

ELIMINACIÓN DE PINTURAS EN AEROSOL SOBRE SOPORTES POROSOS. REVISIÓN DE METODOLOGÍAS Y NUEVAS PROPUESTAS.

**Tesis de Máster presentada por Abraham Reina de la Torre
Tutor: Dr. José Luis Regidor Ros**



**DEPARTAMENTO DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE BIENES CULTURALES
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

RESUMEN

El presente trabajo de investigación ha sido desarrollado como parte de los objetivos del “Máster Oficial en Conservación y Restauración de Bienes Culturales” (Departamento de CRBC) como “Tesis final de Máster”, y ha sido dirigido por el Dr. José Luís Regidor Ros. El mencionado trabajo, que lleva por título “Eliminación de pinturas en aerosol sobre soportes porosos - Revisión de metodologías y nuevas propuestas”, se ha centrado en el estudio de uno de los males más latentes en la mayoría de los centros históricos de nuestras ciudades: el fenómeno del grafiti. La finalidad que se persigue es la de investigar nuevas alternativas que permitan erradicar sus consecuencias sin afectar a la superficie sobre la que han sido aplicados.

Para abordar esta útil y necesaria propuesta partiremos del análisis y estudio de los edificios afectados, monumentos en su totalidad. Dicho análisis tendrá sus límites marcados, pues se centrará única y exclusivamente en aquellos puntos que de un modo u otro competan al restaurador.

En un segundo paso se estudiará lo relacionado con el grafiti: las resinas sintéticas, el grafiti como fenómeno social y un estudio sobre los métodos empleados hasta la actualidad para su eliminación. Desde aquí y partiendo de una revisión de las técnicas de limpieza de superficies murales, se desarrollará un proceso experimental que pretende dar, como adelantábamos, con una metodología no agresiva para tratar las superficies afectadas de una manera eficiente.

ABSTRACT

This essay supervised by the Dr. José Luis Regidor Ros and entitled “Graffiti removal from porous supports: revision of methodologies and new proposals”, focuses in the study of one of the most habitual damages in the old quarters of our cities: the graffiti. We are aimed to investigate new alternatives to let us eradicate their consequences without affecting surfaces.

To tackle this necessary proposal we will start from an analysis and study on the affected buildings, monuments all of them (style, constitutive materials affected by graffitis and state of conservation in general). This study has its limits clearly defined, because it will be centered just in those themes which are incumbent on conservators.

Matters about graffiti are studied in a second stage: synthetic resins, graffiti as a social fact and a study on the current methods to remove them. From here and starting from a revision of mural surfaces cleaning techniques, an experimental will be developed and it will be aimed to find a way to work with affected surfaces on an efficient mode.

RESUM

Aquest treball d'investigació ha sigut desenvolupat com a part dels objectius del "Màster Oficial en Conservació i Restauració de Béns Culturals" (Departament de CRBC) i com a "Tesi final de Màster", i ha estat dirigida pel Dr. José Luis Regidor Ros. L'esmentat treball, titulat "Eliminació de pintures en aerosol sobre suports porosos – Revisió de metodologies i noves propostes", s'ha centrat en l'estudi d'un dels mals més present en la majoria de centres històrics de les nostres ciutats: el fenomen del graffiti. La finalitat que es persegueix és la d'investigar noves alternatives que permeten eradicar-ne les conseqüències sense afectar a la superfície sobre la que han estat aplicats.

Per a abordar aquesta potser ambiciosa però també útil i necessària proposta partirem de l'anàlisi i estudi dels edificis afectats, monuments en la seua totalitat (estil, materials constitutius afectats per les pintades i estat de conservació general). Aquest anàlisi tindrà els seus límits marcats ja que es centrarà únicament i exclusivament en aquells punts que d'un mode o altre competeixen al restaurador.

En un segon pas s'estudiarà el relacionat amb el graffiti: les resines sintètiques, el graffiti com a fenomen social i un estudi sobre els mètodes emprats fins a l'actualitat per a la seua eliminació. Des d'ací i partint d'una revisió de les tècniques de neteja de superfícies murals, es desenvoluparà un procés experimental que pretén donar, com avançàvem, amb una metodologia no agressiva per a tractar les superfícies afectades d'una manera eficient.

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
RESUM.....	7

INTRODUCCIÓN.....	11
-------------------	----

OBJETIVOS	13
-----------------	----

CAPÍTULO 1. EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE VALENCIA: EVOLUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES.

1. EVOLUCIÓN URBANA DEL CENTRO HISTÓRICO DE VALENCIA	17
1.1 Los orígenes de la ciudad	17
1.2 El distrito de Ciutat Vella	17
2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS PRINCIPALES MONUMENTOS DEL CENTRO HISTÓRICO DE VALENCIA. ANÁLISIS AL ESTADO DE CONSERVACIÓN.	21
2.1 Disposición de materiales	21
2.2 Materiales presentes en la construcción y ornamentación de las fachadas: análisis técnico	28
2.2.1 Piedra.....	28
2.2.2 Estucos	30
2.2.3 Cerámica.....	32
2.3 Estado de conservación: presencia de pintadas en las fachadas	34

CAPÍTULO 2. EL TRATAMIENTO DE LOS GRAFFITI: REVISIÓN DE TÉCNICAS DE LIMPIEZA.

1. EL GRAFFITI COMO FENÓMENO SOCIAL	41
1.1 El término <i>graffiti</i>	41
1.2 Evolución del fenómeno del graffiti	41
2. LAS RESINAS SINTÉTICAS Y SU EMPLEO EN LA ELABORACIÓN DE PINTURAS EN AEROSOL	43
2.1 Los polímeros.....	43
2.2 Propiedades de los polímeros	43
2.3 Las pinturas en aerosol: aglutinantes	45
3. TRATAMIENTOS ACTUALES PARA LA ELIMINACIÓN DE PINTURAS EN AEROSOL: UNA REVISIÓN METODOLÓGICA.....	48
3.1 Los criterios de intervención	48
3.2 Principales métodos de limpieza empleados en la actualidad	50
3.2.1 Métodos de limpieza de tipo mecánico	50
3.2.1.1 Proyección de abrasivos en seco.....	51
3.2.1.2 Microabrasión	51
3.2.1.3 Proyección de abrasivos en húmedo	52

3.2.1.4 Agua y cepillado manual	52
3.2.1.5 Proyección de agua a presión	52
3.2.2 Métodos de limpieza de tipo físico-químico.....	53
3.2.2.1 Disolventes orgánicos	53
3.2.2.2 Sustancias modificadoras del pH	54
3.2.2.3 Productos tensoactivos, emulsiones y microemulsiones. Aparición de los sistemas nanotecnológicos.....	54
3.2.2.4 Soportantes y espesantes: fibras de celulosa, arcillas y sistemas gelificados.....	55
3.2.2.5 Productos comerciales para eliminación de sprays y graffitis.....	56
3.2.2.6 Otros productos aplicados contra graffitis	56
3.2.3 Métodos experimentales.....	57

CAPÍTULO 3. PROCESO EXPERIMENTAL: HACIA LA BÚSQUDA DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA

1. ELABORACIÓN DE PROBETAS Y REPRODUCCIÓN DE PATOLOGÍAS	61
2. ANÁLISIS PREVIOS DE LABORATORIO	63
2.1 Estudio colorimétrico y de superficie	63
2.2 Análisis físico-químicos.....	63
2.3 Medición de la absorción de las superficies	63
3. ENSAYOS DE LIMPIEZA.....	65
3.1 Microabrasión.....	65
3.2 Tests con disolventes.....	65
3.3 Soportantes y espesantes: geles de disolvente, arcillas, fibras de celulosa, soluciones micelares y microemulsiones	65
3.4 Productos “quita-pinturas”	66
4. ANÁLISIS FINALES	67
5. RESULTADOS	67
5.1 Resultados de los ensayos de limpieza.....	67
5.2 Resultados de los análisis de superficies	69
6. CONCLUSIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	76

INTRODUCCIÓN

Numerosos son los ejemplos en la actualidad de edificios antiguos de los cascos históricos de las ciudades que han sufrido las agresiones del ser humano mediante la aplicación de pintadas y graffitis. Se trata de grupos sociales generalmente marginales que encuentran en esta práctica un medio de difusión de ideales o simplemente una actividad alternativa de ocio. Pese a ser una práctica ilegal penada por la ley (en el caso de edificios protegidos), ésta normalmente se realiza sobre los paramentos exteriores, puesto que son los puntos de mejor acceso para el hombre, y por esto mismo, suelen localizarse en las zonas bajas de los edificios.

Mientras que algunos de los inmuebles sufren la agresión sobre la propia piedra, otros, decorados mediante policromías (variedad de ejemplos encontramos de piedras coloreadas mediante almagras) o incluso pinturas murales, sufren éstas injerencias sobre el material decorativo mencionado, suponiendo un problema de mayor dificultad para su resolución. La realidad es que en muy pocas ocasiones se recurre a personal cualificado para la eliminación de las pintadas, siendo las brigadas locales de mantenimiento urbano las que solucionan estos problemas. Éstos, carentes de conocimientos específicos, se guían por criterios y metodologías que en muy pocas ocasiones respeta la integridad de la obra, dando lugar en muchos casos a abrasiones exageradas del soporte pétreo, permanencia de residuos de pintura sobre el mismo o aplicación de lechadas de cemento o pintura que perseveran en el desfavorecimiento de la apariencia y conservación del monumento.

Por todo lo anterior se cree necesaria la investigación planteada en este trabajo, puesto que no existe un estudio específico que abogue por una solución a los problemas que las pintadas plantean. Las metodologías existentes, centradas principalmente en la proyección de abrasivos y aplicación de disolventes, requieren de una actualización de criterios y metodologías, puesto que en los últimos años han sido desarrolladas nuevas tecnologías de limpieza que pueden dar óptimos resultados en nuestro caso de estudio. Los objetivos que en el próximo apartado se exponen son la consecuencia de todas las ideas expuestas en este punto.

OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto, y como ya venía adelantado en líneas anteriores, persigue obtener una metodología adecuada para llevar a cabo la limpieza sobre diversos materiales porosos de tipo pétreo (morteros, piedra y ladrillo) policromados o no, cuando éstos han sido agredidos en actos vandálicos mediante pintadas a base de pinturas en aerosol.

Para alcanzar el objetivo anterior, se propone estudiar previamente todos aquellos factores que directa o indirectamente tienen que ver con la problemática a fin de obtener unas conclusiones rigurosas. De este modo, uno de los objetivos principales será analizar los objetos y materiales que son susceptibles de recibir pintadas, de modo que las propuestas de tratamiento estén acorde a las necesidades de los mismos.

Del mismo modo, se hace necesario conocer qué tipo de materiales se emplean para la fabricación de las pinturas en spray, por lo que aquí se plantea un nuevo objetivo. Al igual que ocurría antes, a partir del conocimiento de la materia a eliminar es posible plantear la metodología, de este modo que se puedan conseguir resultados óptimos y acertados.

Es objetivo de esta investigación realizar una revisión de técnicas de limpieza de superficies murales, tanto de las más tradicionales como de los últimos avances, de modo que a partir de aquí sea posible acotar de entre la variedad de medios aquellos que más se aproximan a nuestras necesidades. De este modo, y partiendo desde este último punto, se pretende obtener conclusiones en torno a la posibilidad de una mejora de metodologías.

Del punto de anterior se desprende un nuevo objetivo, importante en este trabajo, consistente en la elaboración de probetas que reproduzcan las patologías para seguidamente experimentar con su remoción mediante ensayos de laboratorio y pruebas de limpieza. De este punto obtendrán principalmente las conclusiones de este estudio.

Es finalmente objetivo de este trabajo, puesto que se entiende que cualquier labor de investigación debe favorecer el avance de la sociedad y el desarrollo, proceder a la difusión de los resultados con el fin de contribuir a la mejora de procedimientos en lo relativo a la salvaguarda del patrimonio histórico-artístico.



CAPÍTULO 1.

EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE VALENCIA: EVOLUCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS EDIFICACIONES.

1. EVOLUCIÓN URBANA DEL CENTRO HISTÓRICO DE VALENCIA

1.1 Los orígenes de la ciudad

Desde su fundación en el año 138 antes de Cristo hasta nuestros días, muchos son los cambios que la ciudad de Valencia ha experimentado. Recientes excavaciones arqueológicas han mostrado evidencias de los primeros asentamientos en esta ciudad, que con el tiempo evolucionarían a construcciones más sólidas. Del mismo modo, la ciudad pronto conseguiría prosperidad e incluso conseguiría acuñar moneda propia¹.

Los inicios del urbanismo en la Valencia primitiva han sido localizados en la zona de la actual Plaza de la Virgen, donde se interceptaban las principales vías de la ciudad: cardo (actuales calles de Navellos y Miguelete) y decúmanus (calle Caballeros y calle del Almudín)². Se debe señalar además que este núcleo principal de la ciudad romana también coincidiría posteriormente con la medina musulmana, aunque si bien ampliándose ligeramente hacia el sur. La mezaquita mayor musulmana estuvo ubicada en la actual catedral³.

Ya en la época cristiana, y continuando con la expansión urbana, la ciudad experimentó un sustancial crecimiento que continuaba hacia el sur, pues al norte veía su límite con el río. Con la conquista de Jaime I en 1234 y la expulsión de los musulmanes se pondría fin a su dominio en la ciudad, y pronto se manifestaría en las edificaciones la impronta del cristianismo. Con el avance de los años Valencia consiguió prosperidad económica, erigiéndose construcciones⁴ como las Torres de Serranos (1392) o la Lonja de la Seda (1482).

Un siglo después de la conquista la ciudad de Valencia seguía conservando las mismas características urbanas que poseía en la época musulmana, si bien su estructura se vio en parte alterada por la implantación de iglesias y conventos de nueva construcción y por la conversión de las antiguas mezquitas en iglesias cristianas⁵, y también por la edificación de construcciones públicas y la sustitución de las casas de tipo árabe por otras de tipo cristiano⁶.

1.2 El distrito de Ciutat Vella

Debido a la complejidad sufrida en su crecimiento y a la amplitud de edificaciones existentes en la ciudad de Valencia, así como a las características de este trabajo, debemos poner límites a esta breve revisión y por ello únicamente será analizado el distrito de Ciutat Vella, que actualmente se encuentra conformado por los barrios de La Seu, La Xerea, El Carmen, El Pilar o Velluters, El Mercat y Sant Francesc (figura 1).

¹ Véase VV.AA., Historia de la Ciudad de Valencia. Los orígenes. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 2009. Consulta 27-04-09 < www.valencia.es >

² SIMÓ, Trinidad. Valencia centro histórico. Valencia: Institución Alfonso el Magnánimo, 1983. ISBN: 84-00-0456-3. Pp. 23-24.

³ *Ibidem*.

⁴ AA.VV. Historia de la Ciudad de Valencia. Época feudal. Disponible en www.valencia.es [consulta 27-04-09].

⁵ Véase SANCHIS GUARNER, Manuel. La ciutat de València. Valencia: Excelentísimo Ayuntamiento de Valencia, 1983. ISBN: 84-500-4834-6. P. 92

⁶ *Ibidem*. Pp. 91-92

Aquí, un pasado cambiante es el responsable de la actual configuración de calles y edificios. Las zonas de la Seu y la Xerea conforman los barrios más antiguos de la ciudad, sobre todo en el caso de La Seu, configurado entorno a la Catedral y la Basílica de la Virgen. Al mismo tiempo, es la zona de Valencia que cuenta con mayor número de monumentos. Los límites de este barrio⁷ vendrían marcados al norte por el rio, con las Torres de Serranos, que conformaron la entrada principal en la muralla musulmana, al oeste por la calle Serranos hasta llegar a la calle caballeros, las plazas de la Virgen y de Zaragoza, y al sur la calle de la Paz, hasta llegar a la intersección con la calle del general Tovar-Plaza de Tetuán (incluyendo la manzana de Capitanía-Convento de Santo Domingo) por el este.

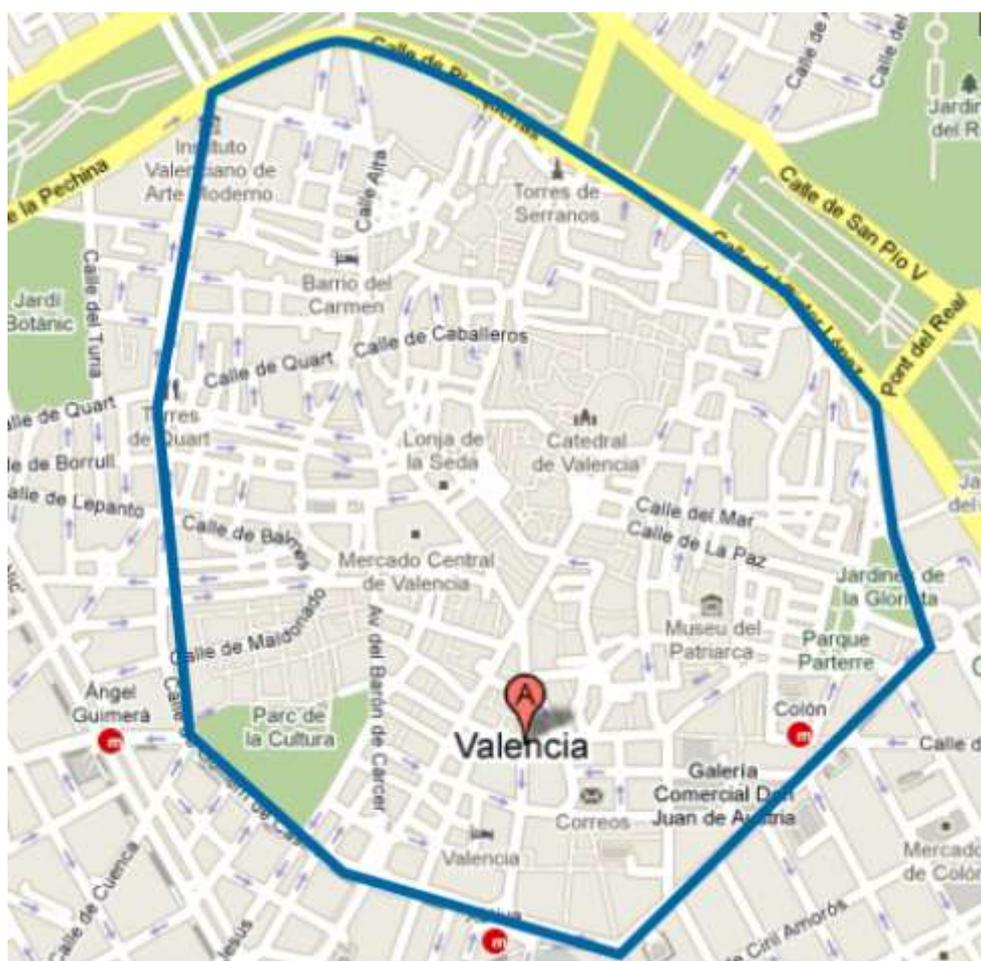


FIGURA 1. Estructura actual del distrito de Ciutat Vella, con los barrios que actualmente lo conforman. Plano de Valencia, Google Maps España. 1:200. 19 Noviembre 2009. < <http://maps.google.es/> >

Tras las esquemáticas pinceladas expuestas en el apartado anterior sobre los orígenes de la ciudad de Valencia desde su fundación hasta el fin de la época musulmana, cabe decir además

⁷ Aunque en realidad se trata de dos barrios distintos (Barrio de La Seu, Barrio de la Xerea) la actual distribución urbanística parece juntarlos en uno solo.

de este barrio que ya en época cristiana, durante el siglo XIV⁸, se abren dos puertas en la ciudad, la del Real y la del Mar, y es además en este momento que se construyó la muralla cristiana⁹. Fue por entonces cuando se abrió la calle del Mar, la cual comunicaba la puerta anteriormente mencionada con el centro de la ciudad. A lo largo de su extensión fueron levantados diferentes palacios urbanos¹⁰ de los que ya hoy quedan pocos, y la mayoría con intervenciones arquitectónicas importantes del siglo XVIII y XIX¹¹. Con la llegada de los cristianos este barrio comenzó a poblarse de iglesias, como la de San Esteban o la de San Andrés (góticas de origen). También de conventos, como por ejemplo el del Temple, Santo Domingo y el de la orden de Malta (actual iglesia de San Juan del Hospital). Aparecieron también cofradías por este momento¹².

El barrio que Jaime I cedió a los musulmanes tras la conquista se ubicó, según Trinidad Simó, en la actual calle de la Paz, y poco después se ampliaría hacia la actual zona del Patriarca y la Universidad¹³. La muralla cristiana, construida precipitadamente en la segunda mitad del siglo XIV, incluyó los rabeles existentes en la ciudad. Quizá la puerta de acceso más conocida de esta muralla fue la de Serranos, y se construyó poco tiempo después del inicio de esta (última década del siglo XIV).

Existía también el arrabal árabe de la Xerea (en principio poblado por emigrantes) que tras levantarse la muralla cristiana quedó incluido en su interior. Será en el XVII cuando se refuercen las características de religiosidad del barrio con la construcción de nuevos conventos, capillas, colegios religiosos, etc. En esta época San Esteban sufre una remodelación de estilo barroco. Pero las modificaciones más importantes experimentadas por este barrio no acontecen hasta el siglo XVIII y XIX, con la llegada de los Borbones y el reforzamiento del poder real central. Debido a la presencia del Palacio Real y el bastión defensivo en la Puerta del Mar, la zona contó con una nueva función, la de albergar al Capitán General, a la vez que se fortalecía y ampliaba el viejo núcleo militar, denominado desde

⁸ No olvidemos que el edificio sin duda más importante de la ciudad fue iniciado por esta época también sobre una antigua mezquita musulmana. Nos referimos obviamente a la Catedral, que aunque fue inicialmente proyectada según la austeridad que marcaba la orden del Císter, pocos años después sería continuada según el estilo gótico francés, mucho más suntuoso. Véase SANCHIS GUARNER, Manuel. La ciutat de València. Valencia: Excelentísimo Ayuntamiento de Valencia, 1983. ISBN: 84-500-4834-6. Pp. 96-98.

⁹ SIMÓ, Trinidad. Óp. cit. P. 26

¹⁰ Conocemos como palacio a cualquier edificio suntuoso que pueda cumplir una función residencial, pública y administrativa. Etimológicamente, el término proviene de una de las siete colinas de Roma, el Palatino, donde se levantó la residencia de Augusto. Por extensión ha venido siendo empleado para designar a todas aquellas edificaciones que poseen un carácter grande y suntuoso. Este tipo de construcciones ha sufrido su correspondiente evolución durante las diferentes épocas, pero será a partir del Renacimiento cuando su número y diversidad se vean aumentados. DE LA PLAZA ESCUDERO, Lorenzo *et al.* Diccionario visual de términos arquitectónicos. Madrid: Cátedra – Grandes temas, 2008. ISBN: 978-84-376-2506-5. P. 356.

El surgimiento de este tipo de edificios viene condicionado por la forma de vida y la situación en las urbes. El centralismo oficial determina la política y también, cada vez en mayor medida, la vida en las ciudades durante los siglos XVII y XVIII. Estos palacios nobles suelen ser de tipo cerrado, con un patio generalmente grande en el centro y grandes estancias en la planta principal, quedando las zonas superiores reservadas normalmente a la servidumbre. VOGEL, Gunther y MÜLLER, Werner. Atlas de arquitectura 2 – Del Románico a la actualidad. “El palacio urbano en el Barroco”. Disponible en <http://www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/x-modern/bar-pal.htm> [consulta 03-09-09].

¹¹ SIMÓ, Trinidad. Óp. cit. P. 26

¹² *Ibidem*

¹³ *Ibidem*

entonces Ciudadela. Esta serie de hechos revitalizaron la zona y atrajo a parte de la nobleza y alta burguesía que establecieron en este lugar su sitio de residencia¹⁴.

La actual plaza de Tetuán es la que albergó la mayor parte de estos palacios construidos o remodelados en el siglo XVIII, algunos de los cuales se verán a su vez transformados durante los siglos XIX y XX en viviendas unifamiliares y también de propiedad horizontal y de alquiler. La calle Trinquete de Caballeros es una de las que más se impregnó del gusto decimonónico y la calle del Mar fue de las primeras en recibir el afincamiento de las primeras entidades bancarias (Banco de España).

La delimitación del barrio del Carmen es quizás más sencilla que en el caso anterior debido a la rectitud de sus fronteras: el río por el norte, Caballeros-Quart por el sur, Calle de Serranos por el este y la antigua ronda de murallas con las Torres de Quart por el oeste (actual Guillem de Castro). De este barrio destacaremos las Torres de Quart y las de Serranos, como ya se ha mencionado antiguas entradas de las murallas a la ciudad; la Iglesia del Carmen, con fachada de tipo retablo del siglo XVII; y el Portal de la Valldigna (s. XV), perteneciente a la muralla árabe.

El barrio de Velluters o del Pilar es uno de los dos que se encuentran enfrentados al barrio del Carmen, con el límite marcado por el eje calle Quart-Caballeros. Al oeste está limitado por la ronda de Guillem de Castro y al este por las calle Bolsería y Avda. Barón de Cárcer. En este barrio encontramos también diferentes iglesias, como la del Pilar o la presente en las Escuelas Pías, edificios de viviendas, y numerosos palacios urbanos y elementos urbanísticos como los Jardines de Parcent.

El barrio del Mercat se encuentra contiguo al barrio de Velluters, extendiéndose desde el límite marcado anteriormente en la calle Bolsería y delimitado así mismo por la calle caballeros, plaza Zaragoza y Calle San Vicente Mártir. Dentro del barrio fueron construidos edificios tan importantes como La Real Parroquia de los Santos Juanes (con decoración interior del siglo XVII), la Lonja de la Seda (S.XV), Iglesias como Santa Catalina o la Compañía de Jesús, mercado central, etc. Quizá el nombre del barrio se deba a la gran concentración comercial que albergó en su interior, que duró hasta bien entrado el siglo XX¹⁵.

Llegados a este punto, únicamente nos quedaría por referenciar el barrio de Sant Francesc, donde actualmente se encuentra el ayuntamiento de la ciudad. Su estructura es de calles algo más anchas, largas y ordenadas que en los barrios anteriores, y los límites conforman una especie de romboide. La calle la Paz es el límite al Norte, San Vicente lo es al oeste, la Calle Xàtiva lo es al sur, mientras que Colón y la Puerta del Mar lo son al este. En este recinto se desarrollan actualmente actos importantes debido a la presencia de la casa de la ciudad, como los falleros en la Plaza del Ayuntamiento, o los propios de la festividad del 9 de Octubre. La tipología de edificios que más aflora en esta zona son los de tipo administrativo, servicios y de viviendas, sin faltar los de tipo religioso.

¹⁴ *Ibidem*

¹⁵ SIMÓ, Trinidad. Óp. cit. P. 173

2. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LOS PRINCIPALES MONUMENTOS DEL CENTRO HISTÓRICO DE VALENCIA. ANÁLISIS AL ESTADO DE CONSERVACIÓN.

2.1 Disposición de materiales

Realizando un plácido paseo por cualquier ciudad mediterránea nos es posible, además de deleitarnos con su rico patrimonio arquitectónico, determinar las características constructivas más destacables de los edificios históricos que las conforman y el paralelismo que estas ofrecen de unos edificios y ciudades a otros/as.

Llegados a este punto y en esta misma línea, lo que nos interesa más en este apartado de la totalidad del edificio histórico son sus características constructivas. Por ello, analizando superficialmente sus paramentos podemos apreciar de un vistazo cuáles han sido los materiales más empleados a lo largo de las épocas así como su disposición en el muro. Así, el material constructivo por excelencia ha sido la piedra, generalmente empleada con forma de sillar (posee forma de paralelepípedo, con sus caras talladas), pero no han faltado el ladrillo de pasta cerámica y los morteros. Con el fin de facilitar su visualización, veamos mejor esta breve clasificación de un modo esquemático:

- A) **Materiales constructivos:** lo han sido la piedra, generalmente calizas y areniscas en la zona mediterránea, así como el ladrillo de pasta cerámica cocida y los revestimientos murales (mortero, estuco y tapial valenciano), con casos puntuales de plafones cerámicos decorativos.
- B) **Aparejos según tipo de sillares:** el más empleado ha sido el de tipo pseudoisódomo, con hiladas que alternan diferentes alturas¹⁶. El de tipo isódomo ha sido también empleado aunque en menor medida que el anterior.
- C) **Aparejos según presentación de los materiales:** destaca el empleo de los aparejos a soga, donde el lado largo del sillar es paralelo a la pared presentando al mismo tiempo más resistencia en sentido vertical¹⁷, y los aparejos a soga y tizón, donde las piezas se disponen alternándose una en sentido paralelo al muro y otra en sentido perpendicular.

Las construcciones antiguas de las que hablamos en este trabajo, si bien se ciñen en mayor o menor grado al empleo de los materiales constructivos y manera de disponerlos anteriormente mencionados, es cierto que pueden ofrecer también multitud de combinaciones. De este modo, y por ofrecer algunos ejemplos encontramos:

- I) Monumentos elaborados a base de **tapial** de tipo valenciano (construcciones tempranas, medievales básicamente), que al fin y al cabo suponen el empleo de un mortero y ladrillo de barro cocido, con lo que tenemos la combinación de dos materiales distintos. Un ejemplo lo encontramos en el Almudín de Valencia, que consta de un patio porticado que se encuentra anexo al antiguo Peso Real y cuenta además con pinturas murales en su interior que representan motivos típicos de la iconografía

¹⁶ PERELLÓ, Antonia María. Las claves de la arquitectura [en línea]. Barcelona: Ed. Planeta, 1994 [fecha de consulta: 20 de octubre de 2009]. Disponible en:

http://www.almudron.com/arte/arquitectura/claves_arquitectura/ca_02/ca_022/arquitectura_022.htm

ISBN: 84-320-9697-0

¹⁷ DE LA PLAZA ESCUDERO, Lorenzo *et al.* Op. cit. Pp.54-55

popular de los siglos XVII-XVIII. Actualmente en su interior se celebran exposiciones temporales.

- II) Monumentos donde los paramentos están elaborados a base de **mampostería**, reservándose la **pedra** labrada mediante tallado regular para disponerla en las esquinas a modo de cadena¹⁸ o no, y en muchos casos también reservada a la puerta de acceso principal del edificio, formando arcos y generalmente conteniendo además bellos escudos de tipo heráldico. El paramento generalmente se recubre con **mortero** liso con el fin de embellecer su acabado, o incluso en algunos casos estucos y **pinturas murales**. Por citar algún ejemplo valenciano, este tipo de tendencia se seguía principalmente en los antiguos palacios de tipo urbanos, que actualmente son edificios de viviendas o sedes administrativas:
- Palacio de los Català de Valeriola: en este edificio, recientemente restaurado, observamos cómo se recurrió a la piedra para recubrir el exterior de la planta baja del edificio mientras que el resto posee decoración mural a base de pinturas, que en la fachada principal son de tipo arquitectónico y en la parte trasera además incluyen motivos vegetales (jarrones).
 - Palacio de Cerveró: la última intervención importante sufrida por este edificio data del siglo XVIII. Combinaba hasta hace poco tiempo la piedra en las zonas importantes (esquinas, zócalo y portada) con un mortero liso en el resto de la fachada.
- III) Monumentos donde se han empleado materiales más nobles como la **pedra** de mármol y el **estuco**. El ejemplo en este caso es claro y acude rápidamente a la mente del lector: el Palacio del Marqués de dos aguas (figura 2). En este edificio del siglo XVIII se recurrió a la piedra (cálidamente tallada) para los accesos, ventanas, balcones y zócalo, mientras que los paramentos han sido recubiertos a base de estucos que imitan mármoles grises y ocres. Actualmente este edificio (declarado Monumento Histórico Artístico Nacional en 1941) es un importante museo de cerámica.

¹⁸ Lorenzo de la Plaza define el término como *conjunto de sillares dispuestos verticalmente en un muro con el fin de reforzarlo. Se aplica sobre todo a las esquinas de un muro de fábrica para robustecerlo y por extensión, a la faja vertical saliente que decora una fachada sin reforzarla realmente*. *Ibidem*, p. 121.



FIGURA 2. Palacio del Marqués de Dos Aguas, Valencia. Foto: Abraham Reina de la Torre

IV) Monumentos construidos **íntegramente en piedra**, de los que existen diferentes ejemplos, como la Catedral de Valencia o la Lonja de la Seda, edificios muy emblemáticos de la ciudad:

- Iglesia Catedral Basílica Metropolitana de Santa María: Aunque el inicio de la construcción de la actual catedral valenciana data del siglo XIII¹⁹, los investigadores apuntan que seguramente ésta se erigiese sobre la antigua mezquita árabe, y ésta a su vez, sobre la antigua catedral visigótica²⁰.

La catedral fue diseñada por Arnaldo Vidal bajo el impulso del obispo Andrés Albalat y el del propio rey Jaime I, el cual tenía un gran interés en su pronta construcción. Finalizado el siglo XIII ya estaba realizada la actual disposición de las naves, la puerta románica y la girola con sus capillas. Durante el siglo XIV se continuó el crucero y naves y se erigió la puerta de los Apóstoles. Entre 1381 y 1424 se levantó "El Miguelete", obra de Andrés Julià²¹.

Llegados a este punto la catedral quedó finalizada respecto al conjunto y a la fábrica propiamente dichas. El resto de elementos se fueron añadiendo con el paso del tiempo, tales como la Obra Nueva, cuerpo de triple arcada junto a la puerta de los apóstoles que recae a la plaza de la Virgen; el recubrimiento barroco del presbiterio realizado por Pérez Castiel; y la Puerta de los Hierros, aún inconclusa junto a la torre del Miguelete. Fue iniciada por Konrad Rodulf en 1703 y continuada por Francisco Vergara desde 1713^{22y23}.

La primera obra que nos encontramos durante nuestro paseo por el exterior de la Catedral es la Puerta de los Hierros. Quizá resalta sobre las demás por su tamaño, por su decoración o quizá por encontrarse junto a la torre del Miguelete. La mencionada puerta consta, a modo de retablo, de tres cuerpos y un ático, el cual a su vez está coronado por sendos ángeles que custodian la cruz. Dicha fachada consta de un diseño cóncavo, con un enrejado que cierra el pequeño espacio existente ante la puerta. Al juego de columnas y pilastras barrocas de la fachada se une el de las molduras, las cuales son tan pronunciadas que vienen a formar las cornisas, de modo que los tres cuerpos quedan claramente diferenciados. Iniciando la contemplación desde la puerta abierta en penumbra, observamos sobre ésta un relieve en el que se representan a unos ángeles y amorcillos llevando el anagrama de María. En el siguiente cuerpo observamos un vano con forma de óculo en cuyo interior queda albergada una vidriera. Finalmente el cuerpo superior muestra un relieve sobre la Asunción de María llevada por un grupo de ángeles y la cual se muestra en actitud triunfante.

- Lonja de la Seda: La Lonja fue construida entre 1482 y 1498 por los maestros canteros Pere Compte, Johan Yvarra, Johan Corbera y Domingo Urtiaga, que

¹⁹ Según se hacía constar en una lápida desaparecida al tiempo de la renovación neoclásica de la catedral, la primera piedra del nuevo templo fue colocada el 22 de junio de 1262 de manos del obispo Fray Andrés Albalat. GARIN ORTIZ DE TARANCO, Felipe María *et al.* Catalogo monumental de la Ciudad de Valencia, Valencia: Caja de Ahorros de Valencia, 1983. ISBN: 8485402243. Pp. 164-179.

²⁰ SIMÓ, Trinidad. Óp. cit. p.64

²¹ *Ibidem*, pp.64-67.

²² *Ibidem*.

²³ Para mayor detalle en cuanto a recorrido por cada una de las obras de la Catedral véase SIMO, Trinidad. *Ibidem*, pp. 67-72.

dio por terminada la Lonja en 1548 (s. XVI). Su construcción se asemeja a los castillos medievales por el aspecto de fortaleza que adquieren sus gruesos muros y sus almenas. La Lonja está formada por cuatro partes que son: la Torre, donde se encuentra un calabozo en el cual eran introducidos los ladrones de seda y los mercaderes y comerciantes poco honrados hasta que venían las autoridades, la Sala del Consulado del Mar, antiguamente casa de la ciudad, el Patio de los Naranjos y el Salón Columnario o Sala de Contratación. La Lonja de Valencia representa el poder económico de la ciudad a finales del siglo XV²⁴.



FIGURA 3. Lonja de la Seda, Valencia. Foto: Abraham Reina de la Torre

²⁴ Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 25 de septiembre de 2009
< http://es.wikipedia.org/wiki/Lonja_de_la_Seda >

- V) Otra tipología que encontramos son los edificios erigidos a base de **ladrillo cara-vista** combinado con **pedra**, la cual, como en el caso de los edificios en los que se ha recubierto con mortero, ésta se reserva para los accesos y vanos en general del edificio. Para ilustrar este tipo de combinación podemos nombrar otro edificio muy emblemático para los valencianos: la Basílica de Ntra. Sra. de los Desamparados de Valencia (figura 4). Este edificio, sito en la plaza de la Virgen y junto a la Catedral fue construido entre 1652 y 1667 por José Montero y José Artigues según el proyecto arquitectónico elaborado por Diego Martínez Ponce de Urrana²⁵. Esta iglesia es la única del casco antiguo que con carácter público que fue levantada de planta nueva en un periodo posterior a las de reconquista²⁶, y su levantamiento surge seguramente de la enorme devoción que los valencianos sienten hacia la que es su patrona. Fue declarada Monumento Histórico Artístico Nacional en junio de 1981²⁷ y actualmente continúa experimentando altos índices de actividad religiosa.

En la fachada que recae a la Plaza de la Virgen encontramos un edificio con zócalo de piedra, dos puertas idénticas y otra antigua actualmente tabicada en la que se ha habilitado una ventana recayente a la sacristía, y ya en el nivel superior, cuatro balcones iguales dos a dos. Si observamos las portadas mencionadas encontramos cómo éstas se ven decoradas con pares de columnas de orden toscano²⁸, entablamento y frontón partido cuyo tímpano ha sido decorado con el escudo de la cofradía de Ntra. Sra. de los Desamparados. A su vez, el entablamento se encuentra prolongado y descansa sobre otro par de pilastras contiguas a las anteriores columnas mencionadas.

El aparejo que muestran los sillares en las portadas parece ser de tipo pseudoisódomo, puesto que aunque presenta hiladas regulares, alterna distintas alturas entre unas y otras. Cabe decir también que dichos sillares parecen haber sido colocados a soga, es decir, que su lado más largo es paralelo a la pared.

Otros elementos que se pueden apreciar en esta fachada son las cinco grandes pilastras con capitel corintio que se distribuyen sobre ella. Son obra neoclásica del arquitecto Vicente Gascó como expresión del llamado 'orden gigante'²⁹. Entre los espacios que éstas generan quedan comprendidos los cuatro balcones del nivel superior anteriormente mencionados. Los que recaen sobre la parte superior de las portadas constituyen visualmente una prolongación de éstas y constan de pares de pilastras a cada lado del vano y frontón partido que encierra a otro de tipo curvado bajo el dintel. La fachada está rematada con cornisa de ménsulas pareadas y denticulos.

La cúpula del edificio es de planta oval y mide 18,5 m en su eje mayor³⁰. Está recubierta mediante tejas vidriadas azules y de su centro se levanta la linterna y el cupulín. El tambor de la cúpula muestra el original ladrillo rojo, que armoniza perfectamente con el tono ocre agrisado del sillar de las ventanas. La ornamentación

²⁵ GARIN ORTIZ DE TARANCO, Felipe María *et al.* Óp. Cit. Pp. 259-263.

²⁶ SIMÓ, Trinidad. Óp. cit. p.62.

²⁷ GARIN ORTIZ DE TARANCO, Felipe María *et al.* Óp. Cit.

²⁸ Primer orden propiamente romano. De origen etrusco, posee sus raíces en los templos dóricos. La columna muestra una base simple, con un único toro sobre el plinto, fuste liso y capitel moldurado. Véase DE LA PLAZA ESCUDERO, Lorenzo *et al.* Óp. Cit. P. 337.

²⁹ GARIN ORTIZ DE TARANCO, Felipe María *et al.* Óp. Cit. P. 259.

³⁰ *Ibidem.*

que éstas poseen sigue el mismo lenguaje empleado para la construcción de las portadas descritas en párrafos anteriores.



FIGURA 4. Basílica de Nuestra Señora de los Desamparados, Valencia. Foto: Abraham Reina de la Torre

2.2 Materiales presentes en la construcción y ornamentación de las fachadas: análisis técnico

Resulta curioso como ya desde antiguo el hombre ha mostrado preocupación e interés, ya sea directa o indirectamente, por la conservación de los edificios que a lo largo del tiempo ha ido construyendo. Resulta evidente como desde tiempos muy remotos el hombre ha atribuido a la piedra propiedades de nobleza o resistencia, de hecho prácticamente no existen edificios antiguos en los que este material no haya sido empleado con alguno de estos fines. Otros materiales empleados en el revestimiento de fachadas han sido los de tipo cerámico o incluso los estucos, ya sea policromados o sin policromar, aunque en este caso éstos carecían del protagonismo que se le atribuía a la piedra, llegando a poseer una función más auxiliar e incluso en algunas ocasiones considerados como materiales más pobres.

Para este estudio vamos a proceder al análisis avanzando por tipo de material, intentando describir brevemente en cada de uno de ellos tanto sus características principales como su clasificación y empleo en las construcciones valencianas. Del mismo modo y por conferir una visión práctica al trabajo, se intentará ofrecer ejemplos reales de monumentos en los que han sido empleados.

2.2.1 Piedra

Hablar de piedra natural, tal y como menciona la normativa española UNE-EN 12670, significa hablar de muchos tipos de rocas con características geológicas distintas³¹. Quizá lo más práctico a la hora de hablar de un material como la piedra y al tratarse de una materia tan dispar y compleja, sea iniciarse por su clasificación. Para ello las dividiremos en tres grandes grupos principales: **ígneas**, **sedimentarias** y **metamórficas**.

Las rocas de tipo **ígneo** derivan del enfriamiento de las masas magmáticas, siendo este enfriamiento el que las determina: se trata de plutónicas (o intrusivas) si enfrían a grandes profundidades y a velocidad lenta. Son filonianas si lo hacen en las grietas, mientras que si lo hacen en el exterior son de tipo efusivo.

Las de tipo **sedimentario**, como su propio nombre indica, se forman por acumulación de sedimentos. Poseen una estructura estratificada, con capas discernibles como consecuencia del carácter a la vez progresivo y discontinuo del proceso de sedimentación³². Presentan cierta permeabilidad y pueden ser de tres tipos: clásticas, químicas y organógenas.

- Las clásticas se forman por erosión y el transporte del hielo, la lluvia y el agua. Dentro de este subgrupo clasificamos los conglomerados, rocas arcillosas y areniscas^{33 y 34}.
- Las de tipo químico son trasportadas de forma disuelta y se precipitan de nuevo durante la sedimentación. Pertenecen a este subgrupo las calizas y travertinos.
- Las organógenas por último, se forman por precipitación de materia orgánica procedente de plantas y otros seres vivos. Pertenecen a este tipo los carbones o algunas rocas de tipo calcáreo formadas por restos de fósiles.

Finalmente las rocas **metamórficas** son aquellas formadas a partir de otra roca (ígneas, sedimentarias o incluso metamórficas formadas con anterioridad) y como consecuencia de

³¹ ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). UNE-EN 12670: Piedra natural – Terminología. Madrid: AENOR, 2003. 54 p.

³² Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 25 de septiembre de 2009 < http://es.wikipedia.org/wiki/Roca_sedimentaria >

³³ Ibidem.

³⁴ Entendemos por areniscas en este texto al término geológicamente correcto, es decir, al tipo de roca formada por cuarzo.

sometimiento a altas presiones y cambios de temperatura. Esta serie de cambios y la introducción en ocasiones de nuevas sustancias dan lugar a nuevos materiales con características distintas. Según sus propiedades físicas, las rocas de tipo metamórfico se pueden clasificar, atendiendo a su textura, en dos grupos³⁵:

- Textura foliada, como la pizarra.
- Textura no foliada, como el mármol o la cuarcita.

Las rocas más empleadas en la construcción civil y religiosa valenciana han sido las de tipo calcáreo. Éstas están formadas por precipitación química y/o bioquímica de carbonatos, siendo el carbonato de calcio el que se encuentra en mayor proporción y el magnesio en menor proporción. Es un tipo de roca abundante, y su formación es lenta y se produce en aquellos entornos donde los carbonatos del agua se depositan en forma de mineral por sí solos o en combinación de los restos de organismos fósiles. Su dureza es aproximadamente 4 en la escala de Mohs, y posee poca resistencia a la abrasión, a los ácidos y a los agentes atmosféricos³⁶.

La piedra Tosca de Rocafort es, si cabe, la roca más empleada en la construcción de edificios en Valencia desde que en el siglo I comenzase a producirse su explotación por parte de los romanos³⁷. Desde entonces y hasta hoy, monumentos como La Lonja de la Seda, Torres de Serranos, Palau de la Generalitat, Basílica de la Virgen, etc. han sido construidos a partir de este tipo de piedra.

También la piedra de Novelda (piedra bateig) ha sido conocida desde el siglo XIII y empleada desde finales del siglo XIX para la construcción de monumentos³⁸. Actualmente se comercializa con diversidad de variantes, colores y acabados³⁹.

Se considera interesante nombrar, aunque sea a muy grandes rasgos, los tipos de acabado que generalmente se le ha dado a la piedra en su empleo en construcción. Si nos centramos en el acabado que ofrece el material, encontramos:

- Piedra lisa: sin ningún tipo de acabado más que el de la textura que posee el material.
- Piedra abujardada: se consigue mediante una herramienta denominada bujarda, que es una especie de martillo que posee dientes de tipo piramidal (diferentes tamaños) los cuales al impactar contra la piedra provocan una hendidura con esta forma.
- Piedra con acabado de tipo rústico: cuando los sillares presentan un aspecto tosco y rugoso en su acabado.

Si nos fijamos en cambio en el relieve que los sillares poseen, observamos:

- Sillares planos, con mayor menor nivel de ornamentación (policromías).
- Sillares de tipo almohadillado, donde existen multitud de posibilidades. Los más usuales son:
 - Los de tipo rehundido, con el frente rehundido en comparación a las juntas⁴⁰.
 - Los almohadillados en caveto, donde las juntas son rematadas de forma cóncava⁴¹.

³⁵ Ibídem

³⁶ MAS I BARBERÀ, Xavier. Estudio y caracterización de morteros compuestos, para su aplicación en intervenciones de sellados, reposiciones y réplicas, de elementos pétreos escultórico-ornamentales. Tesis doctoral. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2008. Pp. 68-69.

³⁷ Ibídem. Pp. 73-74.

³⁸ Ibídem. Pp. 76-77.

³⁹ Véase BATEIG – Piedra natural S.A. 2007-2009 <<http://www.bateig.com/>>

⁴⁰ DE LA PLAZA ESCUDERO, Lorenzo. Óp. Cit. P. 48

- Los almohadillados en chaflán o de inglete, que poseen aristas talladas en forma de ángulo de 45°, aunque las aristas también pueden aparecer suavizadas redondeándose⁴².

2.2.2 Estucos

Según definición de Lorenzo de la Plaza, el estuco consiste en una pasta de cal muerta y polvo de mármol o alabastro que se emplea para revocar paredes de modo que presenten un aspecto liso y suave antes de recibir la pintura, aunque también se suele emplear para la decoración de relieves en los muros⁴³. Aquí comenzaríamos a encontrar puntos en común con otras técnicas decorativas murales, por lo que una definición acertada y acotada de este término sería difícil de establecer. En términos de Andrea Rattazzi, es complejo atribuir a este término una única tipología de mezcla o producto⁴⁴.

Jaume Espuga sin embargo ofrece una definición algo más detallada en cuanto a esta técnica, estableciendo que se trata de una pasta coloreada, hecha con cal grasa, polvo de mármol generalmente blanco (de diferentes medidas de grano según casos) y color que se extiende sobre el revoque formando dos o tres capas mediante técnicas y procesos diversos. Es sobre todo ornamental y su misión reside en mejorar y embellecer la apariencia de los paramentos que cubre, por lo que se emplea tanto en interior como en exterior. En interior, se potencia su función estética⁴⁵.

Las técnicas de elaboración de los estucos más empleados pueden dividirse en dos grupos, los “estucos en frío” (la mayoría) y los “estucos en caliente” o “a fuego” (del que sólo existe un tipo). Los principales estucos de tipo “en frío”, o los que han servido de base o modelo para otros son los que siguen⁴⁶:

- Estuco raspado
- Estuco tirolés normal
- Estuco tirolés aplanado
- Estuco liso
- Estuco abujardado
- Estuco imitación piedra
- Estuco en yeso

Quizás sean el estuco abujardado y el de imitación piedra los que con mayor facilidad pueden encontrarse en los revestimientos murales de los edificios valencianos. En cuanto al primero, su característica principal es la similitud a la piedra, debido a su acabado abujardado. La ventaja principal es lo económico que resulta en comparación a la piedra. Puede ofrecer tantas variantes figurativas como ideas se nos ocurran. En lo referente al segundo, puede parecer una consecuencia del abujardado, pero en este caso no nos encontramos ante un acabado tan fino.

⁴¹ Ibídem. P. 46.

⁴² Ibídem.

⁴³ Ibídem. p. 445.

⁴⁴ RATTAZZI, Andrea. Conosci il grassello di calce? Origine, produzione e impiego del grassello in architettura, nell'arte en el restauro. Monfalcone (Gorizia): EdicomEdizioni, 2007. ISBN: 978-88-86729-70-3. P. 152.

⁴⁵ ESPUGA BELLAFONT, Jaume; BERASATEGUI BERASATEGUI, Delfina y GIERT ARMENGOL, Vicenç. Revoques y estucados. Teoría y práctica. Barcelona: ediciones UPC, 1999. ISBN: 84-8301-284-7. P. 13

⁴⁶ Véase ESPUGA BELLAFONT, Jaume; BERASATEGUI BERASATEGUI, Delfina y GIERT ARMENGOL, Vicenç. Óp. Cit. P. 15.

En los estucos de imitación piedra⁴⁷ existe la tendencia a imitar almohadillados (existen multitud de variantes), aunque también se recurre a texturas más o menos simples, dependiendo de los medios económicos.

En cuanto a los estratos tanto preparatorios como de acabado y comenzando desde el muro hacia el exterior, encontramos un primer nivel denominado enfoscado, conformado por mayor parte de aglomerante y árido de grano grueso. Sirve principalmente para regularizar el paramento. Seguidamente encontramos el estrato denominado revoque, que se aplica sobre el enfoscado y posee ya un grano más fino. Su grosor uniforme y constante, y es mayor que el de la primera capa. La capa de enlucido constituye generalmente el tercero y último estrato. Posee grano muy fino, grosor que no supera el medio milímetro (si se realiza correctamente), y es a la que suelen conferírsele las técnicas de acabado.

En cuanto a los materiales empleados para su realización encontramos a modo general los aglomerantes/conglomerantes, los áridos y los aditivos, éstos últimos para conferir propiedades que a priori no se poseen, como plasticidad o color, o incluso para acelerar el secado. En lo relativo a conglomerantes⁴⁸, el principal empleado para la elaboración de estucos es la cal (CaO), empleado en forma de hidróxido de calcio (Ca[OH]₂). Este material, de color blanco, dada su lentitud de fraguado permite una preparación a conciencia del mortero. Alcanza el endurecimiento de manera progresiva.

Si pasamos al estudio de los áridos, de la extensa variedad posible los más empleados han sido la arena y el polvo de mármol (de diversos grosores de grano). La función principal de este material, inerte, reside en el sustento que proporcionan al aglomerante, además de reducir en un alto grado los movimientos de retracción del mismo que se producen durante el secado⁴⁹. Dependiendo del árido empleado, el color resultante del estuco variará. Cuando se emplean polvos de mármol (blancos) el estuco resultante ofrece una tonalidad blanca intensa, mientras que se emplean otros materiales como la cerámica triturada, la masa resultante adquiere la tonalidad de este material. En cuanto a los grosores de grano, hoy en día los procesos de triturado de la piedra se realizan con maquinaria desarrollada para estos fines y por tanto es fácil conseguir diversas medidas, desde grava (grano de 2-4 mm) hasta polvo de mármol de tipo "impalpable" (grano <0,5 mm).

Haciendo una revisión breve a los tipos de aditivos que se pueden emplear en la elaboración de estucos y revoques, de entre los más empleados resaltaremos únicamente dos. Por una parte encontramos los pigmentos, que actualmente pueden ser naturales o sintéticos y se comercializan en forma de polvo. Dan coloración a la pasta o mortero. De otro lado también son muy recurridos los materiales de tipo puzolánico, materiales de tipo silíceo que aunque poseen escasas propiedades cementantes, una vez mezcladas con la cal contribuyen al fraguado del mortero, aumentando su resistencia.

Ejemplos prácticos de empleo de morteros y estucos en exterior encontramos en el Palacio Colomina (Escuela de Negocios CEU-Cardenal Herrera), donde la fachada posee un recubrimiento a base de lustroso estuco de tono asalmonado. No menos curioso es el edificio junto a la iglesia de San Lorenzo, en la plaza homónima, el cual ofrece en su cuerpo superior

⁴⁷ *Ibíd.* Pp. 26-32.

⁴⁸ Debemos tener en cuenta las diferencias existentes entre los aglomerantes y los conglomerantes, puesto que mientras unos (aglomerantes) dan cohesión mediante fenómenos físicos en su masa, los otros (conglomerantes) lo hacen mediante fenómenos de tipo químico.

⁴⁹ ESPUGA BELLAFONT, Jaume; BERASATEGUI BERASATEGUI, Delfina y GIERT ARMENGOL, Vicenç. *Óp. Cit.* P.53-54

una decoración mural a base de jarrones y motivos vegetales, así como en la zona de la cornisa (figura 5). La misma Iglesia de San Lorenzo, en la fachada que recae a la plaza, también encontramos un recubrimiento a base de mortero que imita piedra de tipo abujardado-raspado que reproduce sillares.



FIGURA 5. Palacio de los Català de Valeriola en su fachada recayente a la Plaza de San Lorenzo, Valencia.
Foto: Abraham Reina de la Torre

2.2.3 Cerámica

De un modo similar a como ocurre con los estucos, el término cerámica puede poseer un significado tan vasto que resulte difícil de acotar. La cerámica parte del material denominado arcilla, elemento natural muy abundante en la corteza terrestre que se origina por la descomposición de los feldspatos que, por desintegración de su parte alcalina, son disueltos y arrastrados por el agua que deposita los silicatos y la alumina⁵⁰.

Aunque las arcillas pueden clasificarse de muy diversas maneras (dependiendo del aspecto a considerar: color, dureza, composición, origen, etc.), en este apartado únicamente nos limitaremos a describir qué tipo de material cerámico se ha empleado en la construcción de los monumentos.

⁵⁰ CARRASCOSA MOLINER, Begoña. Iniciación a la conservación y restauración de objetos cerámicos. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-8363-045-1. P. 13.

En los revestimientos de los edificios urbanos la cerámica ha sido empleada principalmente de dos formas. Por un lado, el ladrillo cara vista, con un característico tono que va desde el rojizo⁵¹ anaranjado hasta el óxido de hierro amarillo (también en una gama anaranjada). Un claro ejemplo lo encontramos en el emblemático monumento dedicado a Ntra. Sra. de los Desamparados, donde se empleó este tipo de revestimiento para la construcción del edificio y hoy se encuentra enmascarado (salvo el tambor) por un mortero que recubre la totalidad de la fachada.

Como ya se introducía al principio de este apartado, el material principal del ladrillo es la arcilla y ésta está constituida por silicatos de aluminio, procedente de la descomposición de materiales como los granitos. Generalmente se encuentran mezclados con otras sustancias, por eso existen tantos tipos de arcillas⁵². El ladrillo común se obtiene por cocción de este material cerámico a unas temperaturas que oscilan entre los 900 y 1100 °C. El material resultante presenta poca resistencia al desgaste y es muy poroso (poros del orden de 1µ de diámetro)⁵³. En cualquier caso, las características finales de los ladrillos (porosidad, resistencia mecánica, color, etc.) dependerán de los materiales seleccionados.

Debido a la influencia mudéjar, España es uno de los países que cuenta con mayor cantidad de edificios de ladrillo visto. Las principales áreas donde subsisten estos monumentos son Andalucía, Aragón y Castilla, puesto que son de las regiones menos lluviosas.

De otro lado y en esta ocasión con una finalidad más ornamental, otra vertiente de este material en su empleo para las construcciones han sido los paneles cerámicos. La diferencia principal a establecer consiste en el tipo de recubrimiento que ha sido aplicado en la superficie del azulejo, obteniéndose así pues principalmente dos técnicas: los engobes y los vidriados.

Los **engobes** consisten en pastas arcillosas muy finas y homogéneas que no sufren vitrificación, por lo que permanecen porosas y permeables. Se aplican diluyendo en agua la materia prima, obteniendo una solución fina y homogénea, y depositándola mediante pincel, pulverizado o inmersión. Se añade óxido de circonio a la solución para evitar que el engobe no se agriete ni se desprenda durante el secado y además permite la adición de tintes (óxidos)⁵⁴.

Los **vidriados** son revestimientos que se vuelven vítreos y transparentes durante la cocción de la pieza. Son aplicados tanto en crudo como después de la primera cocción, y tras el horneado se adhieren a la pieza escondiendo posibles irregularidades de la superficie. Son capas impermeables y brillantes, y están compuestas principalmente por sílice (en forma de cuarzo) al que se le añade sosa y cal y se calienta hasta su fusión a 1500 °C⁵⁵.

De los vidriados además cabe diferenciar entre **barnices** y **esmaltes**. Los primeros son recubrimientos vítreos que se aplican sobre la cerámica después de una primera cocción. El sílice es mezclado con otros materiales (óxidos) y tras su cocción forma una masa vítrea que deja ver el color original de la cerámica. Los esmaltes son otro tipo de revestimiento vítreo que forma una capa que cubre la pieza y oculta su color original.

⁵¹ Este rojizo tan característico es debido a los óxidos de hierro que componen las arcillas.

⁵² CARBONELL DE MASY, Manuel. Conservación y restauración de monumentos: piedra, cal, arcilla. Barcelona: el autor, 1993. ISBN: 84-6048-232-4. Pp. 42-43.

⁵³ *Ibidem*.

⁵⁴ Véase CARRASCOSA MOLINER, Begoña. Óp. Cit. Revestimientos o capas de superficie. Pp. 22-24.

⁵⁵ *Ibidem*.

Ejemplos prácticos encontramos en la Iglesia de San Lorenzo, donde puede observarse el panel de cerámica de Manises de estilo dieciochesco donde se representa una escena en la que Jesús se aparece ante San Francisco de Asís. Esta aparición se encuentra enmarcada por un conjunto de elementos de temática franciscana y adornos florales de influencia rococó (figura 6). La fachada del ábside de la Catedral de Valencia también posee un considerable retablo cerámico, aunque en esta ocasión la representación es de estilo más medieval y con placas de barro pintadas en tonos azules y rojos, sin barnizar.



FIGURA 6. Panel cerámico en la fachada de la Iglesia de San Lorenzo que recae a la plaza.
Foto: Abraham Reina de la Torre

2.3 Estado de conservación: presencia de pintadas en las fachadas

La aparición de pintadas en las fachadas de los edificios públicos constituye un mal de difícil erradicación debido principalmente al fácil acceso que se posee a los mismos. Si damos un vistazo al estado de conservación general que muestran los principales monumentos de la ciudad, podemos ver cómo además del castigo que sus fachadas sufren por la contaminación ambiental hay que sumar las huellas del vandalismo, huellas que no siempre son borradas o eliminadas de las superficies, sino más bien, recubiertas por pinturas o lechadas de mortero.

Los principales daños que en los materiales pétreos de estos edificios podemos detectar y aquellos que más nos pueden llamar la atención son por tanto dos: **contaminación ambiental**, que en ocasiones alcanza la forma de costras negras; y las **pintadas** y los recubrimientos que se aplican en ocasiones sobre ellas. Veamos en qué consiste cada uno.

- **Contaminación ambiental y costras negras:** hablar de contaminación ambiental significa hablar de diversas variables que harán variar su acción sobre los bienes culturales. De las variables climatológicas depende que la contaminación se deposite, se desvíe o se disperse. Así mismo, el ambiente en la ciudad supone la generación de microclimas⁵⁶. De este modo sus características de humedad, temperatura, precipitaciones, etc. harán depender la incidencia un mismo factor contaminante.

Hablando ya del deterioro de la piedra, es el dióxido de azufre el que más perjudica. El azufre está presente en los combustibles industriales, y tras su combustión éste pasa de nuevo al ambiente en forma de dióxido de azufre (SO₂). También contribuye a la variación del pH del agua (lluvia-gases) mediante la formación de aerosoles de ácido sulfúrico⁵⁷, que atacan sobre todo al material pétreo de matriz calcáreo.

Las costras negras⁵⁸ surgen a partir de las eflorescencias salinas que se generan al emigrar el agua a la superficie a través de los mecanismos de saturación evaporación. La consecuencia es la formación de costras (0,1-1 mm) de dureza diferenciada en la superficie, lo cual, unido en las calizas y dolomías a la acidez del ambiente, provoca procesos de sulfatación. Bajo estas capas de gran dureza existen otros estratos de desagregación sin materia cementante que acaban por producir desprendimientos de dichas costras⁵⁹.

- En lo relativo a los daños provocados por los **graffitis**, éstos son básica y principalmente de tipo estético. Las pinturas en aerosol que se emplean para estos fines consisten en un colorante o pigmento generalmente de tipo industrial disuelto en una resina de tipo sintético (poliuretano). Si bien es su naturaleza sintética (plástico) la que priva al material pétreo de permeabilidad, pudiendo derivar de aquí otros daños en el mismo.

Otros daños observados, también de tipo estético, han sido producto de la limpieza de las pintadas. De un lado se aprecian limpiezas agresivas mecánicas mediante objetos punzantes (figura 7) y por otra parte, como se adelantó anteriormente, aplicación de recubrimientos diversos sobre los graffitis. De entre ellos, los que mayor daño pueden causar son aquellos con material cementante en tanto que dependiendo de su composición pueden suponer la aportación de sales, que como hemos visto intervienen en los complejos mecanismos de deterioro de la piedra tanto por sí mismas como por combinación con otros agentes.

⁵⁶ ROIG SALOM, José Luí. Estudio de la alteración de materiales pétreos en los monumentos de la ciudad de Valencia. Posibles tratamientos de conservación. Tesis doctoral inédita. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1995. Pp. 59-62.

⁵⁷ *Ibidem*. Pp. 62-64.

⁵⁸ Véase Diagnóstico de patologías de la piedra de y de materiales afines. Grupo Arbotante, Universidad de Zaragoza. 1 de octubre de 2009 < <http://wzar.unizar.es/invest/grupos/arbotante/rueda.html> >

⁵⁹ *Ibidem*. Pp. 66-70.



FIGURA 7. Erosión del soporte pétreo provocado por una limpieza agresiva en la fachada de la Iglesia de San Lorenzo (Valencia). Foto: Abraham Reina de la Torre



CAPÍTULO 2.

EL TRATAMIENTO DE LOS GRAFFITI: REVISIÓN DE TÉCNICAS DE LIMPIEZA.

1. EL GRAFFITI COMO FENÓMENO SOCIAL

1.1 El término *graffiti*

Si bien las fuentes documentales apuntan que el término *graffiti* fue tomado del italiano y así introducido en nuestro idioma, la universalización del sustantivo se debe mayoritariamente a la lengua inglesa, la cual ha favorecido la normalización del término en multitud de idiomas⁶⁰. Etimológicamente y como adelantábamos, la voz *graffiti* procede de *graffiare*⁶¹, *graffiti*⁶², *sgraffio*⁶³, verbo y sustantivos plural y singular italianos respectivamente que hacen referencia a la acción de arañar, garabatear y a la creación de grafismos de una manera torpe⁶⁴.

La Real Academia Española⁶⁵ de la lengua acepta el término reduciendo el dígrafo a una única “f”, y su única acepción define la palabra como *grafito*, *letreo* o *dibujo*. Del término *grafito* encontramos a su vez dos definiciones:

- I. Escrito o dibujo hecho a mano por los antiguos en los monumentos.
- II. Letrero o dibujo circunstanciales, generalmente agresivos y de protesta, trazados sobre una pared u otra superficie resistente.

Para Federico Revilla en su Diccionario de Iconografía y Simbología⁶⁶ establece que no es correcto nombrar este arte como “graffiti”, sino más bien, “muralismo popular”. Para éste, se trata de *una iniciativa colectiva y con frecuencia anónima [...] con contenidos simbólicos o bien satíricos que responden a actitudes reivindicativas (protesta); con una notable influencia del relato gráfico y los arquetipos tomados de otros medios de comunicación de masas. Arte eminentemente juvenil y descarado, hace suyas las aspiraciones, legítimas o discutibles, de los colectivos marginados: emancipación sexual, drogodependencias, antirracismo, neoanarquismo, ecologismo, etc.*

1.2 Evolución del fenómeno del graffiti

El graffiti existe prácticamente desde que existe el hombre, como lo demuestran los grabados parietales y las siluetas creadas soplando polvo de colores a través de huesos huecos en las cuevas de Lascaux. Con las excavaciones de Pompeya en 1748 saldrían a la luz multitud de graffiti que contenían propagandas electorales, blasfemias, obscenidades, dibujos, juramentos, oraciones, etc..., realizados con tiza o grabados en la pared. Con esto fue posible comprobar la moral subyacente en la época, aunque la ideología neoclásica, más racionalista e ilustrada, no le otorgaría ninguna trascendencia⁶⁷.

⁶⁰ MAESTRE YAGO, Miguel Ángel. Los Graffiti y la pintura, analogías y apropiaciones desde Dada hasta los años ochenta: investigación teórico-práctica. Tesis doctoral inédita. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1998. P.27

⁶¹ *Ibidem*.

⁶² Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 8 de octubre de 2009 < <http://es.wikipedia.org/wiki/Graffiti> >

⁶³ GANZ, Nicholas. Graffiti. Arte urbano de los cinco continentes. Barcelona: Gustavo Gili, 2004. ISBN: 84-2521-95-4-X. P. 8

⁶⁴ MAESTRE YAGO, Miguel Ángel. *Óp. Cit.*

⁶⁵ Véase Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española - Vigésima segunda edición. 11 de octubre de 2009 < <http://buscon.rae.es/drae/> >

⁶⁶ Véase REVILLA, Federico. Diccionario de Iconografía y Simbología. Madrid: Cátedra, 2003. ISBN: 84-376-0929-1. P.306

⁶⁷ MAESTRE YAGO, Miguel Ángel. *Óp. Cit.* Pp. 21-25

Ya en la época contemporánea, fue en 1904 cuando se publicó la primera revista dedicada al graffiti. Durante la II Gerra Mundial los Nazis se valieron del graffiti para provocar el odio hacia los judíos y disidentes, y del mismo modo las revueltas estudiantiles de los 60-70 se valieron de la técnica del *pochoir* (graffiti realizado con plantilla) para realizar pintadas de protesta⁶⁸.

El graffiti actual surgió en las ciudades estadounidenses de Nueva York y Philadelphia, donde los artistas comenzaron a estampar sus nombres en las paredes y estaciones de metro. La actividad pictórica sobre los trenes cambió hacia mediados de los 80, cuando se cercaron las estaciones y se comenzó a limpiar los trenes de manera regular. Con la llegada del *hip-hop* se produciría el despliegue del movimiento europeo, basado en el modelo estadounidense⁶⁹.

En ciudades como Madrid el movimiento fue algo más temprano que en otros lugares, y por ello en este caso en concreto la corriente estuvo asociada al *punk* en lugar del *hip-hop*⁷⁰. Actualmente, el modelo de graffiti neoyorquino se basa en la distorsión de las letras⁷¹, y con el paso de los años han ido surgiendo estilos nuevos con diferentes formas tipográficas. Aunque tradicionalmente se ha recurrido al bote de spray, actualmente la variedad de materiales de trabajo es mucho más amplia, y además internet ha jugado un papel importante en su evolución⁷², suponiendo un nuevo campo de acción para los artistas⁷³.

El modelo de graffiti europeo se caracteriza por ser de tipo escritural, que en ocasiones puede verse completado con contenido iconográfico. Un ejemplo de esto lo encontramos en los graffiti de la revuelta del 68 en las calles parisinas⁷⁴. Fernando Arias estableció una clasificación sobre el contenido de este tipo de graffiti⁷⁵, diferenciando cuatro grupos: graffiti infantiles, muy sencillos; la pintada existencial; los graffiti sociales, con vertientes dependiendo del tipo de denuncia o reivindicación; y finalmente los de tipo ideológico y político.

Actualmente se le confiere al término *graffiti* ciertas connotaciones de vandalismo y destrucción, y quizá por esto algunos artistas tienden a distanciarse de él y denominar su trabajo como 'arte en aerosol', 'posgraffiti', 'neograffiti' o 'arte de la calle'⁷⁶, para diferenciarlo de los demás. En cualquier caso, es esta última vertiente vandálica la que más nos preocupa, pues es la que afecta a los monumentos históricos⁷⁷.

⁶⁸ GANZ, Nicholas. Óp. Cit. P. 8

⁶⁹ Ibídem. P.9

⁷⁰ Ibídem. P.127

⁷¹ Los *tags* o firmas suponen el punto de partida de los graffiti, allá por los años 60, que con el tiempo evolucionarían hacia composiciones de letras y grafismos más complejos y elaborados.

⁷² GANZ, Nicholas. Óp. Cit. P.10

⁷³ Determinados grupos de artistas han creado sitios web de gran entidad, como *Art Crimes*. Véase < <http://www.graffiti.org/> >

⁷⁴ MAESTRE YAGO, Miguel Ángel. Óp. Cit. P.57

⁷⁵ ARIAS, Fernando. *Los graffiti: juego y subversión*. Valencia: difusora de cultura, 1977. ISBN: 84-7372-030-X (sin paginar).

⁷⁶ GANZ, Nicholas. Óp. Cit. P.10

⁷⁷ A este tipo de pintadas también se le suele denominar *Pasquín*, escrito anónimo y público de crítica hacia el gobierno o hacia otra persona particular que encontró su origen en la época romana. Véase Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 11 de octubre de 2009 < <http://es.wikipedia.org/wiki/Pasqu%C3%ADn> >

2. LAS RESINAS SINTÉTICAS Y SU EMPLEO EN LA ELABORACIÓN DE PINTURAS EN AEROSOL

2.1 Los polímeros

Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión de otras moléculas más pequeñas denominadas monómeros, que tras un proceso de síntesis sufren un proceso denominado polimerización. Dependiendo de cómo se produzca esta estructuración o polimerización, puede dar lugar a la generación de polímeros lineales, con las unidades de monómeros distribuidas linealmente, o ramificados o tridimensionales, de mayor o menor tamaño. El tipo de estructura formada estará en relación directa con el comportamiento futuro del polímero. Aunque existen diferentes tipos de polímeros, son los de tipo sintético los que más nos interesan desde el punto de vista de los aerosoles empleados para la realización de graffitis.

Por otro lado, también es posible establecer diferencias entre ellos dependiendo del tipo y disposición de los monómeros que los forman. Así a grandes rasgos, un polímero cuyos monómeros son idénticos se le denomina **omopolímero**, mientras que si éstos son distintos, obtenemos un **copolímero**. Dentro de los copolímeros y dependiendo de la disposición de los monómeros, es posible obtener copolímeros regulares (si la disposición de monómeros es regular, es decir, sigue un orden), irregulares (si no se sigue un orden) o copolímeros a bloques, con secuencias del mismo monómero alternado⁷⁸.

En los polímeros de tipo tridimensional, cuando la cadena principal está constituida por átomos de la misma especie se trata de polímeros de omocadena, pero si por el contrario estos átomos son distintos, conformarían una eterocadena⁷⁹.

El proceso de polimerización puede ser por **adición**, cuando las moléculas de monómeros pasan a formar parte del polímero sin perder átomos; por **condensación**, cuando los monómeros pierden átomos al formar parte de la estructura del polímero (generalmente se pierden moléculas pequeñas, como agua); por **crecimiento de cadena**, cuando los monómeros van adicionándose a la cadena de polímero de uno en uno; y finalmente la polimerización puede producirse por **crecimiento en etapas** si un oligómero se une a otros de manera que lo que se une a la cadena de polímero no es un monómero, sino más bien una estructura más compleja, otras estructuras que han reaccionado entre sí y finalmente se unen al polímero principal⁸⁰.

2.2 Propiedades de los polímeros

Como quedaba ya adelantado en párrafos anteriores, son la disposición de las partículas y cadenas de polímeros las que determinan las propiedades de estos materiales. Las características que resaltaremos en este apartado serán la fusión, la temperatura de transición vítrea (t_g ó T_g) y la solubilidad de los polímeros.

⁷⁸ Para obtener una definición y clasificación extensa sobre los polímeros, véase BORGIOI, Leonardo y CREMONESI, Paolo. Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome. Saonara: Il Prato, 2005. ISBN: 88-8956-604-3.

⁷⁹ *Ibidem*. Pp. 10-11.

⁸⁰ Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 11 de octubre de 2009
< <http://es.wikipedia.org/wiki/Polimerizaci%C3%B3n> >

- I. **Fusión y temperatura de transición vítrea (T_g).** La fusión y la T_g son propiedades que están relacionadas, como veremos a continuación. Cuando un polímero es calentado y después dejado enfriar de nuevo se pueden producir dos situaciones. La primera, que el polímero solidifique de una manera en que no pueda volver a fundir, por lo que estaríamos hablando de polímeros **termoestables** o termoendurecibles⁸¹. La segunda consistiría en el caso contrario, donde el polímero se mantendría permanentemente plástico, volviendo a fundir al aplicar calor de nuevo⁸². En este caso nos encontramos ante polímeros de tipo termofusible o **termoplástico**.

En el caso concreto de este tipo de polímeros y en relación con el aporte de calor y el fenómeno de la fusión, debemos detenernos a explicar qué es la temperatura de transición vítrea (T_g). Este concepto puede quedar definido de forma muy simple estableciendo que es aquella temperatura a la que el polímero deja de ser rígido para comenzar a volverse blando, es decir, un punto más o menos intermedio entre un estado rígido y un estado fundido. Como se expresaba anteriormente, con el aporte de calor se produce un deslizamiento de moléculas, debido a la existencia de enlaces débiles. Por tanto y para resumir, por encima de la T_g el polímero se encuentra en un estado plástico mientras que por debajo de ella lo está en un estado cristalino⁸³.

- II. **Solubilidad.** Sin ir más lejos, los polímeros empleados como adhesivos o como aglutinantes (en el caso de pinturas industriales en aerosol) se presentan generalmente en estado líquido. Cuando en estos materiales las partículas de adhesivo ofrecen una completa disolución en el disolvente, constituyen una disolución propiamente dicha. Se genera aquí un sistema completamente homogéneo donde el soluto (polímero) se encuentra disperso a un nivel molecular⁸⁴.

Cuando no existe completa afinidad entre soluto y disolvente, a lo máximo que podemos aspirar es a que se produzca una dispersión coloidal, consistente en un sistema compuesto por dos fases: una continua generalmente en estado líquido y otra sólida, discontinua y dispersa en forma de pequeñas partículas que aunque no pueden ser observadas a simple vista, poseen un tamaño mayor que cualquier molécula⁸⁵. Forma un sistema heterogéneo.

⁸¹ Cuando un polímero termoendurecible se encuentra completamente polimerizado, posee una cadena continua de monómeros donde el deslizamiento de los mismos no se puede producir. Así, esta estructura consistirá en una larga molécula larga con todos los átomos unidos mediante enlaces covalentes primarios. En este caso de polímeros además, el calor acelera la polimerización. Véase NEWEY, Charles et al. Science for conservators. Adhesives and coatings. London, New York: Conservation Unit of the Museums & Galleries Commission, 2003. ISBN: 0415071631 (Vol. 3). P. 39.

⁸² En este caso, esta plasticidad viene dada por las características particulares de las largas cadenas, donde existe combinación de diversas moléculas que modifican las propiedades del polímero. Las uniones son de tipo débil, y por tanto es posible el deslizamiento de las moléculas sobre las demás, sobre todo al aplicar calor. *Ibidem*.

⁸³ La T_g es una característica importante a tener en cuenta en la selección de materiales para el campo de la restauración y la industria de las bellas artes, en tanto que se suelen buscar adhesivos compuestos por polímeros que ofrezcan una temperatura de transición vítrea relativamente elevada. De lo contrario se obtendrían materiales que se volverían fácilmente "pegajosos" y adhesivos en atmósferas y climas como el mediterráneo, lo que constituiría un perjuicio al conformar superficies donde fácilmente se adhiriese el polvo y la contaminación ambiental.

⁸⁴ Véase BORGIOLO, Leonardo y CREMONESI, Paolo. Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome. Saonara: Il Prato, 2005. ISBN: 8889566043. Pp. 22-23.

⁸⁵ Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 12 de octubre de 2009

2.3 Las pinturas en aerosol: aglutinantes

Retomando desde el punto en que finalizamos en el apartado anterior debemos apuntar que probablemente la mayor parte de los polímeros sintéticos solubles del mercado lo son en disolventes orgánicos. El caso de las pinturas en aerosol no es aislado⁸⁶, y como la mayoría de nosotros podemos intuir sin poseer grandes nociones de química, consisten en un aglutinante (resina sintética), un colorante (en muchas ocasiones sintético) y un disolvente. Aunque el mundo de la industria de las pinturas en aerosol puede ser verdaderamente complejo y amplio, vamos a intentar en este apartado sintetizarlo tanto como sea posible.

Investigar en torno a la composición de productos fabricados a nivel industrial no es una labor sencilla puesto que los fabricantes suelen ser bastante reacios a facilitar información de este tipo, deseando mantener en todo momento el secretismo de sus recetas. En cualquier caso, y teniendo en cuenta todas estas limitaciones, es posible conocer a grandes rasgos los tipos de resinas a las que se recurren para fabricar pinturas de este tipo, ya sea mediante la realización de análisis químicos o mediante la consulta de las fichas técnicas de productos de aquellas casas que las facilitan.

- I. **Resinas acrílicas.** Las resinas acrílicas se emplean como aglutinantes para pinturas desde los años 50, aunque los estudios sobre su estabilidad son mucho más recientes⁸⁷. Este tipo de polímeros derivan de la polimerización de los ácidos de ésteres acrílicos y metacrílicos, y las características que más se valoran de ellos son su transparencia, propiedades mecánicas, adherencia y estabilidad química⁸⁸, lo que los convierte en materiales adecuados para su empleo como materiales de recubrimiento.

Se obtienen generalmente aglutinantes de copolímero, donde se mezclan monómeros “blandos” y monómeros “duros”. Este tipo de adjetivación viene dada por la temperatura de transición vítrea, propiedad que determina la dureza del polímero a una temperatura ambiente. Así, los monómeros blandos serán aquellos con una Tg baja, como por ejemplo los ésteres metil, etil, n-butil y 2-etilhexil acrilato, con una Tg entre -80°C y -50°C⁸⁹. Como monómeros duros se emplean los de tipo metacrilato, con una Tg de 105°C.

< http://es.wikipedia.org/wiki/Dispersi%C3%B3n_coloidal >

⁸⁶ No se pretende afirmar que únicamente se emplean resinas al disolvente, puesto que el abanico de productos es tan amplio que también es posible adquirir sprays acrílicos a base de resinas en dispersión acuosa. Para obtener información ampliada sobre productos comerciales de este tipo basta con visitar las webs de las casas comerciales que fabrican estos productos. Aquí se facilitan algunas: INDUSTRIAS TITÁN, S.A. Productos – spray. 12 de octubre de 2009. < http://www.titanlux.com/productos.asp?id_linea_producto=8 >; NOVASOL SPRAY S.A. Productos – pinturas. 12 de octubre de 2009 < <http://www.novasolspray.com/html/prod%20pinturas%20sintetica%20brillante.html> >

⁸⁷ DOMINIQUE SCALARONE, Oscar Chiantore y LEARNER, Tom. Ageing studies of acrylic emulsion paints. Part II. Comparing formulations with poly(EA-co-MMA) and poly(n-BA-co-MMA) binders. En: International Council of Museums Committee for Conservators (14th triennial meeting, 2005, The Hague). Londond: James & James, 2005. Pp. 350-357.
ISBN: 1-84407-253-3.

⁸⁸ CHIANTORE, O. , TROSSARELLI, L. y LAZZARI, M. Photooxidative degradation of acrylic and methacrylic polymers. *Polymer* [en línea]. 2000, nº 41[Consulta 13 de octubre de 2009]. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TXW-3XWJGK1-2&_user=10&_coverDate=03%2F31%2F2000&_alid=1046368236&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5601&_sort=r&_docanchor=&view=c&_ct=4&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3c9f8573979d206d2ee09afcee143bf2. ISSN: 0032-3861

⁸⁹ Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 13 de octubre de 2009 < http://es.wikipedia.org/wiki/Pintura_acrilica >

Además de estos materiales básicos, los fabricantes suelen añadir otros con la finalidad de modificar las propiedades iniciales del producto: monómeros reticulantes, que modifican las propiedades de resistencia y elasticidad; otros monómeros funcionales, para hacerlos resistentes por ejemplo a disolventes⁹⁰; buffers, con la finalidad de estabilizar el pH; antiespumantes, biocidas, etc.

Desde el punto de vista práctico, su rápido secado es una de las propiedades que más se valoran en estas pinturas, por lo que permite el repintado casi instantáneo. Además, son solubles en agua cuando están frescas, por lo que es empleada como disolvente (también para la limpieza de pinceles y útiles). Esta solubilidad la pierde una vez seca.

- II. Resinas de poliuretano.** Estas resinas, también conocidas como resinas de poliisocianato, se obtienen por poliadición entre el diisocianato y alcoholes polifuncionales⁹¹ (polioles de bajo número de hidroxilo -OH⁹²). Esta reacción de formación se produce en presencia de catalizadores debido a la lentitud de la misma. Los poliuretanos se dividen en termoestables (reticulados) y termoplásticos (cadenas lineales). El empleo de compuestos aromáticos deriva en la obtención de poliuretanos más rígidos⁹³, aunque también es posible la fabricación de poliuretanos flexibles.

Este material tiene su mayor difusión en el campo de la industria y la ingeniería, donde se emplea para el revestimiento de cañerías o como aislante de edificios (en spray). Aunque no con tanta difusión también es empleado para la fabricación de pinturas. En el campo de la restauración esta expansión aún ha sido menor. La razón principal por la que en estos sectores no ofrece tanta aplicación es la toxicidad del material (los límites ambientales están en unas 0,008 ppm) y por el comportamiento frente al envejecimiento. Las películas se vuelven amarillentas, tienden a despolimerizarse y por tanto, se vuelven pulverulentas⁹⁴.

- III. Resinas alcídicas.** Constituyen un grupo de resinas poco referenciadas en la bibliografía científica y no son tan empleadas como las anteriores. Según se extrae de las fuentes, consisten en un alcohol y un ácido polivalente que se hacen reaccionar para combinarlas posteriormente con aceites de tipo secante. Poseen un acabado brillante, son adherentes y ofrecen además bastante dureza, tornándose más flexibles cuando son combinadas con los aceites. Son resistentes a los agentes químicos y a la intemperie y se solubilizan en hidrocarburos⁹⁵.
- IV. Resinas silicónicas.** Las resinas silicónicas, también conocidas como polisiloxanos, constituyen otro pequeño grupo de resinas sintéticas empleadas en la elaboración de pinturas en aerosol y son de tipo inorgánico (no poseen carbono en la cadena principal)⁹⁶. En sus cadenas se alternan el silicio y el oxígeno, y

⁹⁰ Ibídem.

⁹¹ BORGIOI, Leonardo y CREMONESI, Paolo. Óp. Cit. Pp. 134-137.

⁹² Wikipedia – La enciclopedia libre. Wikimedia. 13 de octubre de 2009 < <http://es.wikipedia.org/wiki/Poliuretano> >

⁹³ BORGIOI, Leonardo y CREMONESI, Paolo. Óp. Cit.

⁹⁴ Ibídem.

⁹⁵ Arte10.com. Materiales y técnicas. Esmaltes sintéticos. 13 de octubre de 2009 < <http://www.arte10.com/materiales/index.php?desde=3&hasta=6> >

⁹⁶ POLYMER SCIENCE LEARNING CENTER. Macrogalleria. 15 de octubre de 2009

suelen elaborarse al disolvente. Las características finales de la resina dependerán de los radicales que posean las cadenas y el disolvente en el que se presenten⁹⁷, pero poseen buena estabilidad a altas temperaturas, pues son estables entre los -50°C y 250°C⁹⁸. De este modo también constituyen buenos aglutinantes en su empleo en la elaboración de pinturas y barnices dada su alta resistencia.

< <http://pslc.ws/spanish/inorg.htm> >

⁹⁷ Los grupos aromáticos dan más plasticidad al producto respecto de los alifáticos, mientras que estos últimos resisten mejor la acción de la radiación ultravioleta. Véase GASCO GARCÍA, Antonio. Restauración. Consolidación. < <http://www.ugr.es/~agcasco/personal/restauracion/teoria/TEMA16.htm> >

⁹⁸ TEXTOS CIENTÍFICOS.COM. Polímeros. Resinas de poliuretano. 22 de octubre de 2009. < <http://www.textoscientificos.com/polimeros/plasticos/sinteticos/resinas-poliuretano-siliconas-vinilicas> >

3. TRATAMIENTOS ACTUALES PARA LA ELIMINACIÓN DE PINTURAS EN AEROSOL: UNA REVISIÓN METODOLÓGICA

La transformación que durante los siglos ha ido experimentando el valor que generalmente se le ha atribuido a un bien cultural siempre ha discurrido de modo paralelo a la evolución del concepto de restauración, y de este modo, también al concepto de limpieza⁹⁹. En este sentido, el bien cultural entendido como objeto con valor histórico y estético es relativamente reciente¹⁰⁰, y por ende, la preocupación mostrada hacia su conservación y restauración, también.

Sin el objetivo de conformar un manual de limpieza, pretendemos en este capítulo realizar una exposición ordenada de aquellos sistemas y herramientas de limpieza que en la actualidad pueden ayudar al restaurador para el desarrollo y consecución de sus objetivos en relación con la extracción de pintadas de los monumentos históricos. Para ello, plantearemos los mecanismos de actuación que cada sistema posee de modo que logremos comprender su acción sobre los mencionados aerosoles. La información se ordena principalmente en dos apartados: criterios y metodologías. El segundo a su vez quedará dividido en métodos mecánicos, métodos físico químicos y métodos que denominaremos “experimentales”.

3.1 Los criterios de intervención

Al igual que ocurre en cualquier tipo de intervención restaurativa, el campo de la arquitectura también se apoya en un rigor metodológico que posee como finalidad principal garantizar la conservación de las obras y en definitiva, devolver en la medida en que sea posible el aspecto original que poseía la fachada tras su construcción. Para ello, se debe pasar por una investigación arquitectónica exhaustiva de la fachada y su entorno y a la vez, realizar un análisis histórico previo con el fin de indagar acerca de las técnicas empleadas en la construcción y acabados de la fachada cuando fue construida.

Los especialistas además, siguiendo en este rigor, realizan un esbozo sobre las principales teorías existentes sobre la restauración. Así encontramos¹⁰¹:

- La teoría **historicista**, heredera de Viollet-le-Duc, más conservadora y que aboga por un acabado idéntico al que poseía el edificio originalmente.
- La teoría **Arqueologista**, que busca reproducir los faltantes aunque sea necesario para ello recurrir a materiales distintos.
- La teoría de la **intervención de contraste**, que pretende diferenciar los elementos antiguos de la restauración realizada.

Llegados a este punto, los especialistas elaboran un plan de intervención que pasa por las distintas fases que una restauración implica: seguridad, andamiaje, limpieza de fachada,

⁹⁹ BARROS GARCÍA, José Manuel. Imágenes y sedimentos. La limpieza en la conservación del patrimonio pictórico. Valencia: Institució Alfons el Magnànim, 2005. ISBN: 84-7822-442-4, p.19.

¹⁰⁰ Es a Cesare Brandi al que se le debe la mayor parte de dicha evolución, pues fueron sus postulados los que supusieron un antes y un después para la teoría de la restauración. Véase, BRANDI, C. Teoría de la Restauración. Madrid: Alianza Editorial, 2002. ISBN: 84-206-4138-3

¹⁰¹ FARRÉ ORO, Bernabé. Limpieza, restauración, mantenimiento de fachadas. Barcelona: Prensa XXI, 1989. ISBN: 8486052173. Pp. 50-51.

consolidación, etc... En el caso de la limpieza de fachadas, el criterio seguido se estructura a grandes rasgos en el siguiente orden:

- Examen completo y metódico de la fachada
- Análisis del entorno del edificio¹⁰²
- Determinación de la naturaleza de los materiales constituyentes de la fachada, puesto que de ello dependerán los sistemas a emplear para no deteriorarlos
- Análisis de las causas y el grado de contaminación sufrido por la fachada, pues ello condicionará el método a emplear para la limpieza, más o menos contundente. En este sentido, los restauradores suelen practicar catas de limpieza con el fin de determinar el grosor y el comportamiento del estrato de suciedad (facilidad de limpieza).

Quizá sea correcto llegados a este punto plantear en este apartado los problemas y limitaciones que puedan plantear durante la limpieza de las fachadas las cuestiones relativas a la pátina. Y es que, como es bien sabido, las obras de arte no llegan a nuestros días en el mismo estado en el que fueron concebidas por los artistas, pues su aspecto se va viendo modificado paulatinamente por la acción del tiempo y del ser humano. Este aspecto “noble” que van adquiriendo los objetos con el tiempo supone y ha supuesto siempre un obstáculo para el criterio a escoger en el proceso de limpieza del bien, al existir defensores y detractores de su conservación. Sin pretender teorizar en torno a este complejo concepto, intentaremos aquí plantear muy brevemente cuál es el estado actual de dicha cuestión para llegar a la conclusión final de la ambigüedad del término y la necesidad de su contemplación a la hora de intervenir un monumento.

Etimológicamente, el término procede del latín *patīna*, por el barniz del que están revestidos los platos antiguos¹⁰³. El Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española establece como acepciones en su vigésimo segunda edición, cuatro, a saber:

1. f. Especie de barniz duro, de color aceitunado y reluciente, que por la acción de la humedad se forma en los objetos antiguos de bronce.
2. f. Tono sentado y suave que da el tiempo a las pinturas al óleo y a otros objetos antiguos.
3. f. Este mismo tono obtenido artificialmente.
4. f. Carácter indefinible que con el tiempo adquieren ciertas cosas.

De estas cuatro definiciones de *pátina*, podemos advertir dos tendencias en su acepción. De un lado una de índole física, con añadidos, depósitos, sedimentos, etc. De otro lado observamos una acepción más romántica y positiva que es consecuencia de ese aspecto noble y carácter propio que poseen los objetos antiguos que hacen al ser humano atribuirles un valor añadido. Otro rasgo que podemos advertir en estos intentos de definirlo es su imprecisión y ambigüedad, pues se trata de una definición muy amplia y poco precisa, que no concreta si el término hace referencia sólo a la obra en sí o también a los estratos que se depositan con posterioridad (como la suciedad). Tampoco precisa si estos materiales añadidos envejecidos poseen algún valor y si lo poseen, cuál es¹⁰⁴. Para añadir más confusión, la definición incluye en su tercera acepción la obtención de ese “acabado” de un modo artificial.

¹⁰² El objetivo es determinar la accesibilidad, tipo de andamios, etc. Y todas las circunstancias que puedan ser condicionantes para la intervención.

¹⁰³ Véase Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española - Vigésima segunda edición. 2 de noviembre de 2009 < <http://buscon.rae.es/drae/> >

¹⁰⁴ Podemos encontrar una completa discusión en torno al este concepto en BARROS GARCÍA, José Manuel. Óp. Cit. P. 61-62.

Veamos finalmente qué dice Brandi respecto a este tema. En el capítulo quinto de su “Teoría de la Restauración” el teórico relata en torno a la restauración según la instancia histórica. Aquí nos es posible leer, en resumen, que los añadidos en las obras de arte (añadidos del hombre) deben ser conservados debido al valor que han ido adquiriendo con el tiempo, y que su eliminación debe quedar siempre justificada. Establece así mismo que la pátina no es un añadido que represente necesariamente el producto de un acto, y que es indiscutible que la conservación y eventual reintegración de la misma forman parte del respeto hacia la unidad potencial de la obra de arte que la restauración se propone¹⁰⁵.

En conclusión, el restaurador debe tener presente que la elección del criterio final de limpieza en relación con la pátina debe quedar suficientemente razonado y que también en relación con la limpieza, la operación es irreversible, por lo que aquéllo retirado de una superficie no podrá ser devuelto a no ser que se haga de manera artificial.

3.2 Principales métodos de limpieza empleados en la actualidad

Existen diferentes métodos de limpieza que generalmente se emplean para la eliminación de depósitos tales como pinturas en spray, aunque es necesario conocer previamente la naturaleza del material a intervenir para en función de ello, optar por el método más idóneo. Para su exposición, los clasificaremos en dos grupos: los métodos de tipo mecánico y los métodos de tipo físico-químico.

3.2.1 Métodos de limpieza de tipo mecánico

Las técnicas de limpieza que generalmente denominamos como *mecánicas* son aquellas que comprenden un impacto entre un objeto y la suciedad con el objetivo de:

- a) Producir una fuerza que rompa el contacto entre el objeto y la suciedad
- b) Eliminar dicha suciedad del objeto

Para ello, lo que se debe asegurar en el empleo de este grupo de metodologías es que dicha fuerza que genera la ruptura se produzca en la fase entre objeto y suciedad, golpeando a la suciedad y no al objeto¹⁰⁶. Encontramos principalmente dos tipos de tratamientos de tipo mecánico¹⁰⁷:

- I. Eliminación de depósitos superficiales y poco adheridos mediante operaciones en seco (previas a otro tipo de operaciones de tipo físico-químico).
- II. Tratamientos con carácter erosivo en depósitos puntuales y sobre áreas limitadas o de menor valor artístico mediante maquinaria especializada (fresas, micro-abrasión, ultrasonidos, etc.).

Si seguimos de forma estricta la definición establecida en el primer párrafo de este apartado en cuanto a qué son los métodos mecánicos de limpieza, incluiríamos en los tipos de tratamientos anteriores la acción mecánica que se ejerce sobre una superficie al frotar con hisopos, esponjas o cualquier otro útil empleado durante una remoción mediante disolución o reactivos. Pero puesto que lo que nos guía aquí es la acción principal del agente, limitaremos la enumeración a la lista establecida anteriormente.

¹⁰⁵ Véase BRANDI, C. Óp cit. Pp. 35-41

¹⁰⁶ MONCRIEFF, Anne y WEAVER, Graham. Science for conservators. Cleaning (vol 2). London, New York: Conservation unit of the Museums & Galleries Commission, 2003. ISBN (vol 2): 0415071658.

¹⁰⁷ A diferencia de los sistemas de tipo físico-químico, la metodología de tipo mecánico no aporta sustancias ajenas al material original que puedan reaccionar con el mismo ni durante ni tras la intervención.

En muchas ocasiones las técnicas que se detallan a continuación no se emplean de manera aislada, sino que se combinan entre ellas para llevar a cabo las operaciones. Los tratamientos aquí expuestos son aportaciones de la práctica actual de la restauración de fachadas así como del campo de la restauración de la pintura mural.

3.2.1.1 Proyección de abrasivos en seco

Como se puede intuir, este método de limpieza mecánica consiste en la proyección de abrasivos de manera que producen un decapado de la superficie. Para esto se recurre a un aparato diseñado al efecto que consiste básicamente en un depósito donde se almacena el sólido a proyectar y un compresor que arrastra el árido a través de una manguera para ser proyectado desde la boquilla. El método además permite la graduación de las presiones, dependiendo también la limpieza del tipo de abrasivo empleado y de la distancia de la boquilla con respecto a la superficie a limpiar. De entre los sólidos más empleados destacan la arena de sílice, las micro-esferas de vidrio¹⁰⁸, la piedra pómez¹⁰⁹ o incluso las granallas vegetales¹¹⁰.

Los principales inconvenientes que presenta este sistema consisten en el tipo de protección que requiere el operario que efectúa la proyección, la contaminación que genera debido a la gran cantidad de polvo, la erosión que produce sobre la superficie a limpiar y finalmente la eliminación de la pátina.

3.2.1.2 Microabrasión

En monumentos con valor artístico, el único sistema que se debería aplicar para limpieza mediante proyectables es la microabrasión, que opera de un modo muy similar al del chorro de arena¹¹¹, y que se sirve de partículas que se proyectan con un tamaño inferior a 60 micras¹¹². Este tipo de proyectables¹¹³ es menos destructivo que el denominado chorro de arena libre, el cual debe evitarse en fachadas con valor artístico al poder dar lugar a pérdidas de materia.

El modo de funcionamiento del mecanismo consiste en hacer vibrar el abrasivo en el compresor para ser cribado posteriormente y transportado hasta una boquilla mediante una corriente uniforme de aire. Finalmente es impulsado a la superficie a limpiar (donde se encontraría el graffiti). Los parámetros a controlar y de los que dependerán los resultados son los siguientes¹¹⁴:

- Diámetro de la boquilla
- Presión del aire
- Características del abrasivo: dureza, morfología, tamaño de partícula, etc.

¹⁰⁸ Su ventaja es que produce menos polvo que el empleo de arena de sílice, la cual genera riesgo de silicosis en el operario en caso de no poseer los sistemas de protección oportunos. No posee sílice libre y su dureza según escala de Mohs es de 6-7. Para la obtención de más datos véase: MPA.BLAST - Soluciones para limpieza en restauración. Productos. Productos abrasivos. 22 de octubre de 2009

< http://www.mpa.es/3025/v3_00ver_productos.php?params=b3025a1048a1893a0308200 >

¹⁰⁹ Véanse características generales y consejos de empleo en Ibídem. 22 de octubre de 2009

< http://www.mpa.es/3025/v3_00ver_productos.php?params=b3025a1048a1893a0345008 >

¹¹⁰ Este tipo de abrasivo posee una dureza más baja que los anteriores (3 en escala de Mohs) y está indicado para trabajos más delicados de limpieza. Para obtener información sobre sus principales características véase Ibídem. 22 de octubre de 2009.

< http://www.mpa.es/3025/v3_00ver_productos.php?params=b3025a1048a1893a0307804 >

¹¹¹ REGIDOR ROS, José Luis. La limpieza en la pintura mural. Apuntes de la asignatura Proyectos II: Restauración de pintura mural (inédito). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005. P.9.

¹¹² CARBONELL DE MASY, Manuel. Óp cit. P. 88.

¹¹³ Recuérdese que las cuestiones relativas a los abrasivos fueron ya expuestas en el punto III.

¹¹⁴ REGIDOR ROS, José Luis. Óp cit.

- Intervalo de trabajo
- Estado de la superficie a tratar
- Dureza del depósito a eliminar¹¹⁵

El principal problema que genera este tipo de limpieza es la abrasión. Algunos proyectables contienen partículas abrasivas que han sido añadidas con la intención de producir en las superficies en las que se arrojan pequeños cortes en forma de lascas diminutas de aquellos depósitos más adheridos¹¹⁶. Inevitablemente, esto también va a producir microscópicas erosiones, por lo que durante su empleo debe tenerse en cuenta. En cualquier caso, y conociendo sus inconvenientes, es interesante estudiarlo en esta investigación para así conocer sus resultados y poder establecer comparativas con otros sistemas.

3.2.1.3 Proyección de abrasivos en húmedo

En realidad se trata de una variable de los sistemas anteriores, que supone la proyección de abrasivos mezclados con agua a una presión de 1-3 atmósferas. El abrasivo decapa el estrato a eliminar y el agua arrastra la suciedad. Los inconvenientes que puede ofrecer este sistema son idénticos a los anteriores, debiendo añadir el peligro que supone el empleo de agua en épocas frías por riesgo de heladas.

3.2.1.4 Agua y cepillado manual

Este sistema es una combinación de un método de tipo mecánico con otro de tipo químico. Consiste en impregnar de agua el paramento para reblandecer la suciedad y posibles eflorescencias y seguidamente realizar un cepillado manual mediante cepillo blando¹¹⁷ (para no deteriorar el material). Finalmente se practica un enjuague intenso con agua para eliminar la suciedad desprendida. Este método es poco agresivo, pero actualmente ha disminuido su empleo. En algunos países europeos es el único método de limpieza permitido para la restauración de monumentos¹¹⁸.

3.2.1.5 Proyección de agua a presión

Aunque aquí también se recurre a un agente de tipo físico-químico de limpieza, es mayoritariamente la acción mecánica de la presión del chorro la que produce la limpieza. Para llevar a cabo esta operación se recurre a la proyección de agua¹¹⁹ mediante un compresor y una pistola diseñados para ello. La presión es regulable, por lo que pueden emplearse bajas presiones, que no superan las 9,6 atmósferas¹²⁰, o altas presiones, del orden de un máximo de unas 120 atmósferas¹²¹. El empleo de agua a altas presiones supone un compromiso considerable sobre todo para la limpieza de superficies debilitadas o materiales blandos como las areniscas. Como inconvenientes, el método supone un riesgo por el peligro de infiltraciones que puede generar el agua en las fisuras y juntas y el riesgo de heladas si se trabaja en épocas

¹¹⁵ La dureza del estrato a eliminar debe ser inferior al de la superficie en la que se encuentra adherido.

¹¹⁶ MONCRIEFF, Anne y WEAVER, Graham. Óp cit. P.29.

¹¹⁷ Se han observado algunas eliminaciones de pintadas en las que el cepillado no parece haberse practicado con un cepillo de cerda blanda (posible empleo de cepillos de cerda metálica), pues se había erosionado de tal manera el paramento que se podía observar en bajorrelieve toda la superficie que ocupaba el graffiti antes de ser retirado.

¹¹⁸ FARRÉ ORO, Bernabé. Óp. Cit. P.59.

¹¹⁹ Existe también la posibilidad de variar la temperatura del agua proyectada, pudiendo trabajar con temperaturas frías o hasta llegar a unos 95 °C.

¹²⁰ CARBONELL DE MASY, Manuel. Conservación y restauración de monumentos: piedra, cal, arcilla. Barcelona: el autor, 1993. ISBN: 8460482324. Pp. 84-85

¹²¹ FARRÉ ORO, Bernabé. Óp. Cit. P.59

de bajas temperaturas. En la eliminación de pinturas en spray y aunque el sistema muchas veces actúe más por acción mecánica que por disolución, la eficiencia del mismo dependerá en parte del tipo de aglutinante que posea la pintura.

3.2.2 Métodos de limpieza de tipo físico-químico

A diferencia de lo que ocurre con los sistemas mecánicos de limpieza, que como vimos anteriormente aplicaban una fuerza física para favorecer la eliminación de los materiales sin introducir sustancias ajenas en el material original, en los métodos de tipo físico-químico encontramos otros mecanismos de acción, como lo pueden ser la disolución, la quelación o complejación, la disociación, etc. La mayoría de estos mecanismos, por tanto, comprenden un cambio de tipo químico, que supone la obtención de sustancias distintas a las iniciales.

3.2.2.1 Disolventes orgánicos

De entre la gran variedad de materiales de los que tradicionalmente ha dispuesto el restaurador, quizá sean los disolventes orgánicos aquéllos más recurridos. De hecho, en la restauración de obras de arte el empleo de disoluciones es de gran importancia, e incluso en ocasiones imprescindible. Así, la limpieza de una obra de arte se lleva a cabo mediante disolución parcial o total de las sustancias que se necesita eliminar, a la que sigue la extracción de las soluciones o la eliminación de las gelatinas que se forman¹²².

Los disolventes orgánicos son, pues, capaces de disolver sustancias sólidas formando disoluciones totales o disoluciones cercanas a un estado de gel¹²³. En este sistema, el sólido se convierte en el soluto (sustancia disuelta), mientras que el líquido constituye el disolvente del mismo, y la disolución se produce por la generación de fuertes interacciones entre moléculas.

Un **disolvente** propiamente dicho es aquel que produce interacciones a nivel intermolecular, ya que en caso de evaporación del disolvente el soluto que se obtiene es la sustancia inicial no modificada. Cuando estas interacciones producidas acontecen en los enlaces intramoleculares de modo que al evaporar el disolvente hemos obtenido un soluto de composición distinta a la sustancia inicial, nos encontramos ante **disolventes reactivos**. Familias de disolventes existen muchas¹²⁴, pero las que mejor acción ofrecen sobre sustancias de naturaleza sintética (graffitis) son las cetonas¹²⁵ y los ésteres¹²⁶.

Un último punto a tener en cuenta en el empleo de disolventes orgánicos es la **toxicidad**, parámetro que actualmente ha cobrado una importancia sin precedentes debido a los efectos que éstos se ha demostrado que ejercen sobre el organismo. Actualmente, sin embargo, el restaurador posee mayor acceso a las fichas que los fabricantes están obligados a proporcionar en materia de seguridad, y es en ellas donde el usuario puede comprobar entre otras características, las concentraciones máximas toleradas de un disolvente (en ppm) durante su empleo. De entre los disolventes más tóxicos encontramos los derivados clorados

¹²² Para obtener información detallada sobre los fenómenos directamente implicados en los mecanismos y proceso de disolución véase MATTEINI, Mauro y MOLES, Arcangelo. La química en la restauración. Madrid: Nerea, 2001. ISBN: 84-89569-54-1. Pp. 141-166.

¹²³ REGIDOR ROS, José Luis. Óp cit. Véase "Medios Físico-Químicos de limpieza" (uso de disolventes).

¹²⁴ Para una mayor profundización en este aspecto remitimos al lector a MASSCHELEIN-KLEINER, Liliane. Los solventes. Santiago de Chile: Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, Centro Nacional de Conservación y Restauración, 2004. ISBN: 956-244-166-0. Capítulo 2. Descripción de los principales solventes utilizados en conservación. Pp. 59-117.

¹²⁵ Éstas se caracterizan por poseer un grupo carbonilo (C=O) y por ser muy volátiles y disociantes.

¹²⁶ Son excelentes disolventes de muchas resinas naturales y sintéticas no envejecidas. Los más empleados son el acetato de etilo, de metilo, de butilo y de amilo.

(entre 10 ppm del tetracloruro de carbono y 500 ppm el tricloroetano y diclorometano), el benceno (25 ppm), el ciclohexanol (50 ppm), las aminas (por debajo de las 5 ppm) y los ácidos carboxílicos (5-10 ppm).

Algunos disolventes empleados hace algunos años pero que quizá ahora ya se encuentren obsoletos son el cloruro de metileno, disolvente de tipo clorado y por tanto nocivo para la salud y organismos vivos¹²⁷, y el metileno diclorado, que incide en esta misma línea y que se aplica por medio de cataplasmas de arcilla o pintura al temple enjuagándose posteriormente de manera intensa con agua¹²⁸.

3.2.2.2 Sustancias modificadoras del pH

Consisten en ácidos y bases que se adicionan a otros sistemas de limpieza o bien se emplean por sí solos siendo aplicados mediante soportantes. El peligro que constituyen muchos de ellos consiste en el riesgo que generan de aparición de sales por las reacciones químicas que producen, como por ejemplo los productos alcalinos a base de sodio o de potasio. Otros incluso pueden atacar el material intervenido, como por ejemplo el ácido clorhídrico, que es muy eficaz pero ataca a los materiales de tipo calcáreo.

Las sustancias alcalinas actúan saponificando las grasas (atención a las pinturas de naturaleza grasa) además de facilitar la limpieza del resto de la suciedad (de una manera más lenta que los ácidos). Los posibles residuos de sosa cáustica generan manchas blancas de carbonato sódico¹²⁹. También han sido empleadas lejías alcalinas, que tras secar se cepillan con aporte de agua.

3.2.2.3 Productos tensoactivos, emulsiones y microemulsiones. Aparición de los sistemas nanotecnológicos.

El agua, uno de los materiales más empleados en la limpieza de todo tipo de objetos artísticos, generalmente presenta numerosas limitaciones debido a sus propiedades particulares, sobre todo por su alta tensión superficial y alta polaridad (que la hace inmisible con sustancias apolares)¹³⁰. Estos problemas actualmente son posibles de solucionar gracias a la adición de otras sustancias denominadas tensoactivos que generan una disminución de la tensión superficial del líquido. El funcionamiento de estas sustancias es resultado de la particular estructura de sus moléculas que poseen una cadena apolar y una *cabeza* polar. De este modo, cuando un sólido apolar se adiciona a la mezcla de agua y tensoactivo¹³¹, las moléculas de éste último se agrupa en la interfase sólido-líquido con la cadena hacia la sustancia apolar y la *cabeza* hacia el agua, permitiendo su dispersión en el agua mediante la formación de micelas.

Según lo establecido en las líneas anteriores, una emulsión es básicamente la mezcla, estabilizada, de agua¹³² y disolventes orgánicos que normalmente no son miscibles entre sí. De

¹²⁷ Algunas fichas de seguridad actuales de productos comerciales anti-graffiti mencionan que el producto no contiene cloruro de metileno, debido a su toxicidad.

¹²⁸ FARRÉ ORO, Bernabé. Óp. Cit. P.64

¹²⁹ CARBONELL DE MASY, Manuel. Óp. Cit. P. 86

¹³⁰ BARROS GARCÍA, José Manuel. Imágenes y sedimentos. La limpieza en la conservación del patrimonio pictórico. Pp. 116-117.

¹³¹ Véase tipos de tensoactivos en BARROS GARCÍA, José Manuel. Sistemas de limpieza desarrollados por Richard Wolbers. Óp. Cit. Pp. 56-62

¹³² La fase acuosa de la mezcla constituye una hidrófila barrera frente a la penetración de los materiales hidrófobos en la porosidad del soporte. Véase GRASSI, Scilla et al. The conservation of the Vecchietta's wall painting in the old sacristy of Santa Maria della Scala in Siena: the use of nanotechnological cleaning agents. *ScienceDirect* [en línea]. Abril-junio 2007, volumen 8, numero 2 [fecha de consulta: 29 de octubre de 2009]. Disponible en:

este modo se pueden emplear disolventes más débiles que los que harían falta si no se tratase de un sistema espesado¹³³, obteniéndose multitud de combinaciones que ofrecen resultado a una gran variedad de problemas.

A estas mezclas anteriores de surfactantes y agua, en concentraciones por encima de la CMC¹³⁴ también se les denomina “soluciones micelares”, y contienen un disolvente secundario que es adsorbido¹³⁵ a la interfase micelar actuando en el proceso de limpieza junto a la emulsión. Las microemulsiones¹³⁶ difieren de las anteriores debido a la presencia de un segundo líquido en la composición denominado “fase dispersa” que es insoluble en el disolvente que constituye la “fase continua”. La fase dispersa forma micro gotas en la fase continua y la estabilización se produce por la adsorción anteriormente mencionada del surfactante en la interfase entre las microgotas y el disolvente. Tanto emulsiones como microemulsiones forman mezclas transparentes y termodinámicamente estables¹³⁷.

3.2.2.4 Soportantes y espesantes: fibras de celulosa, arcillas y sistemas gelificados.

Se trata de sustancias macromoleculares que ofrecen la posibilidad de transportar disolventes formando soluciones de alta viscosidad y solidez. Estos materiales pueden quedar divididos en dos familias: espesantes y soportantes. Los principales espesantes empleados en restauración son, según su orden de aparición:

- Éteres de celulosa: los principales son la carboximetilcelulosa (CMC), la metilcelulosa (MC) y la hidroximetilcelulosa (HMC). Son derivados celulósicos que se distribuyen bajo diferentes nombres comerciales, poseen un pH neutro y ofrecen limitaciones en cuanto a variedad de disolventes espesados.
- Acido poliacrílico Carbopol®. A los diferentes tipos de Carbopol® existentes (941, 934, 940¹³⁸), se ha añadido otro en los últimos años el Ultrez, que posee la cualidad de espesar rápidamente la mezcla. Este ácido ofrece la posibilidad de diseñar productos a medida según las necesidades particulares del material a intervenir. Los componentes necesarios para elaborar un gel de este tipo son¹³⁹:
 - o Agua
 - o Ácido poliacrílico Carpopol®
 - o Ethomeen (detergente catiónico de tipo amina, actúa como base débil)

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6W6G-4NYD49F-3&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1069772809&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d8784ba14f2c97a635cb7654e4a756d6

ISSN: 1296-2074

¹³³ DOMÉNECH CARBÓ, María Teresa y YUSÁ MARCO, Dolores Julia. Aspectos físico-químicos de la pintura mural y su limpieza. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2006. ISBN: 84-9705-941-7. Pp. 153-154.

¹³⁴ Concentración micelar crítica.

¹³⁵ La adsorción es un proceso que a modo sintético puede ser sinónimo de retención o unión.

¹³⁶ CARRETTI, Emiliano et al. Microemulsions and micellar solutions for cleaning wall paintings surfaces. *Studies in Conservation*, (50): 128-136, 2005. ISSN 0039-3630.

¹³⁷ *Ibidem*. Véanse características novedosas de estos sistemas en apartado “Introduction” del mencionado artículo.

¹³⁸ La diferencia principal entre estos tres tipos de Carbopol® es la viscosidad de la mezcla resultante.

¹³⁹ Podemos encontrar información ampliada respecto a la formulación de estos geles en: DOMÉNECH CARBÓ, María Teresa y YUSÁ MARCO, Dolores Julia, *Óp. cit.*; BARROS GARCÍA, José Manuel. *Imágenes y sedimentos. La limpieza en la conservación del patrimonio pictórico.* *Óp. cit.*; VIVANCOS RAMÓN, Victoria, BARROS GARCÍA, J. Manuel y GÁMIZ POVEDA, María. *Seminario sobre la limpieza de pinturas de caballete.* Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2007. ISBN: 978-84-8363-126-3.

- Disolvente(s) orgánico(s)
- Aditivos (según las necesidades que se posean)

El mencionado ácido reacciona con la base (ethomeen, trietanolamina) en presencia del agua (reacción ácido-base) formando un nuevo compuesto en forma de gel y con propiedades tensoactivas. Requieren de una eliminación de residuos tras su empleo.

- Ácido poliacrílico modificado Carbogel®. Es una variante del anterior que se diferencia del mismo por venir ya neutralizado. Posee la capacidad de absorber el agua en un alto porcentaje. Ofrece más limitaciones para absorber disolventes.

Las principales ventajas de los geles son:

- Control de la limpieza
- Reducción de la velocidad de evaporación del disolvente
- Reducción de la tensión superficial y aumento de la capacidad de humectación del sistema
- Reducción de la toxicidad

En cuanto a soportantes, encontramos la cera (que forma un empasto que en Italia se conoce como *pappina*), sílice micronizado, arcillas (en España existen los mejores yacimientos), papeles y fibras de celulosa de distintas longitudes. Estos soportantes pueden mezclarse entre sí, pero no se disuelven al ser mezclados con los disolventes como ocurría en los sistemas gelificados. Con estos materiales obtenemos así mismo una actividad más superficial del disolvente o mezcla de disolventes, mejorando a la vez su capacidad mojante. Se debe poseer la precaución de retirar todos los residuos de la superficie, pues son sólidos no volátiles.

3.2.2.5 Productos comerciales para eliminación de sprays y graffitis

Suelen consistir en una combinación de varios de los sistemas anteriores más un espesante (posiblemente un éter de celulosa) que genera una solución algo más viscosa la cual retiene durante más tiempo el agente disolvente sobre la superficie. El inconveniente con este tipo de productos es el desconocimiento por parte del operario de la composición del mismo, ya que los fabricantes no facilitan esta serie de datos.

3.2.2.6 Otros productos aplicados contra graffitis

En este apartado se incluyen diversidad de productos comerciales destinados a preservar los paramentos de agresiones por pintadas, y, como ocurría en el caso anterior, tampoco aquí se facilitan los datos técnicos de los mismos¹⁴⁰. Por lo general, actúan generando una película protectora en la superficie (reduciendo la traspiración del muro en muchos casos) que facilita la eliminación de pintadas en caso de producirse, al evitar que éstas penetren en la porosidad. Los principales inconvenientes de este tipo de materiales son los cambios cromáticos que suelen producir en la superficie y la mencionada disminución de la permeabilidad del muro¹⁴¹.

¹⁴⁰ Las fichas técnicas más completas que se han podido localizar (Producto anti graffiti *Graffi capa 352. Protector anti graffiti*, Proliteco S.L., Catarroja (Valencia) mencionan que el producto está elaborado a base de ceras microcristalinas de base acuosa de larga duración y que es apto para todo tipo de superficies. Establece así mismo que con este producto protector, la pintada se elimina con agua caliente a presión (90°C y 90-150 bar), y en caso de pintadas difíciles, emplear puntualmente un quita graffitis. Véase Proliteco. Fichas técnicas. 23 de octubre de 2009
< http://www.proliteco.com/fichas/protecciones%20antipintadas/AGS_P_GRAFFICAPA352.pdf >

¹⁴¹ En este sentido son preferibles los anti-graffiti temporales, generalmente a base de ceras o polisacáridos. Éstos son más fáciles de aplicar y más económicos, a la vez que se retiran durante la eliminación del graffiti. Véase ASHURST, Nicola. *Cleaning historic buildings* (2 volúmenes). London: Donhead, 1994. ISBN: 1873394128. Vol. 2, *Cleaning materials and procesos*. Pp. 152-153.

3.2.3 Métodos experimentales

El desarrollo científico y tecnológico experimentado en el campo de la restauración en los últimos años ha permitido el desarrollo de nuevas tecnologías de limpieza que persiguen intervenciones donde la inocuidad sobre el material original así como sobre el operario pueda quedar garantizada. Tal es el caso de la limpieza mediante tecnología **láser**, que a partir de los años 70 fue introducida en Italia para la limpieza de pequeñas obras de arte¹⁴² y a partir de los 90 comenzó a emplearse para la limpieza del patrimonio monumental, generando una inmensidad de expectativas debido a lo eficaces que resultan sus limpiezas.

El sistema del dispositivo láser posee complejo modo de funcionamiento. El tipo de limpieza que produce consiste en una serie de mecanismos de tipo físico y químico que actúa sobre el estrato de material ajeno produciendo su eliminación. De un modo esquemático, estos mecanismos mencionados son tres¹⁴³:

- Uno de tipo foto-químico, interviniendo sobre los enlaces del material sobre el que se está trabajando.
- Uno de tipo térmico, que calienta dicho material hasta vaporizarlo sin pasar previamente por estado líquido (fenómeno conocido como fotoablación).
- Uno de tipo fotomecánico, que debido al diferente coeficiente de expansión que poseen unos materiales respecto a otros se producen unas ondas de choque que generan la eyección del material.

Las variantes que influyen en la limpieza que genera el haz láser son la energía que aplica el pulso, la duración del pulso, la longitud de onda del haz, la distancia de la pistola, etc., además de la naturaleza del material intervenido. Dependiendo así mismo del tipo de material a intervenir, se emplean láseres que actúan en rangos distintos del espectro electromagnético. De este modo, para eliminar repintes en obras pictóricas se emplearían longitudes de onda que se situase dentro del rango del UV. En este sentido las investigaciones todavía hoy continúan, puesto que existen pigmentos que sin constituir repintes ofrecen una reflexión ultravioleta como tales, por lo que se correría el riesgo de ser eliminados.

El sistema de limpieza conocido como **criogénesis** es de los de más reciente aparición, que desde otros campos de la industria en los últimos años ha pegado el salto al campo de la restauración del patrimonio monumental. El método, no abrasivo, se basa en la proyección de partículas de hielo seco (CO₂ sólido) a velocidades supersónicas que por el choque térmico que generan producen el desprendimiento del material por acción mecánica sin generar residuos¹⁴⁴.

El **oxígeno atómico** es un sistema experimentado por la NASA para la extracción de materiales de tipo orgánico sobre las obras de arte mediante reacción química. El riesgo viene dado por la posible interacción con aglutinantes y pigmentos orgánicos (recordemos que existen paramentos con policromías) presentes en las obras. La dificultad operativa que ofrece esta técnica y lo arriesgado de su empleo limitan todavía hoy su uso.

¹⁴² GONZÁLEZ FRAILE, Eduardo. Investigación y aplicaciones de la radiación láser en la limpieza de arquitectura monumental. En: AA.VV. Actas del curso sobre la aplicación del láser en la limpieza de la piedra (CD). Madrid: Grupo español del IIC, 1998.

¹⁴³ Véase CASTILLEJO, Marta. Desarrollo de una estación de trabajo láser para la limpieza y restauración de pinturas artísticas. En: AA.VV. Actas del curso sobre la aplicación del láser en la limpieza de la piedra (CD). Madrid: Grupo español del IIC, 1998.

¹⁴⁴ AIR LIQUIDE. Limpieza criogénica de superficies. 23 de octubre de 2009
< <http://www.es.airliquide.com/es/sus-necesidades-son-de/limpieza-criogenica-de-superficies.html> >



CAPÍTULO 3.

PROCESO EXPERIMENTAL: HACIA LA BÚSQUEDA DE UNA PROPUESTA METODOLÓGICA.

1. ELABORACIÓN DE PROBETAS Y REPRODUCCIÓN DE PATOLOGÍAS

Para el desarrollo de la presente fase experimental se seleccionaron tres tipos de soportes porosos diferentes en función de los materiales que generalmente se pueden encontrar en los monumentos aquí estudiados. De esta manera se pretendía reproducir con la mayor fidelidad posible las situaciones reales a las que los restauradores se enfrentan normalmente. Estos materiales han sido:

- **Piedra caliza** Moncada¹⁴⁵, (también llamada “del terreno”, o “piedra clásica de Valencia”), suministrada por Grupo Micons S.A¹⁴⁶. (Canals, Valencia). Las probetas elaboradas fueron de dos tipos diferentes: piedra lisa y piedra abujardada (figura 8), de manera que fuese posible determinar el comportamiento de la pintada durante su eliminación en ambas texturas. Se diseñaron recuadros de pintadas de 80 x 110 mm que a su vez quedaron divididos en 20 campos cuadrados donde practicar las pruebas y un campo rectangular donde el soporte permanecía virgen y donde practicar las mediciones oportunas (color y absorción principalmente). Los campos mencionados fueron numerados al igual que los distintos recuadros para obtener un seguimiento y registro ordenado de resultados.
- **Estuco** de tipo tradicional, cuyo último estrato fue elaborado a partir de unas proporciones de 30% de polvo de mármol impalpable y un 70% de hidróxido de calcio (*grassello* de cal), sin teñir, puesto que el color blanco sería de ayuda a la hora de determinar la existencia de residuos de pintada. Al igual que en las probetas anteriores, también aquí se realizaron diferentes recuadros de pintadas que fueron divididos en pequeños campos para realizar las distintas pruebas. Se dejaron áreas vírgenes para también poder realizar aquí las mediciones necesarias.
- **Azulejo cerámico** crudo, de 110 x 110 mm, suministrados por Vallés 16 (Xàtiva, Valencia). También fueron divididos en pequeños campos cuadrados tras aplicar el spray en su superficie, reservando una tira rectangular para realizar las mediciones oportunas (figura 9).

El spray empleado en la elaboración de las mencionadas probetas fue fabricado por la casa “Novasol Spray S.A.” (Llorenç del Penedés, Tarragona), y adquirido en “Ferretería La Lonja” (Valencia). Se seleccionó un tono satinado negro de la marca *Pinty Plus*, con número de referencia 9005.

¹⁴⁵ Este tipo de piedra ha sido empleada actualmente para importantes proyectos de restauración tales como los desarrollados en los puentes de Trinidad y Serranos de Valencia o sobre la puerta de los Apóstoles de la Catedral de Valencia.

¹⁴⁶ Para conocer información técnica del material véase Grupo Micons. Materiales. Moncada. 3 de noviembre de 2009 < <http://www.micons.net/> >



FIGURA 8. Probetas de piedra Moncada elaboradas para el estudio

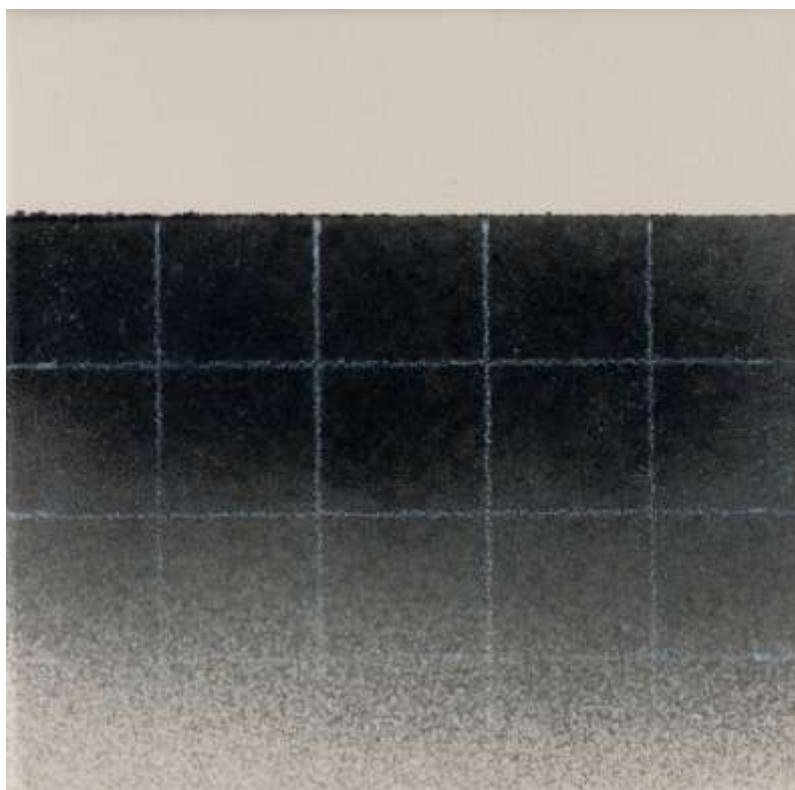


FIGURA 9. Probetas de cerámica elaboradas para el estudio

2. ANÁLISIS PREVIOS EN LABORATORIO

Los análisis aquí descritos se realizaron inicialmente sobre las probetas con el fin de obtener datos iniciales relativos a características cromáticas, de superficie, absorción, composición, etc., y así poder establecer una comparativa final que aportase datos sobre los resultados que los distintos mecanismos de limpieza ofreciesen.

2.1 Estudio colorimétrico y de superficie

Con el fin de determinar la permanencia de velos o residuos de color sobre las superficies a estudiar en los soportes empleados en esta investigación, se realizó una medición colorimétrica inicial mediante el empleo de un espectrofotómetro Minolta 2500d. En cada uno de los soportes se realizó una medición del color inicial, consistente en tres disparos a partir de los cuales posteriormente obtener un valor medio que se compararía con el propio obtenido tras la eliminación del spray.

Del mismo modo, se pretendió también con esta serie de disparos determinar las características de superficie que los materiales poseían, de modo que tras la limpieza de los graffiti fuera posible concluir si éstos afectaban a la porosidad del soporte o si los métodos de limpieza empleados resultaban abrasivos para las superficies.

2.2 Análisis físico-químicos

Los análisis físico-químicos realizados únicamente pretendieron determinar qué tipo de aglutinante poseía el spray empleado para realizar las pintadas. Fueron realizados por los laboratorios ARTE-LAB (Madrid, España), y se empleó la técnica de Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FT-IR por transmisión y FT-IR ATR), obteniéndose como resultado de aglutinantes una resina de poliéster (figura 10).

2.3 Medición de la absorción de las superficies

El método empleado para calcular la absorción de los materiales fue el propuesto por Grassi *et al.*¹⁴⁷, consistente en el empleo de esponjas absorbentes tipo Blifix® de 10 x 10 x 20 mm en este caso. Se emplearon dos, ambas saturadas de agua destilada. Mientras una permanecía en contacto con la superficie a estudiar durante 10 minutos (pesada cada 30 segundos), otra se empleaba como patrón para contabilizar el agua que se pudiera evaporar durante el estudio, sin permitir su contacto con ninguna superficie para evitar cesión de agua. Finalmente y mediante un cálculo matemático se obtuvo el denominado índice de absorción (%):

$$A.I. \% = \frac{W^{abs} - W^{Ref}}{W^i - W^{ref}} \times 100$$

Donde:

W^{abs} = peso del agua absorbida

W^{Ref} = peso del agua evaporada

W^i = peso inicial del agua que contiene la esponja que contacta con la pintura

¹⁴⁷ Véase GRASI, Scilla *et al.* Op cit.

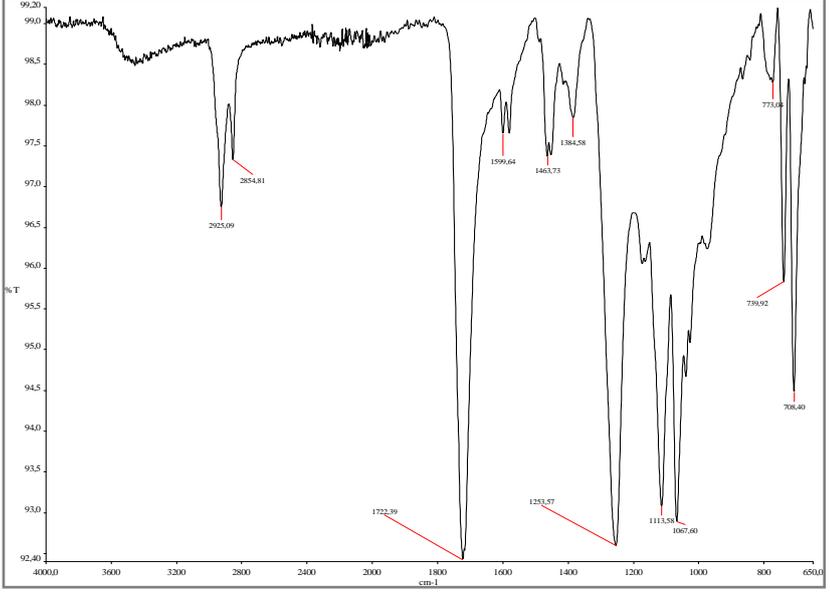
Descripción de la muestra		Pintura negra en aerosol sobre portaobjetos	
Método de separación de la muestra	-	Técnicas de análisis	FTIR
 <p>A) Imagen de la muestra estudiada</p>	 <p>B) Espectro FTIR obtenido del análisis realizado de la pintura negra</p>		
Identificación del material		resina de poliéster	

FIGURA 10. Cuadro resumen del análisis realizado sobre la muestra. Autor: ARTE-LAB (Madrid).

3. ENSAYOS DE LIMPIEZA

Para llevar a cabo esta fase del estudio, las pruebas de limpieza quedaron divididas en cuatro apartados, los cuales se desarrollan a continuación.

3.1 Microabrasión

Las pruebas de microabrasión se desarrollaron mediante el empleo de un microabrasímetro CTS 5 y dos abrasivos (proyectables) diferentes: piedra pómez y silicato de aluminio. La distancia de enfoque del chorro fue de 1-2 centímetros, formando un ángulo con respecto a la probeta de aproximadamente 45°-30°.

3.2 Tests con disolventes

Para el desarrollo de este tipo de prueba se seleccionó de entre todos los tests disponibles el conocido como “test de Feller”, que consiste en practicar pruebas de disolución con disolventes puros y mezcla de ellos trabajando entre unas polaridades de 96 (mezcla 1) y 47 (mezcla 13). Alternativamente también se probó una mezcla formada por alcohol y acetona al 50%, con el fin de obtener resultados de una mezcla más polar que las anteriores. En todos los casos las pruebas se realizaron mediante empleo de hisopo de algodón.

3.3 Soportantes y espesantes: geles de disolvente, arcillas, fibras de celulosa, soluciones micelares y microemulsiones.

Los sistemas gelificados empleados han sido básicamente de dos tipos. De un lado se ha recurrido a los sistemas gelificados propuestos por R. Wolbers, basados en el empleo de disolventes con polaridades comprendidas en los rangos que mejor disolución ofrecían en la fase “3.2 Tests con disolventes” de este mismo capítulo. Las clases de gel así como los componentes empleados para su elaboración se detallan en la tabla 1. Tras la aplicación del gel y tras ser dejados actuar durante 5 minutos, los residuos se retiraron en primer lugar en seco mediante un algodón para finalmente proceder a un enjuague con disolvente de polaridad afín.

COMPONENTES DE LOS GELES EMPLEADOS				
COMPONENTE	GEL 1: GEL DE XILENO Y BENZOL	GEL 2: GEL DE ACETONA Y XILENO	GEL 3: GEL DE ETANOL, BENZOL Y DMSO	GEL 4: GEL DE ACETONA Y BENZOL
CARBOPOL 934	1 GR	0,4 GR	0,5 GR	1,5 GR
TRITANOLAMINA	-	1,25 ML	2,8 ML	5 ML
AGUA DESTILADA	1,5 ML	12,5 ML	16,7 ML	50 ML
ETHOMEEN C-12	10 ML	0,4 ML	-	-
DISOLVENTE	40 ML XILENO 10ML BENZOL	16 ML ACETONA 2,75 ML XILENO	35 ML BENZOL 3,6 ML DMSO 18,4 ML ETANOL	65 ML ACETONA 10 ML BENZOL
TWEEN 20	-	0,25 ML	-	-

TABLA 1. Componentes de los geles empleados en el estudio

Por otra parte se elaboró un gel espesado con un éter de celulosa (etilcelulosa). La selección de este material vino determinada por su capacidad de espesar disolventes de polaridad media-alta e incluso algunos disolventes apolares (hidrocarburos aromáticos). La elaboración de los geles fue sencilla, y consistió en añadir una cantidad de 3 gr de etilcelulosa por cada 100 ml de disolvente (3%). Tras ser dejados actuar durante 5 minutos se retiraron en seco mediante empleo de un algodón limpio para finalmente proceder al enjuague con disolvente de polaridad afín.

En cuanto a las soluciones micelares y microemulsiones, se seleccionaron 3 para este estudio. Los componentes empelados en la elaboración de las mismas se facilitan en la tabla 2. La aplicación de los líquidos se practicó a través de un soportante compuesto por sepiolita y harina de celulosa al 50%. Se dejaron actuar durante una hora, y trascurrido este tiempo se retiraron y se practicó un enjuague con bicarbonato de amonio en primer lugar, y agua destilada para finalizar, con pinceles de cerda dura e hisopo.

COMPONENTES DE LAS EMULSIONES Y MICROEMULSIONES EMPLEADAS			
COMPONENTE	SOLUCIÓN MICELAR 1	SOLUCIÓN MICELAR 2	MICROEMULSIÓN
AGUA DESTILADA	90,5 GR	76,8 GR	43,1 GR
1-PENTANOL	3,4 GR	7,2 GR	3,25 GR
PROPILEN CARBONATO	5 GR	8,9 GR	-
SODIODODECILSULFATO	1,1 GR	3,6 GR	1,95 GR
BICARBONATO DE AMONIO	5 GR	-	-
ACETONA	-	1,75 GR	0,8 GR
XILENO	-	-	0,9 GR
ALCOHOL BENCÍLICO	-	1,75 GR	-

TABLA 2. Componentes de las emulsiones y microemulsiones empleadas en el estudio

En este mismo conjunto de pruebas se realizó una última consistente en aplicar un empaco de arbocel y sepiolita al 50% con agua destilada hasta saturar el poro del soporte. Tras ello y una vez cedida la mayor parte de agua, se aplicó por goteo una mezcla de acetona y alcohol bencílico (75% y 25%, respectivamente) y se dejó actuar durante 45 minutos en las superficies lisas (estuco y piedra apomazada), 60 minutos en la piedra abujardada y 90 minutos en la superficie cerámica. Finalmente se retiró el empaco y se eliminó el aerosol con la ayuda de un hisopo embebido en la misma solución disolvente.

3.4 Productos “quita-pinturas”

Con el de comprobar su acción sobre los aerosoles también fue probado un producto quita-graffiti de la misma casa comercial que el spray empleado en la elaboración de las probetas. Fue aplicado a una distancia de 25 cm y dejado actuar durante 5 minutos, tal cual indicaba la etiqueta del producto. Tras este tiempo, fueron retirados los residuos mediante pincel de cerda dura y abundante agua.

4. ANÁLISIS FINALES

Con el fin de proporcionar comparativas y conclusiones en relación con los tests iniciales, se practicaron mediciones finales tanto de colorimetría como de porosidad y absorción. La dinámica seguida fue idéntica a la inicial, y a partir de los resultados obtenidos fueron calculadas las diferencias.

5. RESULTADOS

5.1 Resultados de los ensayos de limpieza

Comenzando por las pruebas de microabrasión, los resultados han dependido de la dureza del soporte limpiado. Mientras que las pruebas de limpieza sobre piedra han sido excelentes (figura 11), sobre todo en la de acabado apomazado (ya que la abujardada poseía multitud de recovecos que requieren mayor insistencia del chorro), las realizadas sobre el estuco y sobre la cerámica han sido bastante pésimas al erosionar de manera acentuada la superficie. No se han observado diferencias apreciables entre el empleo de un proyectable y otro.



FIGURA 11. Resultado de la limpieza realizada mediante microabrasión sobre soporte pétreo abujardado

Los resultados obtenidos en el empleo de disolventes orgánicos (Test de Feller) muestran que las polaridades comprendidas entre 64 y 47 son las que mejor funcionan. Se debe mencionar que las superficies más texturadas y rugosas son las que más dificultad ofrecen para la limpieza (cerámica y piedra abujardada). Las mezclas de alcohol bencílico y acetona soportadas con empacos de arbocel y sepiolita también han ofrecido buenos resultados en superficies lisas.

Sobre los resultados obtenidos en el empleo de geles de disolvente, han sido las combinaciones de alcohol bencílico con xileno y con acetona los que mejores resultados han ofrecido. Mientras que las superficies lisas (estuco y piedra apomazada) ofrecen gran facilidad para la limpieza, las texturas (cerámica y piedra abujardada) han dificultado la retirada de las películas de pintura debido a la irregularidad de la superficie, incluso después de una segunda aplicación (figura 12).

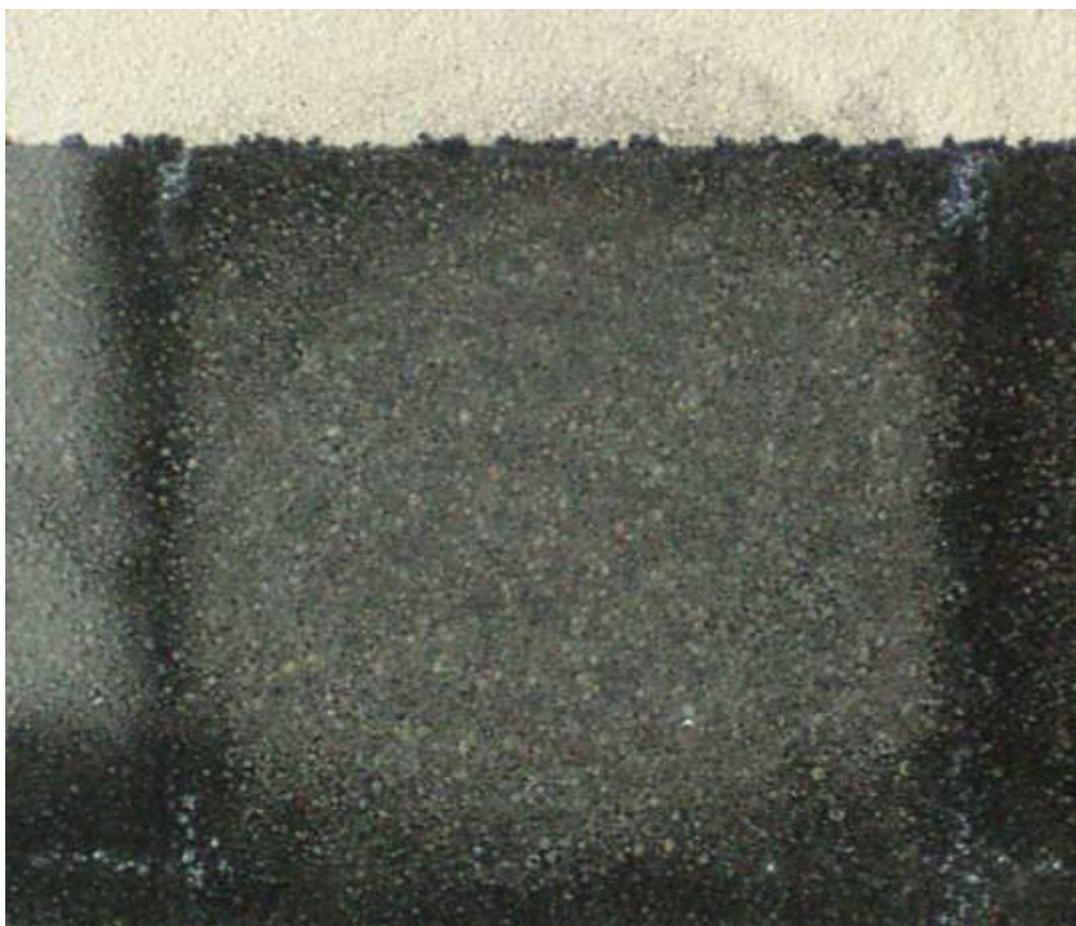


FIGURA 12. Resultados de limpieza sobre soporte cerámico mediante gel de disolvente a base de acetona y alcohol bencílico

Las soluciones micelares y microemulsiones empleadas en el estudio han ofrecido resultados positivos principalmente en los soportes de superficie lisa. Concretamente, ha sido la solución micelar 2 la que mayor rapidez permitía para la remoción de la pintada. Se observa que la dificultad que ofrecen para la limpieza las superficies texturadas es una constante, quedando mucha cantidad de aerosol sobre todo en la cerámica.

Finalmente, el producto quita-pinturas empleado ha ofrecido resultados muy similares a los demás sistemas físico-químicos, y tampoco ha sido capaz de retirar la totalidad de el spray en los soportes con textura.

5.2 Resultado de los análisis de superficies

En lo relativo a los resultados del estudio colorimétrico y como es posible concluir tras una simple inspección visual, los resultados ópticos de aquellos sistemas que mejor funcionaban son positivos en las superficies lisas, al no producirse cambios cromáticos apreciables (persistencia de la pintada). Por el contrario, las superficies con textura arrojan datos menos satisfactorios, pues la persistencia de aerosol en superficie es muy acusada sobre todo en las cerámicas.

En el caso de los estudios realizados mediante brillómetro, las pruebas de microabrasión afectan gravemente a los soportes más blandos (cerámica y estuco) al erosionar el material, mientras que las superficies más duras como la piedra no se han visto afectadas. Los resultados de las pruebas de disolución en relación con la alteración de la porosidad del soporte nos dicen que ésta se ve afectada principalmente en el caso de la cerámica, donde no se han devuelto las características porosimétricas iniciales (tabla 3). En el caso de las superficies lisas como el estuco o la piedra apomazada, las mediciones finales son prácticamente idénticas a las iniciales (tabla 4), por lo que la porosimetría no se ve afectada.

MEDICIÓN CON BRILLÓMETRO DE SUPERFICIE EN CERÁMICA						
CAMPO	20°		60°		85°	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
1	0,9	0,1	2	0,7	1,2	1,2
2	0,9	0,1	2	0,8	1,1	1
3	0,9	0,3	2	0,8	1,1	0,5
4	0,9	0,3	2	0,9	1,2	0,4
5	0,9	-	1,8	-	0,9	-

TABLA 3. Medición con brillómetro de superficie en cerámica

MEDICIÓN CON BRILLÓMETRO DE SUPERFICIE EN ESTUCO						
CAMPO	20°		60°		85°	
	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS	ANTES	DESPUÉS
1	1,1	1,1	2,7	2,7	2,6	2,6
2	1,2	1,1	2,4	2,6	1,2	3,1
3	1,2	1,1	2,8	2,7	2,9	3,1
4	1,2	1,1	2,7	2,5	1,3	2,6
5	1,2	1,1	2,5	2,6	1,9	1,9

TABLA 4. Medición con brillómetro de superficie en estuco

Finalmente debemos exponer los resultados obtenidos en los cálculos de absorción de las superficies (tabla 5), donde se observa mayor coeficiente de absorción en cerámica y estuco que en piedra. Mientras en los primeros el coeficiente obtenido es de 7'6-7'7%, en la piedra es menor, de un 3,8%. Al medir nuevamente la absorción de la superficie tras recubrirla con aerosol es posible observar cómo ésta disminuye, siendo en el caso de la cerámica el nuevo índice de 1,9% aproximadamente.

MEDICIÓN DE ABSORCIONES DE SUPERFICIES			
TIEMPO	PESO ESPONJA PRUEBAS CERÁMICA (GR)	PESO ESPONJA PRUEBAS ESTUCO (GR)	PESO ESPONJA PRUEBAS PIEDRA (GR)
30"	2,5	2,5	2,6
1'	2,5	2,5	2,6
1'30"	2,4	2,5	2,6
2'	2,4	2,4	2,6
2'30"	2,4	2,4	2,6
3'	2,4	2,4	2,6
3'30"	2,4	2,4	2,6
4'	2,4	2,4	2,6
4'30"	2,4	2,4	2,6
5'	2,4	2,4	2,5
5'30"	2,3	2,4	2,5
6'	2,3	2,4	2,5
6'30"	2,3	2,4	2,5
7'	2,3	2,4	2,5
7'30"	2,3	2,4	2,5
8'	2,3	2,4	2,5
8'30"	2,3	2,4	2,5
9'	2,3	2,4	2,5
9'30"	2,3	2,3	2,5
10'	2,3	2,3	2,5

TABLA 5. Medición de absorciones de las superficies estudiadas.

6. CONCLUSIONES

Los estudios conducentes a la actualización de metodologías empleadas en la restauración del patrimonio artístico son necesarios en tanto que se debe procurar el máximo de inocuidad en las intervenciones que se llevan a cabo sobre las obras y que pretenden asegurar su conservación en el tiempo. En este sentido, la realización del presente estudio ha permitido comprobar cuál es el estado actual de la cuestión, y cuáles son los campos que requieren de mayor estudio dado que todavía hoy continúan sin ser resueltos.

En relación con las características constructivas de los edificios de nuestro entorno, cabe destacar que éstos han sido levantados principalmente en piedra, quedando otros materiales como el ladrillo relegados a un segundo plano. La cerámica y los revestimientos murales (estucos, morteros, pinturas murales) actúan como medios auxiliares para la decoración de las fachadas.

El dato anterior es positivo si tenemos en cuenta que tras la realización de la presente investigación ha sido posible concluir que son los materiales pétreos los que mayor facilidad de limpieza ofrecen en comparación con los de tipo cerámico, más blandos y con más textura. Los primeros, es decir los pétreos, permiten tanto limpiezas mediante microabrasión como de tipo físico-químico al ser materiales más resistentes (duros). Los materiales de tipo cerámico en cambio no permiten su completa limpieza debido principalmente a sus características texturales, que impiden el acceso de las herramientas de limpieza a las zonas más deprimidas de la superficie. Respecto a los estucos y morteros lisos, los medios físico-químicos de limpieza ofrecen soluciones suficientemente eficientes.

Si analizamos los resultados obtenidos en las limpiezas y enfocando dicho análisis desde el punto de vista resolutivo encontramos que:

1. Los materiales pétreos abujardados complican su limpieza debido a su textura, que sólo pueden ser limpiados de manera completa mediante empleo de microabrasión con proyectable más blando que la propia piedra (para no erosionarla).
2. Los materiales pétreos lisos (acabado apomazado) no ofrecen complicaciones para su limpieza, y tanto la microabrasión como los sistemas físico-químicos ofrecen excelentes resultados. De estos últimos, nos quedamos con las soluciones micelares y microemulsiones, en tanto que su composición consiste en un 75-90% de agua destilada, con lo que el impacto ambiental que pueden provocar es mínimo debido a la escasa cantidad de disolventes orgánicos empleados (siempre por debajo del 20-25%).
3. Los estucos, al ser superficies lisas, gozan de las mismas ventajas que la piedra apomazada, aunque en este caso la microabrasión no puede ser empleada puesto que se erosiona con enorme rapidez. Por ello, los mejores resultados se han obtenido con los sistemas gelificados y soluciones micelares, consiguiéndose eliminar por completo los aerosoles. Si bien, las pequeñas fisuras que recorren las superficies de este tipo no pueden ser tratadas debido a lo diminuto de sus proporciones.
4. Los materiales cerámicos de superficie rugosa, como ya quedaba adelantado en líneas anteriores, no permiten su completa limpieza con ninguno de los métodos estudiados. Mientras que los medios mecánicos erosionan rápidamente la superficie sin conseguir eliminar completamente la pintura, los de tipo físico-químico no alcanzan a limpiar tampoco la totalidad de la misma, ni tan siquiera recurriendo a cepillados intensos tras

la aplicación y actuación del agente de limpieza y la repetición de aplicaciones. Tras el secado del soporte, se puede observar como permanece en el mismo un importante velo grisáceo de aerosol. Por esto, se concluye que es necesario continuar investigando en torno a nuevas soluciones para este problema.

Finalmente, es conveniente exponer que la absorción de las superficies disminuye drásticamente tras la aplicación de sprays. En el caso de las mediciones sobre cerámica, el índice disminuye del 7,7% al 1,9%, aproximadamente. En este mismo sentido, las propiedades superficiales de los materiales varían en el caso del empleo de medios mecánicos de limpieza¹⁴⁸, mientras que los físico-químicos prácticamente no interfieren en estas características.

¹⁴⁸ En el caso de los materiales pétreos estos cambios, en caso de producirse, son mínimos siempre y cuando se empleen los materiales y procedimientos adecuados.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, Fernando. Los graffiti: juego y subversión. Valencia: difusora de cultura, 1977. ISBN: 84-7372-030-X (sin paginar).

ARTE10.COM. Materiales y técnicas. Esmaltes sintéticos. 13 de octubre de 2009
< <http://www.arte10.com/materiales/index.php?desde=3&hasta=6> >

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (AENOR). UNE-EN 12670: Piedra natural – Terminología. Madrid: AENOR, 2003.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Paint-pigments, drying oils, polymers, resins, naval stores, cellulosic esters and ink vehicles (vol. 6). West Conshohocken (Philadelphia): ASTM, cop. 1999. ISBN: 0803126670

ARCOLAO, Carla. Le ricette del restauro: malte, intonaci, stucchi dal XV al XIX secolo. Venezia: Marsilio, cop. 1998. ISBN: 8831769111

ARGENTE DAROQUI, Enrique y ARRAIZ GARCÍA, Miguel (coordinadores). Patrimonio monumental: intervenciones recientes. Valencia: Icaro, Colegio Territorial de Arquitectos de Valencia, 2004. ISBN: 8486828481

ARNAIZ, Manuel. Alteración de materiales pétreos de obras monumentales: Acción de la contaminación ambiental. Madrid: CSIC, 1977. ISBN: 8472922715.

ASHURST, John. Conservation of building and decorative stone. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. ISBN: 0750638982

ASHURST, Nicola. Cleaning historic buildings (2 volúmenes). London: Donhead, 1994. ISBN: 1873394128

AA.VV. Actas del curso sobre la aplicación del láser en la limpieza de la piedra (CD). Madrid: Grupo español del IIC, 1998.

AA.VV. Historia de la Ciudad de Valencia. Época feudal. Disponible en www.valencia.es [consulta 27-04-09].

BARROS GARCÍA, José Manuel. Imágenes y sedimentos. La limpieza en la conservación del patrimonio pictórico. Valencia: Institució Alfons el Magnànim, 2005. ISBN: 84-7822-442-4.

BORGIOLO, Leonardo y CREMONESI, Paolo. Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome. Saonara: Il Prato, 2005. ISBN: 8889566043.

BORRÁS HERVÁS, María Josabet. Limpieza y conservación de las Torres de Serranos. Proyecto Final de Carrera inédito. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2002.

BRANDI, C. Teoría de la Restauración. Madrid: Alianza Editorial, 1999. ISBN: 84-2067-9399

DOMÉNECH CARBÓ, María Teresa y YUSÁ MARCO, Dolores Julia. Aspectos físico-químicos de la pintura mural y su limpieza. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2006. ISBN: 84-9705-941-7

CARBONELL DE MASY, Manuel. Conservación y restauración de monumentos: piedra, cal, arcilla. Barcelona: el autor, 1993. ISBN: 8460482324

CARRETTI, Emiliano et al. Microemulsions and micellar solutions for cleaning wall paintings surfaces. *Studies in Conservation*, (50): 128-136, 2005. ISSN 0039-3630.

CARRASCOSA MOLINER, Begoña. Iniciación a la conservación y restauración de objetos cerámicos. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-8363-045-1

CARRASCOSA MOLINER, Begoña. La conservación y restauración de la azulejería. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia. ISBN: 84-8363-019-2

CASTILLEJO, Marta. Desarrollo de una estación de trabajo láser para la limpieza y restauración de pinturas artísticas. En: AA.VV. Actas del curso sobre la aplicación del láser en la limpieza de la piedra (CD). Madrid: Grupo español del IIC, 1998.

CONSELLERIA D'OBRES PÚBLIQUES, URBANISME I TRANSPORTS (ed.), Vivir el centro histórico, Valencia: Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports , 1997. D.L.: 1997

CHIANTORE, O. , TROSSARELLI, L. y LAZZARI, M. Photooxidative degradation of acrylic and methacrylic polymers. *Polymer* [en lineal]. 2000, nº 41[Consulta 13 de octubre de 2009]. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TXW-3XWJGK1-2&_user=10&_coverDate=03%2F31%2F2000&_alid=1046368236&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_cdi=5601&_sort=r&_docanchor=&view=c&_ct=4&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3c9f8573979d206d2ee09afcee143bf2. ISSN: 0032-3861

DE LA PLAZA ESCUDERO, Lorenzo *et al.* Diccionario visual de términos arquitectónicos. Madrid: Cátedra – Grandes temas, 2008. ISBN: 978-84-376-2506-5.

DOMINIQUE SCALARONE, Oscar Chiantore y LEARNER, Tom. Ageing studies of acrylic emulsion paints. Part II. Comparing formulations with poly(EA-co-MMA) and poly(n-BA-co-MMA) binders. En: International Council of Museums Committee for Conservators (14th triennial meeting, 2005, The Hague). Londond: James & James, 2005. Pp. 350-357. ISBN: 1-84407-253-3.

ESPUGA BELLAFONT, Jaume; BERASATEGUI BERASATEGUI, Delfina y GIERT ARMENGOL, Vicenç. Revoques y estucados. Teoría y práctica. Barcelona: ediciones UPC, 1999. ISBN: 84-8301-284-7

FARRÉ ORO, Bernabé. Limpieza, restauración, mantenimiento de fachadas. Barcelona: Prensa XXI, 1989. ISBN: 8486052173

FERRER MORALES, Ascensión. La pintura mural: su soporte, conservación, restauración y las técnicas modernas, Sevilla: Universidad de Sevilla, 1998. ISBN: 8447204642

FREY, Christopher J. y NOBLE, Timothy. "The rationale for microabrasive cleaning: a case study for historic granite from the Pennsylvania Capitol". REEDY, Chandra L. *et al.* editors, Journal of the American Institute for Conservation. Washington: American Institute for Conservation, 2003. ISSN: 0197-1360. Spring 2003, volume 42, number 1, pp. 75-96.

FULCHER, A. *et al.* Manual del pintor decorador, Madrid: A. Madrid Vicente, 2000.

GANZ, Nicholas. Graffiti. Arte urbano de los cinco continentes. Barcelona: Gustavo Gili, 2004. ISBN: 84-2521-95-4-X

GARCÍA CODOÑER, Ángela. El color en el barrio de Velluters, Valencia: Ajuntament de València, 2000. D.L.: 2000.

GARCÍA CODOÑER, Ángela. El color del centro histórico: arquitectura histórica y color en el Barrio del Carmen de Valencia, Valencia: Ajuntament de València, 1995. ISBN: 846052163X

GARIN ORTIZ DE TARANCO, Felipe María *et al.* Catalogo monumental de la Ciudad de Valencia, Valencia: Caja de Ahorros de Valencia, 1983. ISBN: 8485402243

GONZÁLEZ FRAILE, Eduardo. Investigación y aplicaciones de la radiación láser en la limpieza de arquitectura monumental. En: AA.VV. Actas del curso sobre la aplicación del láser en la limpieza de la piedra (CD). Madrid: Grupo español del IIC, 1998.

GOOGLE MAPS ESPAÑA. Valencia. 19 Noviembre 2009. < <http://maps.google.es/> >

GRASSI, Scilla *et al.* The conservation of the Vecchietta's wall painting in the old sacristy of Santa Maria della Scala in Siena: the use of nanotechnological cleaning agents. *ScienceDirect* [en línea]. Abril-junio 2007, volumen 8, numero 2 [fecha de consulta: 29 de octubre de 2009]. Disponible en: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6W6G-4NYD49F-3&_user=10&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=1069772809&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d8784ba14f2c97a635cb7654e4a756d6
ISSN: 1296-2074

INDUSTRIAS TITÁN, S.A. Productos – spray. 12 de octubre de 2009. < http://www.titanlux.com/productos.asp?id_linea_producto=8 >

LEARNER, THOMAS J. S. (et al). Modern paints uncovered: proceedings from the modern paints uncovered symposium. Los Angeles: Getty Conservation Institute, cop. 2007. ISBN: 089236906X, 9780892369065

MAESTRE YAGO, Miguel Ángel. Los Graffiti y la pintura, analogías y apropiaciones desde Dada hasta los años ochenta: investigación teórico-práctica. Tesis doctoral inédita. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1998.

MASSCHELEIN-KLEINER, Liliane. Los solventes. Santiago de Chile: Dirección de Bibliotecas Archivos y Museos, Centro Nacional de Conservación y Restauración, 2004. ISBN: 956-244-166-0.

MATTEINI, Mauro y MOLES, Arcangelo. La química en la restauración. Madrid: Nerea, 2001. ISBN: 84-89569-54-1

MCCLLOUD, Kevin. Las técnicas de pintura en la decoración. Barcelona: Blume, 1997. ISBN: 8480762535

MONCRIEFF, Anne y WEAVER, Graham. Science for conservators. Cleaning (vol 2). London, New York: Conservation unit of the Museums & Galleries Commission, 2003. ISBN (vol 2): 0415071658.

NEWAY, Charles et al. Science for conservators. Adhesives and coatings. London, New York: Conservation Unit of the Museums & Galleries Commission , 2003. ISBN: 0415071631 (Vol. 3).

NOVASOL SPRAY S.A. Productos – pinturas. 12 de octubre de 2009 < <http://www.novasolspray.com/html/prod%20pinturas%20sintetica%20brillante.html> >

PATRICIO, Ignacio. Pátina o suciedad. Barcelona: Bisagra, 2002. ISBN: 8493132047

PERELLÓ, Antonia María. Las claves de la arquitectura. Barcelona: Ariel, 1987. ISBN: 8434403331

PILES SELMA, Verónica. Estudio de los morteros de los revestimientos continuos de las arquitecturas del centro histórico de Valencia: preparación de morteros de restauración mixtos cal-puzolana. Tesis doctoral inédita. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2006.

POLYMER SCIENCE LEARNING CENTER. Macrogalleria. < <http://pslc.ws/spanish/inorg.htm> >

PROLITECO

<http://www.proliteco.com/fichas/protecciones%20antipintadas/AGS_P_GRAFFICAPA352.pdf>

RATTAZZI, Andrea. Conosci il grassello di calce? Origine, produzione e impiego del grassello in architettura, nell'arte en el restauro. Monfalcone (Gorizia): EdicomEdizioni, 2007. ISBN: 978-88-86729-70-3

Real Academia Española. Diccionario de la Lengua Española - Vigésima segunda edición. 11 de octubre de 2009 < <http://buscon.rae.es/drael/> >

REICHEL, Alexander. Enlucidos, revocos, pinturas y recubrimientos: detalles, productos, ejemplos. Barcelona: Gustavo Gili , 2007. ISBN: 9788425221866

REVILLA, Federico. Diccionario de Iconografía y Simbología. Madrid: Cátedra, 2003. ISBN: 84-376-0929-1

REGIDOR ROS, José Luis. La limpieza en la pintura mural. Apuntes de la asignatura Proyectos II: Restauración de pintura mural (inédito). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2005.

ROIG SALOM, José Luís. Estudio de la alteración de materiales pétreos en los monumentos de la ciudad de Valencia. Posibles tratamientos de conservación. Tesis doctoral inédita. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 1995.

SANCHIS GUARNER, Manuel. La ciutat de València. Valencia: Excelentísimo Ayuntamiento de Valencia, 1983. ISBN: 84-500-4834-6

SIMO, Trinidad. Valencia centro histórico. Valencia: Institución Alfonso el Magnánimo, 1983. ISBN: 84-00-0456-3

VEINTIMILLA, Ana. Rodant pels carrers de Valencia. Valencia: Editorial UPV, 2008. ISBN: 9788483632574

VIVANCOS RAMÓN, Victoria, BARROS GARCÍA, J. Manuel y GÁMIZ POVEDA, María. Seminario sobre la limpieza de pinturas de caballete. Valencia: Editorial Universidad Politécnica de Valencia, 2007. ISBN: 978-84-8363-126-3.

Gunther y MÜLLER, Werner. Atlas de arquitectura 2 – Del Románico a la actualidad. “El palacio urbano en el Barroco”. Disponible en www.isftic.mepsyd.es/w3/eos/MaterialesEducativos/bachillerato/arte/arte/x-modern/bar-pal.htm [consulta 03-09-09].

WIKIPEDIA. La enciclopedia libre. Wikimedia. < <http://es.wikipedia.org> >