

Metodología de evaluación de tratamientos de conservación de la fuente escultórica de la plaza Weyler (Santa Cruz de Tenerife, España)

Antonio J. Sánchez Fernández, M^a Fernanda Guitián Garre, Félix Mateos Redondo y Juan A. Álvarez Rodríguez

Resumen: El presente artículo expone el programa de evaluación de tratamientos de conservación de la fuente de la plaza Weyler (Santa Cruz de Tenerife, España). Previamente, se ha estudiado los materiales constituyentes, la naturaleza de los depósitos superficiales y otros agentes de deterioro. Así, se han confeccionado probetas talladas a partir de un bloque de mármol petrofísicamente similar al presente en la fuente y se han ensayado distintas variables: alterando las probetas artificialmente o distintas formas de aplicación de productos (impregnación o ascenso capilar). Se han estudiado por colorimetría e imagen, ángulo de contacto, permeabilidad al vapor de agua y/o velocidad de propagación de ondas. Se evidencia que la diversidad de los estudios científicos propuestos es una herramienta eficaz para la evaluación de tratamientos de intervención sobre bienes culturales.

Palabras clave: conservación-restauración, estudios científicos, consolidación, limpieza, hidrofugación, antigrafiti

Methodology for evaluating conservation treatments for the sculptural fountain in Plaza Weyler (Santa Cruz de Tenerife, Spain)

Abstract: This article exposes the program of the conservation treatment evaluation for the fountain in Weyler square (Santa Cruz de Tenerife, Spain). Previously, the constituent materials, the nature of surface deposits and other deterioration agents have been studied. Thus, carved specimens have been made from a block of marble petrophysically similar to the one present in the fountain and different variables have been tested: altering the specimens artificially or different ways of applying products (impregnation or capillary rise). They have been studied by colorimetry and imaging, contact angle, water vapor permeability and/or wave propagation speed. It is evident that the diversity of the scientific studies proposed is an effective tool for the evaluation of intervention treatments on cultural property.

Keywords: conservation-restoration, scientific studies, consolidation, cleaning, hydrofugation, anti-graffiti

Metodologia para a avaliação dos tratamentos de conservação da fonte escultórica da Praça Weyler (Santa Cruz de Tenerife, Espanha)

Resumo: Este artigo apresenta o programa de avaliação dos tratamentos de conservação da fonte da Praça Weyler (Santa Cruz de Tenerife, Espanha). Anteriormente, foram estudados os materiais constituintes, a natureza dos depósitos superficiais e outros agentes de deterioração. Assim, foram realizados provetes esculpidos a partir de um bloco de mármore petrofísicamente semelhante ao presente na fonte e foram testadas diferentes variáveis: alteração artificial dos provetes ou distintas formas de aplicação dos produtos (impregnação ou ascensão capilar). Foram estudados por colorimetria e imagem, ângulo de contacto, permeabilidade ao vapor de água e/ou velocidade de propagação de ondas. Constatou-se que a diversidade dos estudos científicos propostos constitui uma ferramenta eficaz para a avaliação de tratamentos de intervenção em bens culturais.

Palavras-chave: conservação e restauro, estudos científicos, consolidação, limpeza, hidrofugação, anti-graffiti

Introducción

Toda intervención en conservación y restauración debe estar fundamentada en el conocimiento del bien cultural (ICOMOS 2003). El presente texto es la continuación de los estudios previos realizados en la fuente de la plaza Weyler (Santa Cruz de Tenerife, España) que ha determinado la caracterización de los materiales constituyentes y de los agentes patológicos (Sánchez-Fernández *et al.* 2023). En este sentido, esta tipología de bienes tiende a las reparaciones heterodoxas ajenas a los principios de la disciplina de la conservación-restauración (García Alcocer *et al.* 2017; Baceiredo 2019) y en los estudios de casos se plantean soluciones específicas a las consecuencias de la presencia continua de agua y del medio circundante (Pasolini 2012; Gilabert 2016 y 2017; Baceiredo 2017).

Entendemos que para conseguir la salvaguarda de los valores culturales de la fuente el mayor tiempo posible hay que caracterizar e individualizar los tratamientos de intervención. Para ello, se expone la metodología de evaluación de éstos, probados rigurosamente, comparados y adecuados a la necesidad de la conservación (UNESCO 2000; Tabasso y Simo 2006) de la fuente sobre la base de dicho conocimiento. Así, se plantean distintos ensayos para valorar la idoneidad de la consolidación, limpieza, hidrofugación y de tratamiento antigrafiti. De esta forma, los tratamientos consolidantes (Fort 2012: 125-132) se han centrado en determinar la profundidad alcanzada por el producto aplicado, ya que, si ésta no es lo suficientemente importante, puede dar lugar a la aparición de una superficie de rotura en la interfase piedra tratada-piedra no tratada, produciéndose fenómenos de desplazación. Igualmente, la propagación de ondas longitudinales (ondas P) a través de los materiales rocosos mediante el método de transmisión directa, es una técnica no destructiva que ha permitido evaluar las posibles modificaciones producidas en el seno del material estudiado tras su consolidación y que está determinado por los distintos componentes petrográficos que lo forman (densidad, porosidad, microfisuración, grado de alteración, etc.), teniendo especial influencia el volumen de espacios vacíos (poros y fisuras).

La aplicación de un tratamiento hidrofugante persigue dotar a la superficie pétreo de una capacidad hidrorrepelente que reduzca la entrada de agua en su interior. La presencia de este producto, tapizando la superficie de los granos minerales y los espacios vacíos, va a reducir su permeabilidad al vapor, pero ha de hacerlo de una manera discreta, ya que no conviene evitar la transpirabilidad del material pétreo, sin crear una barrera impermeable que impida la correcta transferencia de humedad del interior al exterior de la piedra (Fort 2012: 125-132; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte 2013: 99; Mosquera 2013).

Las operaciones de limpieza tratan de eliminar los depósitos superficiales y concreciones que, por un lado, ejercen como agentes de deterioro y, por otro lado,

distorsionan la lectura estética de la obra (Esbert y Losada 2003). Igualmente, se plantea un tratamiento antigrafiti ya que viene sufriendo actos incívicos.

—Contextualización de la obra

La fuente escultórica se ubica en el centro de la plaza de Weyler, situada en Santa Cruz de Tenerife [figura 1]. Ésta está incluida en el Catálogo de Protección en el Plan General de Ordenación de Santa Cruz de Tenerife y declarada Bien de Interés Cultural, al ser incluida en la delimitación del Conjunto Histórico de Barrio de Los Hoteles-Pino de Oro, (expediente sobre la modificación de la delimitación del Bien de Interés Cultural incoado según BOC nº 4, de 8 de enero de 2021).

La fuente se instaló 1889 y está vinculada al desarrollismo urbano de la capital, con la edificación de Capitanía General de Canarias y con la alcaldía de D. Pedro Schwartz y Mattos (1854-1940) (García Pulido 2012).

La firma de la autoría de la fuente escultórica está labrada en el flanco oeste del monumento. En letras mayúsculas



Figura 1.- Foto general de la fuente de la plaza Weyler.

se lee “Achille Canessa Genova (Italia)”. Achille Canessa nació en Génova en 1856, dirigió un conocido taller en la ciudad italiana y falleció en la misma en 1905. Participó en las exposiciones de la “Società Promotrice di Belle Arti in Genova”, en los años 1886 y 1896, y en la gran Exposición Internacional de Chicago en 1893 (García Pulido 2012b).

La fuente tiene un orden arquitectónico de carácter neoclásico. Está formada por una taza o vaso, que actualmente suministra y recibe el agua, y un pilar central, de estructura piramidal, que capitaliza los motivos escultóricos y también administra agua por ocho surtidores. El vaso es de planta cuadrada con esquinas redondeadas. Las caras externas están molduradas, con labio superior decorado con ovas aveneradas, asociadas a las acanaladuras de la parte central y que descansa sobre un basamento. En el pilar central podemos distinguir tres niveles. El primero, que se une al vaso con un basamento de imitación de rocalla al que le sigue un doble plinto, tiene una sección cruciforme. En las caras cardinales, se observan cuatro mascarones con surtidores en las bocas. En las diagonales, cuatro aletones con forma de roleo y decorados con hojas acuáticas que flanquean los ángulos. En cada uno de éstos, una venera recoge el agua y descansa sobre una ménsula con forma de voluta. Todas las veneras tienen perforaciones a modo de desagüe. El segundo nivel está formado por una cornisa voladiza en cuyas esquinas se asienta un *putti* que mira y aprisiona, con las manos y las rodillas, a un delfín de corte clásico que también actúa de surtidor. Sobre dicha cornisa descansa un cuerpo tronco piramidal de sección cuadrada, esquinas achaflanadas, caras cóncavas con veneras labradas en cada una de ellas y rematado por una cornisa redondeada. El tercer nivel está coronado por dos niños. Uno de ellos está arrodillado, toca y mira la guirnalda y sujeta al otro niño que está de pie sobre un delfín, con los brazos en alto, portando dicha guirnalda fitomórfica. A mediados del s. XX se inserta en la plaza cuatro macetones colmados de frutas (uvas, manzanas, plátanos, granadas, naranjas) labrados en mármol blanco.

— *Materiales constitutivos y sistema constructivo*

La técnica de ejecución de la fuente es de labra tradicional con cinceles, mazo y pulido final. No obstante, los cuatro maceteros utilizan un recurso estético que consiste en distinguir una textura lisa del continente con otra rugosa de la fruta para profundizar en las calidades de los materiales que representan. Macroscópicamente, esta piedra corresponde con una roca de aspecto cristalino y tonos blanquecinos, homogénea, compacta y coherente, donde tanto la superficie en corte fresco como en corte de sierra permiten observar cristales de calcita de tamaño micrométrico a milimétrico. De acuerdo con su textura y su composición esta roca metamórfica se puede clasificar como un mármol y, atendiendo a sus principales características petrográficas, todo parece indicar que se corresponde con un mármol de Macael.

La composición de la fuente escultórica se obtiene con el ensamblado y/o empalme de módulos pétreos. Así, macroscópicamente, la piedra se corresponde con una roca de aspecto cristalino y tonos blanquecinos, homogénea, compacta y coherente, donde en corte fresco como en corte de sierra se llegan a apreciar cristales micrométricos de calcita. De acuerdo con su textura y su composición esta roca metamórfica se puede clasificar como un mármol y, atendiendo a sus principales características petrográficas, se corresponde con un mármol de Carrara.

Los distintos módulos de piedra que componen la fuente se articulan superpuestos en altura y con una distribución piramidal para favorecer la estabilidad estructural aprovechando su propio peso. El centro de la fuente permanece hueco para la distribución de la fontanería. Se detecta un espacio central de 48 x 58,9 cm con peldaños de hierro en las aristas para la accesibilidad. Igualmente, los angelotes se anclan al soporte a través de pletinas metálicas. Probablemente, tengan un sistema de pernos para su unión al cuerpo de la fuente, pero no ha sido posible su comprobación. En las piezas de mármol que componen el vaso se advierten empalmes quebrados para favorecer la estanqueidad y la disposición de módulos.

Para la unión de los distintos bloques pétreos que conforman la estructura de la fuente se ha utilizado mortero tradicional de cal y arena. Tiene un color beige a grisáceo, muestra una textura claramente granosoportada, estando constituido por un árido arenoso de aspecto cristalino y coloraciones variables (anaranjadas, blanquecinas y/o grisáceas) englobados en una matriz de aspecto homogéneo y tono blanquecino. La relación árido/matriz, que ha sido deducida de las observaciones microscópicas a la lupa binocular y al SEM, se sitúa aproximadamente en 3:1, es decir, tres partes de árido y una de matriz (sílice, fragmentos de rocas volcánicas y cal).

Materiales y métodos

Para las pruebas de consolidación intergranular, hidrofugación y antigrafitis se han confeccionado probetas talladas a partir de un bloque de mármol de Carrara (tipo Statuario), petrofísicamente muy similar al presente en la fuente de la plaza Weyler. Estos análisis se han llevado a cabo en los laboratorios de GEA, Asesoría geológica.

En la evaluación de algunos tratamientos, se ha utilizado la dimensión del color como parte de los ensayos propuestos. Igualmente, la documentación fotográfica realizada se ha ejecutado creando un perfil de color específico para la cámara *fotográfica* y el apoyo de la carta ColorChecker Passport® (X-RITE), el programa informático del fabricante (*ColorChecker Camera Calibration*), y con *Lightroom*® para el revelado digital de los archivos fotográficos desde el formato de partida RAW.

Por otro lado, las mediciones colorimétricas se han realizado con un espectrocolorímetro Minolta CR-200 (laboratorio) (iluminación difusa y un ángulo de visión de 0°; apertura de medición Ø8 mm; fuente luminosa D65) y colorímetro PCE-CSM 1 (trabajo de campo) (geometría de captura 8/d; apertura de medición Ø4 mm; fuente luminosa D65) por medio de 20 medidas tomadas en cada zona de registro. Los parámetros significativos en la medida del color son: el matiz o tono, la saturación y la luminosidad (McAdams 1985: 230). Las medidas colorimétricas se han expresado según la nomenclatura de los espacios de color CIEL*a*b* y CIEL*C*h.

Finalmente, a fin de clasificar de una manera normalizada la mayor o menor sensibilidad respecto al ojo humano de los cambios cromáticos sufridos se ha procedido a determinar la diferencia de color (ΔE^*) que responde a la siguiente fórmula: $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$.

Las diferencias de color (ΔE^*) obtenidas del mármol ensayado se puede comparar con los valores de una escala de grises normalizada (normas ISO 105-A; ISO 105-J) que asocia diferencias de color al ojo humano a un número (GSc) dentro de la escala de grises. La norma corrige el ΔE_{ab} a un ΔE_F [Tabla 1].

Rango de ΔE_F	GSc	Cambios al ojo humano
<0,4	5	No visible
0,4 - 1,25	4,5	Límite
1,25 - 2,10	4	Muy ligero
2,10 - 2,95	3,5	Ligero
2,95 - 4,10	3	Evidente
4,10 - 5,80	2,5	Muy evidente
5,80 - 8,20	2	Acusado
8,20 - 11,60	1,5	Muy acusado
>11,60	1	Extremo

Tabla 1.- Correspondencia entre las diferencias de color (ΔE^*) y la sensibilidad al ojo humano.

A continuación, se detalla de manera específica los materiales y métodos de los tratamientos evaluados.

— *Evaluación de consolidantes*

Los tratamientos han sido aplicados sobre probetas de mármol previamente alteradas en el laboratorio mediante ciclos de cristalización de sales, que muestran un elevado grado de alteración superficial a modo de una intensa microfisuración, y el resto de las pruebas de consolidación intergranular han sido ejecutadas sobre material sano del mismo tipo de mármol. Se han preseleccionado 4 consolidantes recogidos en la tabla 2.

Los productos se han aplicado mediante brocha y ascensión capilar (Ferreira y Delgado 2012). La aplicación mediante brocha consiste en aplicar a lo largo de toda la superficie de las probetas, mediante una brocha o pincel, los productos a ensayar, mano tras mano hasta la completa saturación de éstas [Figura 2]. La ascensión



Figura 2.- Aplicación mediante brocha (probetas en primer término) y ascensión capilar (probetas en segundo término) de productos consolidantes en algunas de las probetas de mármol ensayadas (en este caso, alteradas superficialmente de manera inducida).

Naturaleza	Tipo de consolidante	Nombre comercial	Casa comercial	Nomenclatura utilizada
Productos silicoorgánicos	Silicato de etilo	Estel 1000®	CTS	EC (Capilaridad) EB (Brocha)
		Tecnadis solidus®	TECNAN	TC (Capilaridad) TB (Brocha)
		Wacker OH®	Wacker Silicones	WC (Capilaridad) WB (Brocha)
Productos nanoparticulados	Nanosílice	Nano Estel®	CTS	NC (Capilaridad) NB (Brocha)

Tabla 2.- Productos consolidantes preseleccionados.

capilar es una técnica donde una fina capa de producto se coloca sobre el fondo de una bandeja, ascendiendo el producto hacia el interior de las probetas mediante capilaridad. Este método de aplicación persigue una mayor penetración del producto.

Partiendo de estas premisas se ha procedido a la medida de la velocidad de propagación de ondas P (tiempos de vuelo) de los materiales sin tratar (Sassoni, Ugolotti y Pagani 2020; Pápay y Török 2007), según perfiles verticales en dos direcciones del espacio (XY), con una separación entre puntos de medida de 1 cm. A fin de poder realizar las sucesivas medidas exactamente sobre la misma posición, los puntos a medir de cada una de las caras de las probetas cúbicas han sido rotulados.

Conocida la distancia entre los transductores (emisor-receptor), se ha calculado empíricamente la velocidad de propagación de dichas ondas por el material. Se han utilizado transductores de 1 MHz de frecuencia, pulso continuo y con un voltaje de 1200 V.

—Evaluación de limpiezas

Se ha realizado la evaluación de la limpieza de sales insolubles (carbonatos) y de otros depósitos superficiales.

Para el tratamiento de sales insolubles se propone el uso de:

- Carbonato de amonio al 5% en agua desionizada
- Carbonato de amonio al 10% en agua desionizada
- EDTA al 5% en agua desionizada
- EDTA al 10% en agua desionizada
- Resina de intercambio de iones
- Papeta AB57: 1000 cc de agua desionizada, 30 g de carbonato de amonio, 25 g de EDTA y 10 cc de New Des 50 (CTS)

Los reactivos de limpieza se aplicaron mediante apósitos de pulpa de celulosa Arbocel® BC1000 (CTS), humedeciendo antes y después con agua desionizada y cepillado con fibras sintéticas suaves para la eliminación de cualquier residuo (Canet, Mas-Barberà y Albiol-Ibáñez 2021). Las pruebas de limpieza se han realizado con un intervalo de 2 horas controlando regularmente la acción limpiadora, excepto la pulpa de celulosa y la sepiolita que se ha buscado un estado próximo al secado total. En los ensayos con resina de intercambio de iones (del Ordi, Regidor y Pasés 2010) y papeta AB57 se ha utilizado un papel japonés humedecido como capa intermedia entre el soporte y el producto.

Para la limpieza de depósitos superficiales anaranjados se testaron distintos tensoactivos y limpiezas por apósitos (Bosch et al 2008; Canet, Mas-Barberà y Albiol-Ibáñez 2021) [Figura 3]:

- Tween 20® al 1% en agua desionizada
- C2000® al 1% en agua desionizada
- Vulpex® al 1% en agua desionizada
- Pulpa de celulosa
- Sepiolita



Figura 3.- Disposición de zonas de testado de limpieza.

Para la evaluación de los resultados de las limpiezas, se han registrado microfotografías de las catas con el microscopio digital PCE-DHM 10, se han determinado los parámetros colorimétricos in situ de las pruebas de limpieza propuestas, para registrar cuantitativamente las discrepancias de color que los productos aplicados van a generar sobre la superficie de la fuente, a través del colorímetro PCE-CSM 1 y el apoyo auxiliar de la aplicación *Dstretch*. Esta herramienta optimiza el color de una imagen digital para facilitar la lectura visual de casos en los que, aparentemente, no es posible ver las formas y puede orientar en la apreciación de resultados del testado de la limpieza [Figura 4]. Para potencial las zonas afectadas anaranjadas no se usó los espacios que mejoran los rojos o amarillos, sino que se potenciaron los espacios de color blanco (YWE), por ser el color del material constituyente de la fuente, buscando la diferenciación con el área de extensión patológica. También se establecieron los siguientes parámetros: Escala, 15; Saturación, 1; MPixel Limit, 4.

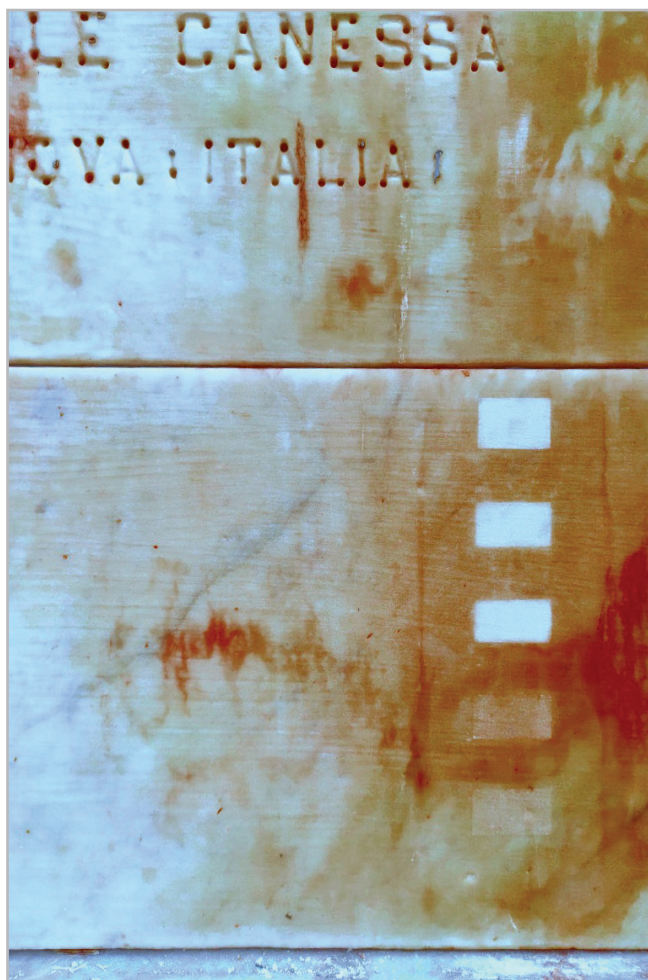


Figura 4.- Test de limpieza a través de *Dstretch*.

— *Evaluación de hidrofugantes*

Para la realización de dichas pruebas de hidrofugación se han tallado un total de 20 lajas de mármol de 5 x 5 x 1 cm. Se han preseleccionado 4 hidrofugantes de distintas naturalezas [Tabla 3]:

El control de la eficacia de cada uno de los tratamientos superficiales aplicados se ha llevado a cabo mediante la determinación previa y post-aplicación de una o varias de las siguientes propiedades (UNE EN 16581:2014):

Naturaleza	Tipo de hidrofugante	Nombre comercial	Casa comercial
Productos silicoorgánicos	Organosiloxanos oligoméricos	SILO 111®	CTS
	Mezcla de silano y siloxano	WACKER 290®	Wacker Silicones
Productos nanoparticulados	Nanosílice	Nano Silo W®	CTS
		Aquashield Active®	TECNAN

Tabla 3.- Productos hidrofugantes preseleccionados.

- Capacidad hidrorrepelente (ángulo de contacto) (UNE-EN 15802:2010)
- Tasa de transpirabilidad (permeabilidad al vapor de agua) (UNE-EN 15803:2010)
- Variaciones colorimétricas. Medición del color de superficies (UNE-EN 15886:2011).

Los resultados obtenidos en las modificaciones de los valores de estas propiedades, antes y después de la aplicación de los hidrofugantes (Aguirre y Carrascosa 2020), van a permitir evaluar este tratamiento. La idoneidad (grado de eficacia) de los tratamientos hidrofugantes ha sido valorada transcurridos 18 días desde su aplicación.

El ángulo de contacto da información sobre la capacidad hidrorrepelente que adquiere un material cuando se trata con un hidrofugante (Esbert R.M. et. al 1997). Esta capacidad se manifiesta por el efecto de perlado de las superficies tratadas. A mayor esfericidad de la gota de agua, mayor ángulo de contacto y por tanto mayor capacidad hidrorrepelente. Si los ángulos son menores de 90°, el tratamiento no se considera hidrofugante, si bien se considera que un material pétreo alcanza una buena hidrofugación cuando su ángulo de contacto se sitúa por encima de 100°.

La difusividad o permeabilidad al vapor de agua mide la cantidad de vapor de agua que es capaz de atravesar un material pétreo cuando se establece un gradiente de presión entre dos de sus superficies paralelas. Está estrechamente relacionada con las condiciones ambientales de presión y temperatura que determinan el gradiente y con la porosidad, tanto con el volumen de espacios vacíos como con su configuración y conectividad entre ellos.

— *Evaluación de antigrafitis*

En total se han tallado 4 lajas de mármol de 12 x 5 x 1 cm y se han preseleccionado 4 productos de protección antigrafiti recogidos en la Tabla 4.

Los productos seleccionados se han aplicado mediante brocha, utilizando en cada caso el número de manos

necesarias para cumplir las especificaciones de las respectivas fichas técnicas o las recomendaciones derivadas de experiencias previas. Cada tratamiento se ha aplicado en una laja, de la cual 1/3 de su superficie ha sido cubierta con el fin de no aplicar el tratamiento en esa zona, con el ánimo de obtener una zona de control para cada uno de los tratamientos [Figura 5].



Figura 5.- Imágenes de la aplicación mediante brocha de los distintos tratamientos antigrafiti. Una parte de las probetas ha sido cubierta con cinta de color negro a fin de ser utilizada como zona de control de cara a evaluar los posibles cambios colorimétricos.

El control de la eficacia de cada uno de los tratamientos superficiales aplicados se ha llevado a cabo mediante la determinación previa y post-aplicación de las variaciones colorimétricas y la eficacia de la protección (García y Malaga 2012; Vigliano 2004; Carmona 2010: 216-217). Los resultados obtenidos en las modificaciones de los valores colorimétricos, antes y después de la aplicación de los protectores, y la eficacia de la protección con la aplicación de una pintura acrílica en spray en las superficies tratadas y su retirada posterior, van a permitir evaluar la idoneidad de este tipo de tratamientos. Se ha evaluado la diferencia de los parámetros colorimétricos de las superficies tratadas respecto al grupo de control. (UNE-EN 15886:2011).

Tras la aplicación de los protectores, se ha procedido a aplicar pintura acrílica en spray sobre la totalidad de la superficie de cada una de las probetas, tanto en la zona que recibirá el tratamiento como en aquella zona protegida en el momento de la aplicación de este, para posteriormente proceder a la eliminación de la pintura mediante inmersión en agua caliente, y métodos mecánicos manuales (rascado con espátula de madera, cepillado).

Resultados

—Pruebas de idoneidad y eficacia de consolidantes

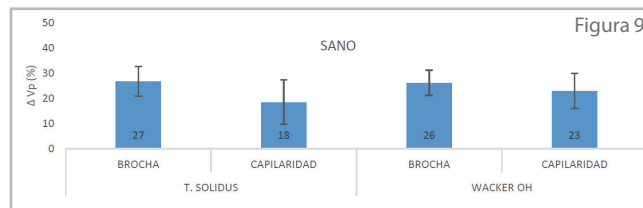
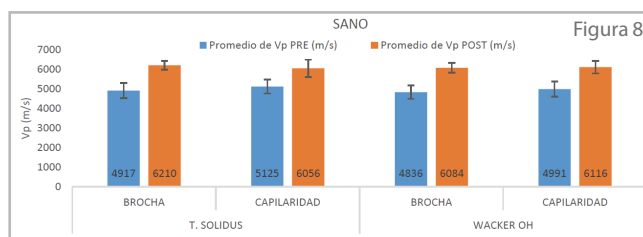
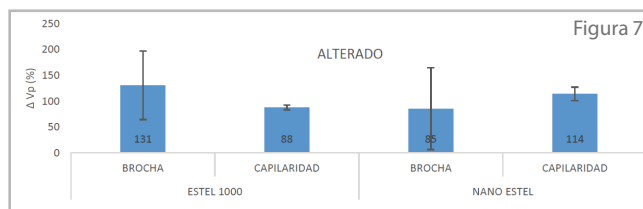
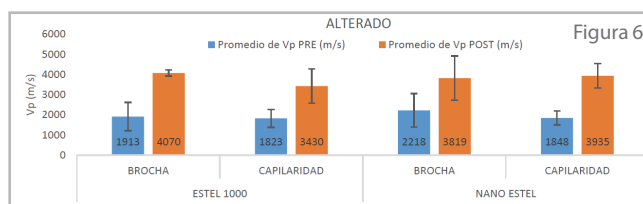
Las medidas de velocidad de propagación de ultrasonidos previas a la aplicación de los consolidantes ya muestran un comportamiento diferencial de las ondas ultrasónicas entre las probetas de mármol sano y mármol alterado [figuras 7 a 10]. Las de mármol sano obtienen velocidades de propagación de ultrasonidos previas a la aplicación

de los tratamientos consolidantes alrededor de 5000 m/s, mientras que las de material alterado presentan valores mucho menores, entre 1500 y 3500 m/s, y mayor desviación de las medidas entre ellas.

Los valores de velocidad de propagación de ondas obtenidos antes y tras la aplicación de los consolidantes ponen de manifiesto que en el material alterado hay un notable aumento de velocidad de propagación de ultrasonidos, con incrementos entre 85 y 130%, mientras que en el material sano los incrementos varían entre 18 y 27% de media [Figuras 6 a 9].

En las probetas alteradas de manera inducida, los perfiles ultrasónicos confirman que el consolidante alcanza en todos los casos el techo de las probetas dando lugar a un notable incremento de la velocidad, lo que implica que se rellena una parte importante de los espacios abiertos existentes.

Por su parte, en el material sano se observa que si bien la penetración llega a ser elevada (4-5 cm) el incremento de velocidad generado es mucho menor, dado que los espacios abiertos existentes serán en cualquier caso pequeños.



Figuras 6 a 9.- Promedios de velocidades de propagación de ultrasonidos previos y posteriores a la aplicación de los consolidantes, desglosando las técnicas de aplicación (aplicación por brocha y ascenso capilar) y diferencia de velocidad en porcentaje de estas aplicaciones para el mármol alterado (arriba) y para el mármol sano (abajo).

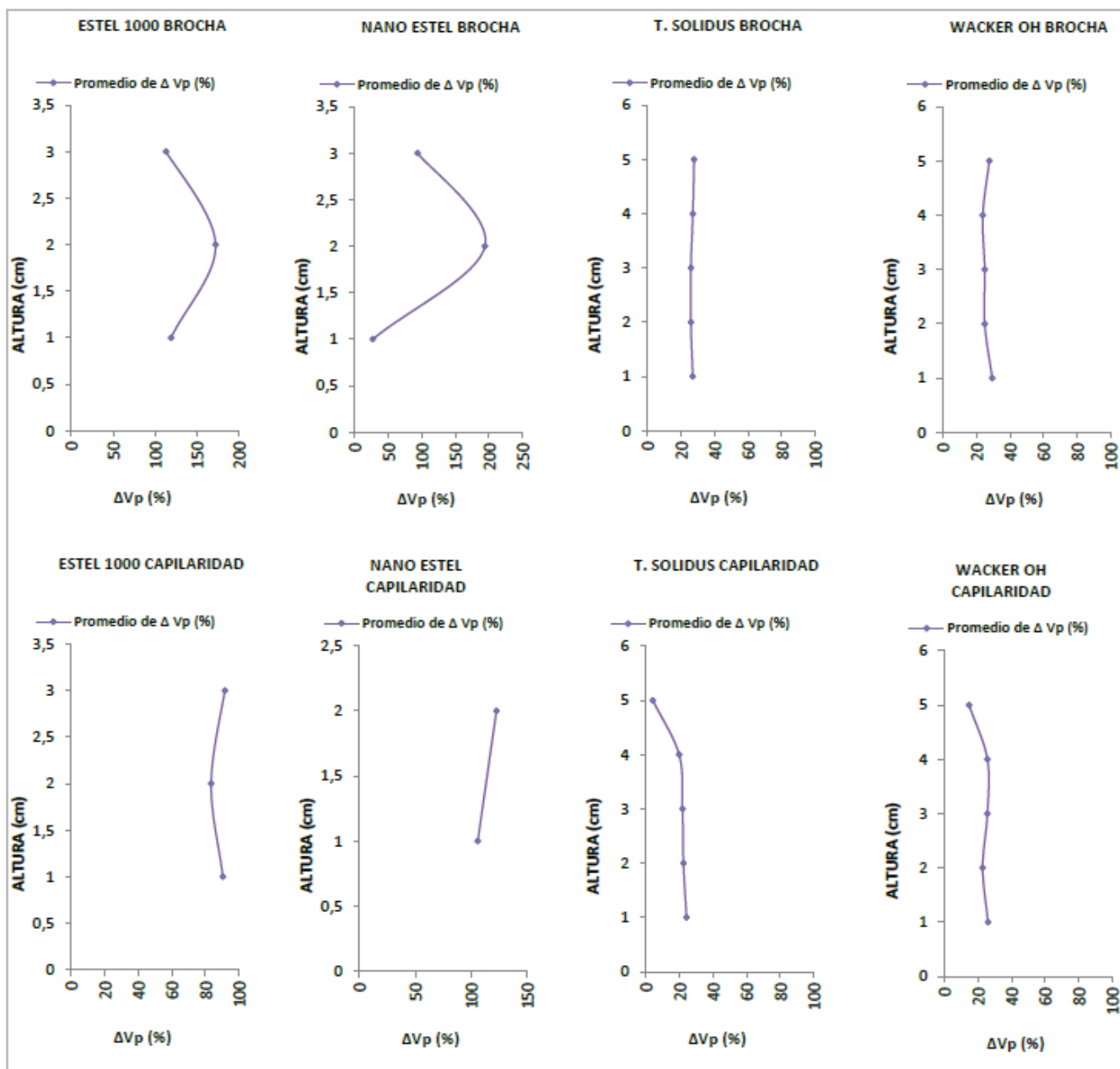


Figura 10.- Diferencia en porcentaje de los promedios de velocidades de propagación de ultrasonidos previos y posteriores a la aplicación de los consolidantes mediante brocha (arriba) y mediante ascenso capilar (abajo).

— Pruebas de idoneidad y eficacia de limpiezas

Para analizar los resultados de eliminación de coloraciones se han calculado las diferencias de color (ΔE^*), entre las superficies tratadas y sin limpiar. En la Figura 11 se muestran los valores de ΔE^* de cada uno de los tratamientos ensayados. Todos los tratamientos generan sobre las superficies pétreas cambios de color visibles al ojo humano que varían entre muy acusados y extremos.

Igualmente, los datos y registros recogidos muestran que, respecto a la eliminación de sales insolubles, el carbonato de amonio al 5% y la resina de intercambio de iones provocan un ligero incremento de L^* ; EDTA al 5%

y papeta AB57 han producido un incremento moderado y Carbonato de amonio y EDTA al 10% arrojaron un incremento considerable de L^* . También se han calculado las diferencias de color (ΔE^*), entre las superficies tratadas y sin limpiar. Todos los tratamientos generan sobre las superficies pétreas cambios de color visibles al ojo humano que varían entre evidentes y extremos.

Analizando los resultados obtenidos, se observa que todos los tratamientos ensayados eliminan en menor o mayor medida la presencia de sales insolubles [Figura 12]. No obstante, las diferencias de color (ΔE^*) para el carbonato de amonio al 5% es de carácter evidente, el de EDTA al 5% es muy evidente, siendo el resto de muy acusados a extremo.

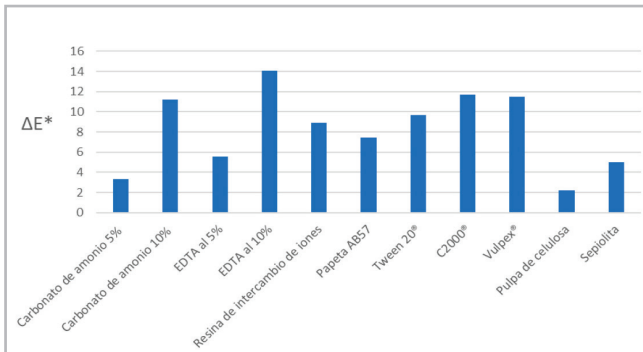


Figura 11.- Diferencia de color para cada uno de los productos de limpieza ensayados.

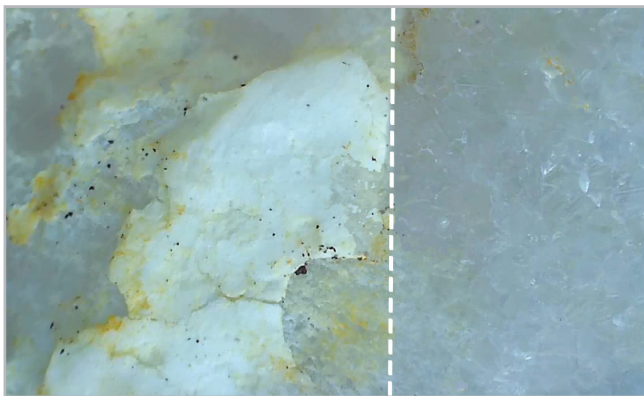


Figura 12.- Microfotografía del proceso de limpieza de sales insolubles para la evaluación de resultados.

— Pruebas de idoneidad y eficacia de hidrofugantes

El análisis de los valores medios del ángulo de contacto [Figura 13], indica que es Aquashield Active® el tratamiento que mayor ángulo de contacto produce, seguido de Wacker 290®, ambos por encima de 130 grados de media, mientras que Nano Silo W® y Silo 111® presentan ángulos de 113 y 104 grados, respectivamente.

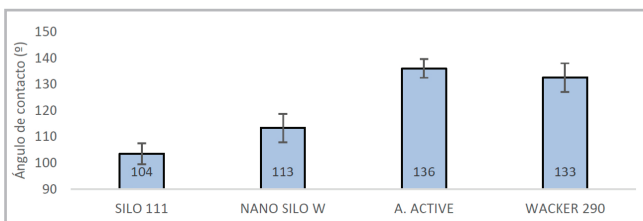


Figura 13.- Valores promedio de los ángulos de contacto obtenidos de los diferentes tratamientos aplicados sobre el mármol.

Respecto a los parámetros a*, b* y C*, todos los productos producen una ligera variación de estos, aumentando el parámetro C* (croma o saturación de color) en todos, siendo el Wacker 290® el que produce un mayor aumento, condicionado por el aumento del parámetro b*, es decir, un leve amarilleamiento de las muestras.

El análisis de los datos y gráficos recogidos ponen de manifiesto que, respecto al grupo de control, los tratamientos Aquashield Active® y Nano Silo W® provocan

un ligero aclaramiento de las superficies pétreas (ascenso en L*), mientras que el Wacker 290® y el Silo 111® provocan oscurecimiento (descenso en L*), mucho más acusado en este último.

Para clarificar y aunar estos resultados se han calculado las diferencias de color (ΔE*), entre las superficies tratadas y las del grupo de control. En la Figura 14 se muestran los valores de ΔE* con respecto al grupo de control de cada uno de los tratamientos ensayados.

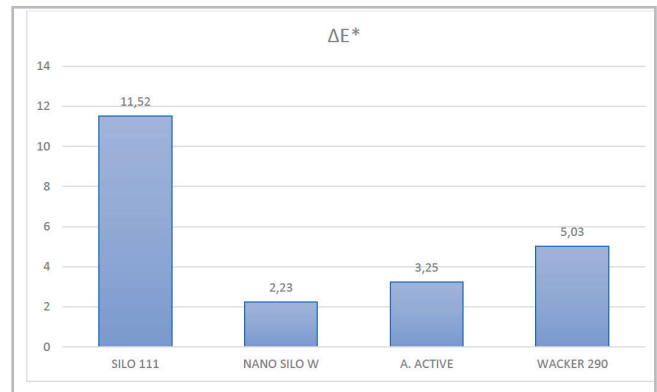


Figura 14.- Diferencia de color para cada uno de los tratamientos ensayados con respecto al grupo de control (blancos).

Los valores medios de permeabilidad al vapor de las probetas del grupo de control (blanco) y de aquellas ensayadas con los distintos hidrofugos, expresados a través del coeficiente de permeabilidad Kv' (20 °C), aparecen recogidos en la Tabla 5.

HIDROFUGANTE	Kv' (20 °C)	Diferencia de Kv'(20°C) respecto a blancos en valores absolutos	Diferencia de Kv'(20°C) respecto a blancos en porcentaje
Blanco	30.76 ± 13.20	0	0
SILO 111®	11.94 ± 5.49	18.83	-61.20
Nano Silo W®	24.04 ± 12.63	6.72	-21.85
Aquashield Active®	22.35 ± 15.54	8.41	-27.34
Wacker 290®	14.26 ± 6.49	16.50	-53.65

Tabla 5.- Valores de permeabilidad al vapor de las probetas del grupo de control y las ensayadas con los distintos hidrofugantes.

Analizando los resultados obtenidos, se observa que todos los tratamientos ensayados reducen en menor o mayor medida la permeabilidad al vapor del material pétreo, siendo menor esta reducción para los nanoparticulados: Nano Silo W® (-22 %), seguido de Aquashield Active® (-27 %). Los tratamientos que más reducen la permeabilidad son los silicoorgánicos: Wacker 290® (-54 %) y el que mayor reducción de permeabilidad provoca es Silo 111® (-61 %).

— Pruebas de idoneidad y eficacia de antigrafitis

Se ha procedido a la determinación de los parámetros colorimétricos de todas las probetas ensayadas y de las probetas del grupo de control, con el objeto de registrar

cuantitativamente las posibles modificaciones de color que los productos aplicados pueden generar sobre las superficies pétreas.

El análisis de los datos y gráficos recogidos ponen de manifiesto que, respecto al grupo de control, los tratamientos APP-S[®] y Tecnadis PRS Performance W[®] provocan un ligero aclaramiento de las superficies pétreas (ascenso en L*), mientras que el Art Shield 1[®] provoca un oscurecimiento muy ligero (descenso en L*) y el AGS[®] apenas modifica el parámetro L*. Respecto a los parámetros a*, b* y C*, todos los productos producen una variación de estos. El parámetro a* disminuye ligeramente en todos ellos, siendo más acusada esta disminución para el APP-S[®], AGS[®] y Art Shield 1[®]. El parámetro b* aumenta considerablemente en todos ellos (amarilleamiento) excepto para el Tecnadis PRS Performance[®], que provoca un aumento muy ligero de este parámetro, siendo el APP-S[®] el que mayor amarilleamiento provoca. El parámetro C* (croma o saturación de color) aumenta de igual modo que el parámetro b*, siendo el que menor aumento provoca el Tecnadis PRS Performance[®], seguido de AGS[®], Art Shield 1[®] y de APP-S[®]. Este último es el que mayor aumento de C* provoca.

Para clarificar y aunar estos resultados se han calculado las diferencias de color (ΔE^*), entre las superficies tratadas y las del grupo de control. En la Figura 15 se muestran los valores de ΔE^* con respecto al grupo de control de cada uno de los tratamientos ensayados.

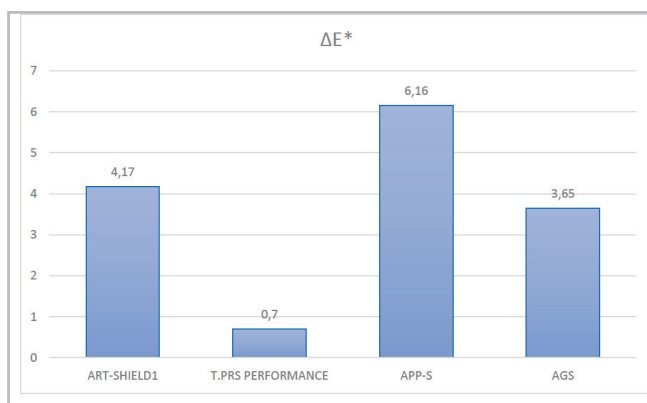


Figura 15.- Diferencia de color para cada uno de los tratamientos protectores ensayados con respecto al grupo de control (blancos).

Los resultados de este ensayo indican que el producto APP-S[®] presenta el mejor efecto protector. En esta probeta, la retirada de la pintura es completa sobre la zona de la superficie tratada. Los tratamientos protectores Art Shield 1[®] y AGS[®] permiten una retirada casi total en las zonas donde la capa de pintura es más intensa (zonas superiores), mientras que en las zonas donde la capa de pintura es menos intensa permanecen restos de pintura (zonas inferiores). Por su parte, en la superficie tratada con el producto Tecnadis PRS Performance[®] no se logra retirar apenas la pintura aplicada, únicamente

y de manera parcial en la zona inferior donde la capa de pintura presenta poca intensidad, quedando con un aspecto muy similar al de antes de la prueba de retirada del grafiti [Figura 16].

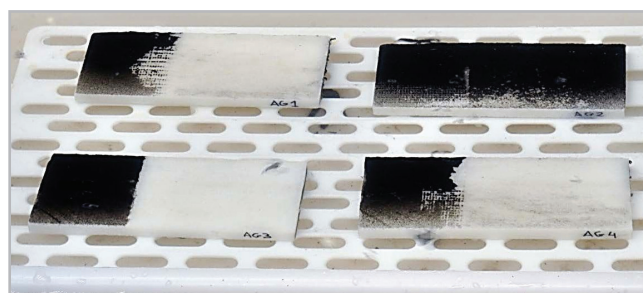


Figura 16.- Aspecto final de las probetas tras la retirada mediante inmersión en agua caliente y retirada mediante métodos mecánicos manuales (espátula de madera y cepillo manual). Todas las superficies tratadas, excepto aquella con el tratamiento Tecnadis PRS Performance[®] (arriba a la derecha) experimentan una retirada casi total de la pintura aplicada sobre la parte de la superficie tratada.

Conclusiones

El proceso de evaluación de los tratamientos propuestos ha establecido el conjunto de productos específicos que han resultado óptimos y compatibles con los materiales constituyentes de la fuente. No obstante, en el caso de los antigrafitis, todos los productos han producido un amarilleamiento perceptible por lo que no se prescribe este tratamiento ya que alteraría las propiedades estéticas y valores culturales del bien.

Los resultados obtenidos en las pruebas de consolidación ponen de manifiesto que el mármol estudiado sería susceptible de ser consolidado, con mejoras notables en la cohesión intergranular a tenor de los resultados obtenidos, con la aplicación del Nano Estel[®] (CTS). Entendemos que las nanopartículas consiguen la mejor diferencia en porcentaje de promedios de velocidad de propagación de ultrasonidos previos y posteriores a la aplicación de los consolidantes tanto su aplicación con brocha como por capilaridad [Figura 10].

Del análisis de los datos y gráficos recogidos muestran que, respecto a la eliminación de coloraciones, los tratamientos acuosos con tensoactivos a baja proporción han resultado más eficaces para un mismo intervalo de tiempo. Todos los productos han demostrado capacidad de limpieza por lo que se deduce que los depósitos superficiales están decohesionados o no penetran profundamente en el sustrato. Evidentemente, todas las limpiezas han generado sobre las superficies pétreas cambios de color visibles al ojo humano que varían entre muy acusados y extremos. Entonces, la elección de métodos acuosos responde a la necesidad de proteger la pátina noble del material pétreo, descartar el uso de sustancias cuyo pH pudiera interactuar con el mármol y responder a una limpieza controlable por el/la restaurador/a en un intervalo de tiempo razonable.

Igualmente, los datos y registros recogidos muestran que, respecto a la eliminación de sales insolubles, se observa que todos los tratamientos ensayados eliminan en menor o mayor medida la presencia de éstas. No obstante, las diferencias de color (ΔE^*) para el carbonato de amonio al 5% es de carácter evidente, el de EDTA al 5% es muy evidente, siendo el resto de muy acusados a extremo. El mayor peligro en el uso de las resinas catiónicas es su elevada afinidad con el compuesto básico de la fuente y su incapacidad de discriminar entre el calcio del estrato a eliminar y el calcio del mármol. Con su uso, además, se va incrementando la acidez de las superficies que resulta perjudicial para la integridad del soporte. De esta forma, se propone una limpieza de concreciones por medio de empacos de carbonato de amonio al 5% en agua desionizada que ofrece una diferencia de color más moderada y evitar el barrido de la pátina noble.

Tal y como evidencia el efecto perlado que adquieren las superficies de mármol tratadas frente al depósito de microgotas de agua, todos los tratamientos aplicados con función hidrorrepelente consiguen el fin perseguido: la hidrofugación efectiva de la superficie del mármol ($>90\%$). Comparando los diferentes tratamientos, se observa que los mejores resultados se obtienen con Aquashield Active® (136 ± 4), seguido de Wacker 290® (133 ± 6). El resto de los tratamientos adquieren ángulos de contacto menores, entre 113 ± 5 del Nano Silo W® y 104 ± 4 del Silo 111®. Según la experiencia acumulada en este tipo de ensayos, estos dos últimos son susceptibles de aumentar su eficacia con el transcurso del tiempo. Todos los tratamientos han modificado, en mayor o menor medida, el color original de la roca. Son visibles al ojo humano y varían desde ligeros a muy acusados. Este cambio de color se traduce en leves aclaramientos por unos tratamientos y por oscurecimientos moderados con la aplicación de otros. Las variaciones de saturación de color y matiz son muy ligeras, con un ligero aumento de saturación por parte de todos los tratamientos. Se ha observado que los menores cambios de color se producen con Nano Silo W® (ligeros), seguidos de Aquashield Active® (evidentes), mientras que los mayores cambios de color los producen Wacker 290® (muy evidentes) y Silo 111® (muy acusados). En este sentido cabe citar que, transcurridos 3-4 meses desde la aplicación de estos, la experiencia pone de manifiesto que suele producirse una recuperación parcial de los parámetros colorimétricos hacia los valores iniciales, por lo que, en cualquier caso, los cambios colorimétricos observados han de considerarse asumibles.

Igualmente, estos tratamientos modifican la transpirabilidad de la roca. Incluso en el caso que nos ocupa, una roca cristalina de baja permeabilidad, el tratamiento aplicado debe repeler el agua que procede del exterior, pero sin crear una barrera impermeable que impida la correcta transferencia de humedad del interior al exterior de la piedra. Atendiendo a los resultados obtenidos, todos los tratamientos aplicados generan una reducción de la permeabilidad al vapor en el mármol ensayado entre el 22-61 %, siendo los productos que menos reducen la

transpirabilidad el Nano Silo W® y el Aquashield Active® respectivamente.

Por lo tanto, atendiendo a la combinación de los resultados de hidrorrepelencia, variaciones cromáticas y reducción de permeabilidad al vapor, se recomienda la aplicación del Aquashield Active (Tecnan).

Tal como evidencia las pruebas de retirada de grafiti realizadas sobre las superficies del mármol tras la aplicación de los tratamientos protectores, aquellos productos específicos de protección antigrafiti ensayados consiguen el efecto protector deseado en mayor o menor medida, mientras que el tratamiento protector antimanchas no específico para grafitis no demuestra una protección eficaz frente a este tipo de agresiones. Comparando los diferentes tratamientos, se ha observado que los mejores resultados se obtienen con APP-S® (retirada completa del grafiti), seguido de Art Shield 1® y AGS® (retirada casi completa). El tratamiento nanoparticulado Tecnadis PRS Performance® no permite una retirada del grafiti efectiva siguiendo la metodología aplicada en el ensayo. Todos los tratamientos aplicados generan cambios de color (ΔE^*) visibles al ojo humano sobre la superficie del mármol, que en este caso varían desde el límite de detección del ojo humano a acusados. Este cambio de color se traduce variaciones de luminosidad muy ligeras en todos los tratamientos. En cambio, las variaciones de saturación de color y matiz varían de manera evidente en la mayoría de los tratamientos, con notables amarilleamientos de las superficies pétreas. Comparando los diferentes tratamientos aplicados, se observa que los menores cambios de color se producen con Tecnadis PRS Performance® (límites), seguidos de AGS® (evidentes), mientras que los mayores cambios de color los producen Art Shield 1® (muy evidentes) y APP-S® (acusados). Por lo tanto, si bien existen tratamientos antigrafiti con buenos resultados en lo que a la limpieza de estos se refiere, todos los productos ensayados y, en particular, los más efectivos, provocan un amarilleamiento de las superficies pétreas claramente visible al ojo humano, por lo que se desaconseja la aplicación de dicho tratamiento antigrafiti ya que éstos alterarían las características estéticas de la obra.

Referencias

- AGUIRRE GÓMEZ, MT. y CARRASCOSA MOLINER, MB. (2020). "Estudio del comportamiento hídrico y colorimétrico de un hidrofugante basado en nanopartículas", *Arché*, 13-14-15: 11-20.
- BACEIREDO RODRÍGUEZ, M. I. (2017). "Programa de conservación preventiva, mantenimiento y conservación curativa de las fuentes históricas del Real Alcázar de Sevilla". *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, 18: 89-107.
- BACEIREDO RODRÍGUEZ, M. I. (2019). "Restauración de las fuentes y bancos de las glorietas este y oeste del jardín de las damas del Real Alcázar de Sevilla". *Apuntes del Alcázar de Sevilla*, 19: 117-143

- BOSCH ROIG, L.; BALLESTER BORDES, M. J.; ROIG PICAZO, P. y BOSCH REIG, I. (2008). "Restauración de los materiales pétreos y estucos de la basílica de la Virgen de los Desamparados de Valencia", *Arché*, 33: 233-242.
- CANET COMPANY, N., MAS-BARBERÀ, X. y ALBIOL-IBÁÑEZ, J. (2021). "Ángel alado del Panteón familiar Pau-Simó (Cementerio General de Valencia). Casuística de deterioro y tratamiento restaurativo", *Ge-Conservacion*, 19(1): 45-61. <https://doi.org/10.37558/gec.v19i1.786>
- CARMONA QUIROGA, P. M. (2010). *Estudio del comportamiento de dos tratamientos antigraffiti como protectores de materiales de construcción: interacción antigraffiti-substrato, propiedades y durabilidad*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- DEL ORDI CASTILLA, B.; REGIDOR ROS, J. L. y PASÍES OVIEDO, T. (2010). "Revisión de tratamientos de limpieza de pintura mural arqueológica. Eliminación de concreciones carbonáticas", *Arché*, 4 y 5: 73-80.
- ESBERT ALEMANY, R. M., et al. (1997). Manual de diagnosis y tratamiento de materiales pétreos y cerámicos. Barcelona: Colegio de aparejadores y Arquitectos técnicos de Barcelona.
- ESBERT ALEMANY, R. M. y LOSADA ARANGURE, J. M. (2003). "Criterios de intervención en materiales pétreos". En *Bienes Culturales*, 2 Anexo. Madrid: Instituto del Patrimonio Histórico Español.
- FERREIRA PINTO, A. P. y DELGADO RODRIGUES, J. (2012). "Consolidation of carbonate stones: Influence of treatment procedures on the strengthening action of consolidants", *Journal of Cultural Heritage*, 13(2): 154-166. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2011.07.003>.
- FORT GONZÁLEZ, R. (2012). "Tratamientos de conservación y restauración de geomateriales: tratamientos de consolidación e hidrofugación". En *La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio*. Madrid: Programa Geomateriales. https://digital.csic.es/bitstream/10261/46806/1/Curso_Geomateriales_125_132.pdf [10/02/2023]
- GARCÍA ALCOCER, V.; JUSTE BALLESTA, J. y SORIA HERNANZ, E. (2017). "Conservation and restoration works of the Four Sewers Fountain in Daganzo (Madrid, Spain)". *Ge-conservación*, 11: 172-179. <https://doi.org/10.37558/gec.v11i0.470>
- GARCÍA PULIDO, D. (2012). "Rasgos inusuales de un espacio emblemático de Santa Cruz de Tenerife: la fuente de la plaza de Weyler (I)", *La Prensa. Revista semanal de EL Día*, 7 de julio: 2.
- GARCÍA PULIDO, D. (2012). "Rasgos inusuales de un espacio emblemático de Santa Cruz de Tenerife: la fuente de la plaza de Weyler (y II)", *La Prensa. Revista semanal de EL Día*, 14 de julio: 2.
- GARCÍA, O. y MALAGA, K. (2012). "Definition of the procedure to determine the suitability and durability of an anti-graffiti product for application on cultural heritage porous materials", *Journal of Cultural Heritage*, 13(1): 77-82. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2011.07.004>.
- GILBERT SANSALVADOR, L. (2016 y 2017). "La restauración de la fuente grande de Corpa (Madrid)". *Arché*. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV, 11 y 12: 221-228.
- ICOMOS (2003). *Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico*. https://www.icomos.org/images/DOCUMENTS/Charters/structures_sp.pdf [Consulta 04/02/2023].
- ISO 105 – A05 (1997). "British Standard, Textiles. Test for colour fastness. Part A05: Instrumental assessment of change colour for determination of grey scale setting".
- ISO 105 – J03 (1997). "British Standard, Textiles. Test for colour fastness. Part J03: Calculation of colour differences".
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE (2013). *Proyecto COREMANS: Criterios de intervención en materiales pétreos*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicación.
- MOSQUERA, M. J. (2013). "Nuevos productos para restauración y conservación del Patrimonio Cultural", *RIPAC*, 2: 153-172.
- PÁPAY, Z. y TÖRÖK, A. (2007). "Evaluation of the efficiency of consolidants on Hungarian porous limestone by non-destructive test methods", *Central European Geology*, (50)4: 299-312. <https://doi.org/10.1556/CEuGeol.50.2007.4.1>
- PASOLINI, S. (2012). "Il restauro del Perseo della Vasca dell'Isola del Giardino di Boboli". *Kermes*. 88: 21-30.
- SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ, A.-J.; GUITIÁN GARRE, M. F.; MATEOS REDONDO, F.; LOSADA LIMA, A. M.; PÉREZ VARGAS, I.; RANCEL RODRÍGUEZ, N.; SANTOS SANTANA, J. Y. y ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, J. A. (2023). "Estudios geológicos, biológicos y físico-químicos para la conservación y restauración de la fuente de la plaza Weyler (Santa Cruz de Tenerife, España)". *Conservar Patrimonio*. <https://doi.org/10.14568/cp27970>.
- SASSONI, E.; UGOLOTTI, G. y PAGANI, M. (2020). "Nanolime, nanosilica or ammonium phosphate? Laboratory and field study on consolidation of a byzantine marble sarcophagus", *Construction and Building Materials*, 262: 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120784>.
- TABASSO, M.L., y SIMON, S. (2006). "Testing methods and criteria for the selection/evaluation of products for the conservation of porous building materials", *Studies in Conservation*, 51: 67-82. <https://doi.org/10.1179/sic.2006.51.Supplement-1.67>
- UNE-EN 15802 (2010). "Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Determinación del ángulo de contacto estático".

UNE-EN 15803 (2010). "Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Determinación de la permeabilidad al vapor de agua (dp)".

UNE-EN 15886 (2011). "Conservación del patrimonio cultural. Métodos de ensayo. Medición del color de superficies".

UNE-EN 16581 (2016). "Conservación del patrimonio cultural. Protección superficial para materiales inorgánicos porosos. Métodos de ensayo de laboratorio para la evaluación de las prestaciones de los productos hidrófugos".

UNESCO (2000). *Principios para la Conservación y Restauración del Patrimonio Construido*. https://en.unesco.org/sites/default/files/guatemala_carta_cracovia_2000_spa_orof.pdf [Consulta 04/02/2023].

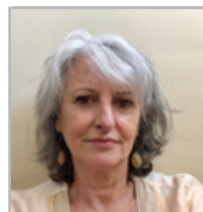
VIGLIANO, G. (2004). *Graffiti e antigrffiti*. https://www.graffiti-guard.it/fileadmin/Italian_PDF/TEST_CERTIFICATI_ITA/ICR_TEST_2004_WEB.pdf [Consulta 30/01/2023]

Autor/es



Antonio J. Sánchez Fernández
asanchez@ull.edu.es
Departamento de Bellas Artes (ULL)
<https://orcid.org/0000-0001-7134-1978>

Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Bellas Artes (ULL). Doctor por la Universidad de Sevilla donde también se licenció en Bellas Artes (especialidad en Conservación-Restauración de Bienes Culturales). Ha realizado intervenciones en distintas tipologías de bienes, muebles e inmuebles, con ejemplos en el ámbito arqueológico (Acinipo, Málaga) o en intervenciones globales (Capilla del Carmen, Cádiz). Ha participado en equipos profesionales para el estudio del Teatro Romano y las bóvedas de la Catedral de Málaga o los Baños de Dña. María de Padilla (Real Alcázar de Sevilla). Su desarrollo como investigador y profesional también ha estado vinculado al Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH), participando en el Proyecto Santo Cristo de la Salud (Málaga) y en la restauración de las esculturas del trono-baldaquino de la Virgen de la Victoria (Málaga). Ha publicado en revistas científicas, nacionales e internacionales, y sus líneas de investigación giran en torno a los métodos, criterios y sociología de la Restauración.



Fernanda Guitián Garre
fguitian@ull.edu.es
Departamento de Bellas Artes (ULL)
<https://orcid.org/0000-0003-2705-8133>

Es Doctora en Bellas Artes, Profesora Contratada Doctora de la Universidad de La Laguna-Departamento de Bellas Artes. Ha dirigido la empresa de Restauración de Obras de Arte, Cúrcuma, SL. Además de la preparación propia de la licenciatura en Bellas Artes-Especialidad Restauración, ha realizado la siguiente formación

específica: Ha trabajado para Patrimonio Nacional desde el año 1988 en obras de José Ribera, Lucas Jordán, Antonio Rafael Mengs, Corrado Giaquinto, Pellegrino Tibaldi, G. Bilbao, Ferrant, El Greco, etc. en distintos puntos de la península como, en el Real Monasterio de Tordesillas, Palacio de la Almudaina en Palma de Mallorca, Palacio Real de Madrid, Monasterio del Escorial, Palacio de El Pardo, etc. En 1991/92 le es concedida la beca a la Academia Española de Bellas Artes en Roma donde realizará la especialización en restauración de material lapídeo en el prestigioso centro de restauración: Instituto Centrale di Restauro (ICR) de Roma y trabajará con el ICROOM en las pinturas murales de Nicolo Circignani Il Pomarancio, (s. XVI). Trabaja desde el 2005 en obras de Oscar Domínguez pertenecientes a la colección de TEA. Desde el 2013 es Académica de Número de la Real Academia Canaria de Bellas Artes de San Miguel Arcángel (RACBA).



Félix Mateos Redondo
mateosfelix@uniovi.es
Universidad de Oviedo y la empresa GEA
ASESORÍA GEOLÓGICA

Ha desarrollado su actividad profesional e investigadora simultáneamente entre la Universidad de Oviedo y la empresa GEA ASESORÍA GEOLÓGICA, he trabajado paralelamente en diferentes campos de la geología:

- Conservación del Patrimonio: catedrales de Oviedo, León, Vitoria, Getafe, Palencia, Barcelona,... ; Sagrada Familia, Biblioteca Nacional, Prerrománico Asturiano, San Juan de los Reyes, Palacio del Pardo, Palau de la Música, Complutum, etc.
- Almacenamiento Geológico de CO₂: (2007-2012) Director de la Oficina Técnica del Programa de Almacenamiento Geológico de CO₂ de la Fundación Ciudad de la Energía (CIUDEN).
- Petrofísica: proyectos dentro del Departamento de Geología (ALIANCE, FUNMIG, I-STONE, INTERFASE, PERDURABLE,...) y en GEA (OXY-CFB-300, PORE-CO2, BACTEROSAL, SEDTRIGE,...).
- Geotecnia: consultor geotécnico, planificando y supervisando labores de reconocimiento geotécnico.



Juan A. Álvarez Rodríguez
jalvarer@ull.edu.es
Departamento de Bellas Artes (ULL)
<https://orcid.org/0000-0003-3737-5941>

Profesor Ayudante Doctor en el Departamento de Bellas Artes (ULL). Doctor por la Universidad de La Laguna, en la especialidad de Escultura. Experto en piedras volcánicas: creación y restauración por la Universidad de La Laguna. Premio Tenerife al Fomento y la Investigación de la Artesanía de España y América 2017 Cabildo de Tenerife. Mis líneas de investigación se centran, por un lado, en los aspectos conceptuales, criterios y aspectos históricos en torno a la Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural, y por otro, en la creación artística personal. Mi desarrollo como investigador está vinculado al G.I. Conservación y Restauración de la ULL. Como últimas publicaciones están: "El oficio de la piedra y su

conservación y restauración” ISBN-978-84-09-18862-8. Edita: Cabildo Insular de Tenerife y Ayuntamiento de La Orotava (2020). “Las Portadas de piedra del Casco Histórico de La Orotava, diseño, estructura, ornamentación, conservación y puesta en valor”. Premio Tenerife al Fomento y la Investigación de la Artesanía de España y América 2017. ISBN 978-09-22581-1. Edita: Cabildo Insular de Tenerife (2020). “Escultura Ornamental. Conjunto Histórico de La Orotava (Dibujos Científicos)” ISBN: 978-84-09-13332-1. Edita: Sociedad Cultural Liceo Taoro (2019).

Artículo enviado 12/02/2023
Artículo aceptado el 20/06/2023



<https://doi.org/10.37558/gec.v24i1.1183>