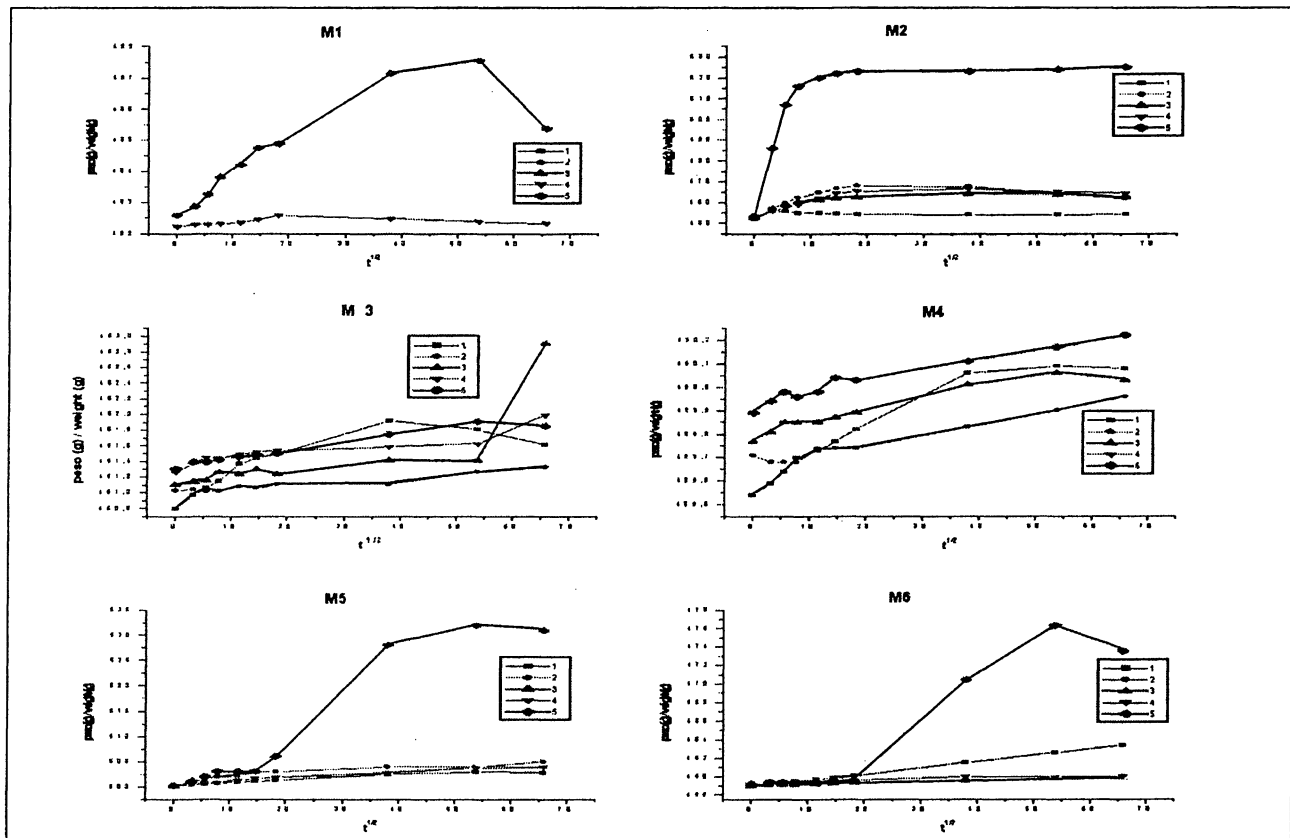


Figura 2.- Mediciones de la absorción por capilaridad.

expuesto. Se han seleccionado dos de ellas, las correspondientes a la muestra M4 se dan en la Figura 3.

Como era de esperar la luminosidad en el vidrio se mantiene constante. También se comportan de forma estable los pigmentos acrílicos de la muestra M2, pese al deterioro de la capa de protección a lo largo de la estancia en la cámara climática. En el resto de las muestras la luminosidad va disminuyendo, pese a que algunos colores muestran altibajos, sobre todo los colores oscuros. Éstos ganan luminosidad al perder su capacidad opacificante, pero al ganar opacidad la capa de protección, vuelven a perder luminosidad. Aunque leve, también se puede apreciar una diferencia entre los pigmentos cerámicos y los orgánicos sintéticos de las muestras M3, M4, M5 y M6, ya que la variación de la luminosidad es menor en los orgánicos que en los cerámicos.

Los valores a y b se comportan de forma muy parecida a la luminosidad, siendo el vidrio -como era de esperar- y los acrílicos de la M2, los que presentan una mayor estabilidad, mientras que las demás muestras presentan variaciones; dentro de éstas, los colores sintéticos orgánicos presentan menor variación que los cerámicos.

3.3. Examen mediante microscopía electrónica (SEM)

Para la realización de este examen se ha partido de las muestras M2, M3, M4, M5 y M6 después de 1372 horas

en la cámara climática, observándose las mismas mediante un microscopio electrónico Jeol JSM-5600LV con detectores SE y BSE. El detector de RX y software INCA del microscopio permite realizar un análisis elemental cualitativo y semicuantitativo de las zonas estudiadas por la microscopía. El estudio se ha realizado en zonas de las muestras donde sólo existen la capa de mortero y el barniz de protección, no los pigmentos, para intentar determinar la durabilidad de los distintos barnices.

El microanálisis realizado en la superficie de las muestras sólo detecta la composición del mortero cuando la capa de barniz está deteriorada, ya que la profundidad a la cual penetran los electrones es muy pequeña (decenas de micras). Además, al estar los distintos barnices formulados a base de compuestos orgánicos, su composición elemental, a base de carbono fundamentalmente, no se aprecia.

De esta forma, en las muestras M3 y M4 no aparecen en el microanálisis los picos correspondientes al calcio del mortero, mientras que en las micrografías de ambas muestras se observa la película de barniz fisurada como puede apreciarse en la Figura 4. En el ensayo de absorción por capilaridad se comprueba que estas muestras son las que menos agua absorben. Todo ello permite concluir que el barniz empleado en ambos casos ha presentado una buena resistencia a la alteración y que las fisuras observadas no deben tener profundidad suficiente para atravesarlo.

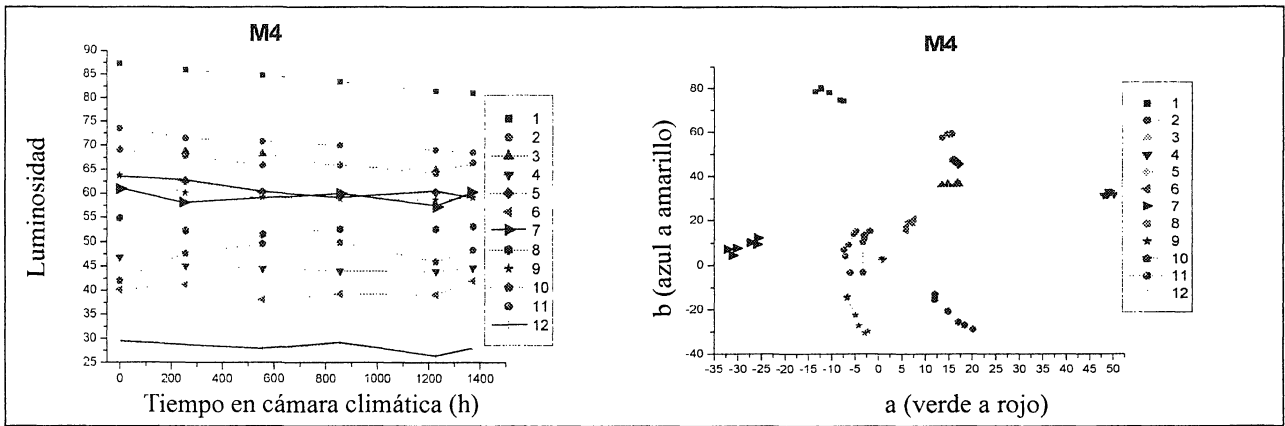


Figura 3.- Determinación de la colorimetría.

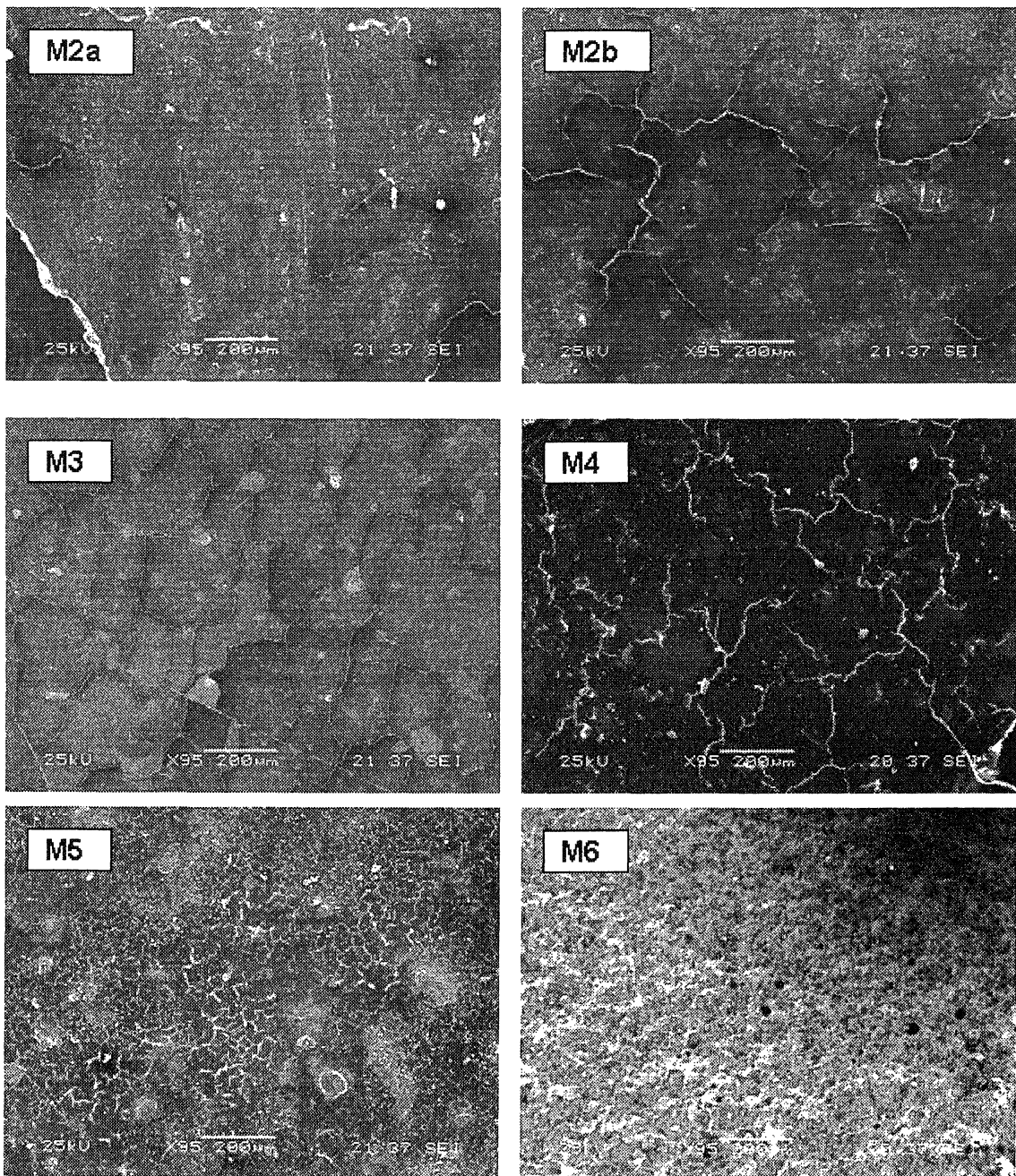


Figura 4.- Micrografías de las muestras M2, M3, M4, M5 y M6.

Algo peor comportamiento presenta la muestra M5. En el microanálisis se detecta mayor cantidad de calcio y el aspecto superficial sugiere un inicio de disgregación de la capa superficial. Esto coincide con una alta absorción por capilaridad.

Por último, en las muestras M2 y M6 se detecta una alta cantidad de calcio en el análisis superficial, lo cual coincide con una alta absorción por capilaridad. En la muestra M6, además, en la microfotografía parece no observarse la película de barniz, o bien ésta se encuentra en un estado disgregado y alterado (Figura 4).

4. CONCLUSIONES

- Con el estudio realizado en las muestras consideradas, cabe diferenciar dos aspectos, por un lado la idoneidad del estuco a emplear para soportar las condiciones medioambientales de la Plaza de España y, por otro, los colores y su protección.
- Respecto al estuco, los que se han comportado mejor, tanto en la cristalización de sales como en la adherencia y la capilaridad, han sido el realizado con un estuco mezcla (M4) y el estuco de cal fino (M6). El mortero tixotrópico (M5) ha presentado también buenos resultados como era de esperar, pero su composición incluye cemento Portland, lo hace poco adecuado en actuaciones de restauración.
- En cuanto a la reintegración pictórica y su adecuada protección, los colores acrílicos han sido los más esta-

bles, mientras que los pigmentos cerámicos y los orgánicos sintéticos han sufrido variaciones a lo largo de la estancia en la cámara climática. En este sentido hay que señalar dos aspectos importantes: por un lado se han usado pigmentos y no colores fabricados industrialmente, emulsionándose con la resina de protección, realizándose dicha emulsión de forma manual sin las herramientas adecuadas y sin llegar probablemente a la saturación de color. Por otro lado, los pigmentos cerámicos utilizados son adecuados para la aplicación cerámica, es decir, para ser sometidos al proceso de fusión, poseyendo menos poder de cobertura que los finos pigmentos usados para las técnicas pictóricas en frío, al tener una granulometría superior que éstos.

- En lo referente a la protección, la resina de copolímeros en dispersión acuosa aplicada a las muestras M3, M4 y M5, es la que mejores resultados proporciona, especialmente en las muestras M3 y M4. La emulsión de polímeros en dispersión aplicada sobre M6 y, sobre todo, la resina acrílica usada en M2 presentan una resistencia a la alteración mucho menor, ya que los resultados parecen indicar que se han deteriorado hasta el punto de desaparecer prácticamente de la superficie de las muestras. Las muestras a las que se les había aplicado protecciones de resina de copolímeros y de emulsión de polímeros muestran amarilleamiento. Hay que señalar dos aspectos a tener en cuenta con estas resinas: primeramente se ha realizado una aplicación no recomendada por el fabricante y, en segundo lugar, se han empleados en una elevada concentración.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) R. Villegas Sánchez. *Metodología para la evaluación y estudio previo de tratamientos*. En "Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos". pp. 194-207. Junta de Andalucía, Consejería de Cultura, 2003
- (2) R. Villegas; J. Espinosa; M. Alcalde. *Study of weathering factors and evaluation of treatments for the stones of "Santa Maria de la Encarnación" Church, Constantina (Seville, Spain)*. Proc. 9th Int. Cong. on Deterioration and conservation of stone. pp. 697-706. Venecia, 2000.
- (3) R. Villegas; J. Espinosa. *Evaluación de productos de tratamiento para la portada de la iglesia de Santiago de Guadix*. Mater Construcc Vol. 51, nº 261 (2001), pp. 21-32.
- (4) J. Espinosa; E. Ontiveros; R. Villegas; M. Alcalde. *Evaluation of treatments for the stone of the Cordoba Door, Carmona (Seville, Spain)*. En "Protection and Conservation of the Cultural Heritage of the Mediterranean Cities". pp. 431-436. Ed. Emilio Galán, Fulvio Zezza, 2002.
- (5) R. Villegas Sánchez. *Programa de normalización de estudios previos y control de calidad en las intervenciones. Ensayos de alteración de materiales pétreos*. Boletín PH, nº 31 (2000), pp. 78-88.
- (6) AENOR, UNE-EN 1015-12. *Métodos de ensayo de los morteros para albañilería. Parte 12: Determinación de la resistencia a la adhesión de los morteros de revoco y enlucido endurecidos aplicados sobre soportes*, 2000.
- (7) NORMAL 11/85. *Absorción de agua por capilaridad: coeficiente de absorción capilar*. 1985.
- (8) E. Ontiveros; R. Villegas. *Programa de Normalización de estudios previos y control de calidad en las intervenciones: Propiedades hídricas. I parte*. Boletín PH, nº 22 (1998), pp. 45-49.
- (9) J. L. A. Cabrera: La adherencia en los morteros de albañilería. Mater Construcc, Vol. 45, nº 240 (1995), pp. 47-53.

* * *