

Informes de la Construcción
Vol. 64, Nº EXTRA, 141-151,
diciembre 2012
ISSN: 0020-0883
eISSN: 1988-3234
doi: 10.3989/ic.11.052

Reparación de revocos de morteros. Nuevos documentos normativos de AENOR

Mortar rendering repair. New AENOR standard documents

M. Corroto^(*), E. Sabador^(**), C. Medina^(**), M. Frías^(**), M. I. Sánchez-de Rojas^(**)

RESUMEN

Los procedimientos de actuación en las fachadas de edificios muchas veces pasan por la conservación y restauración de revocos de mortero, que actualmente han sido objeto de nuevos documentos normativos de AENOR, que es la entidad responsable del desarrollo de la Normalización en España. En este escrito, que forma parte del Informe PNE 41807 IN que saldrá publicado a finales del 2012, se describen las técnicas de reparación, teniendo en cuenta que cada caso concreto deberá ir acompañado de un estudio específico del problema a abordar con objeto de lograr una adecuada reparación, de forma que se logren los mejores resultados en la conservación de las edificaciones, sean éstas de interés histórico o no.

SUMMARY

The facades of buildings operating procedures often pass through the conservation and restoration of mortar renderings, which currently have been the subject of new normative documents of AENOR, which is responsible for the development of standardization in Spain. Repair techniques are described in this paper, which is part of the PNE 41807 IN report which will be published at the end of 2012, taking into account that each case must be accompanied by a specific study of the problem to deal with in order to get a proper repair, to achieve the best results in the conservation of the historic buildings or not.

Palabras clave: Morteros; rehabilitación; normativa.

Keywords: Mortars; repair; normative.

^(*) Empresa MC OTIFA

^(**) Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid (España)

Persona de contacto/Corresponding author: srojas@ietcc.csic.es (M.I. Sánchez-de Rojas)

1. INTRODUCCION

La conservación y restauración de los edificios presuponen el conocimiento y alcance, tanto de los procesos patológicos, como de las soluciones constructivas para su reparación. La reparación de revocos es una técnica complementaria a la intervención en las obras de fábrica u otro tipo de material soporte (1) (2).

Por otro lado, para una correcta ejecución de la obra a reparar, es necesario disponer de profesionales con una adecuada formación al respecto, así como de procedimientos apropiados y concretos a tal fin (1). Por este motivo, desde hace unos años, se están llevando a cabo a nivel europeo movimientos en pro de una normalización en la conservación y restauración de edificios con objeto de mejorar la calidad de las intervenciones.

Antes de tomar la decisión de reparar el revoco de un mortero de la fachada de un edificio hay que tener en cuenta unas consideraciones previas, consistentes en la determinación de la necesidad de la intervención, es decir, si con esta actuación se va a mejorar la calidad del edificio, así como del entorno en el que se encuentra. La mayoría de las veces las fachadas de los edificios se reparan más por razones estéticas que por necesidades técnicas.

A la hora de actuar sobre el patrimonio, considerado como riqueza monumental, pocas veces se ha sido consciente de proteger la imagen de la ciudad definida en un espacio concreto. Estas actuaciones se han polarizado hacía edificios específicos a los que se les ha supuesto un cierto valor histórico. Sin embargo, en los últimos años, desde un cierto sector de la ciudadanía se está considerando la revalorización de los edificios rehabilitados, situados en los núcleos históricos de las ciudades cuyas obras que han sido promovidas tanto por entidades públicas como privadas.

Las intervenciones en el patrimonio arquitectónico y especialmente las referidas a las fachadas, que no consideran unas recomendaciones básicas (1), pueden provocar un efecto contrario, haciendo que éstas pierdan su identidad histórica y cultural, y por tanto su legado histórico, que tendría que ser transmitido a generaciones futuras. (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11).

Si en un primer momento la introducción en España de las nuevas tecnologías en la restauración monumental se debió al ámbito empresarial que quería introducirse en el sector español, poco a poco se han

ido abriendo unas líneas de investigación amparadas en la mayoría de las veces por el Estado, con el apoyo de empresas nacionales y centros de investigación, que han colaborado con sus estudios al mejor conocimiento de los materiales y su deterioro (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32). En estos trabajos se ha podido establecer que los principales factores que provocan la degradación de los morteros de revoco son: variabilidad de la humedad (ciclo húmedo – seco) y temperatura (ciclos hielo – deshielo), exposición directa a la lluvia, a la contaminación ambiental (SO₂, CO₂, óxidos de nitrógeno, etc.) y a la radiación solar, así como el crecimiento de vegetación sobre los mismos. Estos daños están directamente relacionados con sus propiedades intrínsecas (17) (18), tales como: tipo y características del conglomerante y del árido, relación conglomerante/árido, cantidad de agua mezclada, contenido de aditivos, condiciones de curado y las propiedades permeables (permeabilidad a los gases, capacidad de absorción de agua a través de la red capilar, etc.).

Respecto al proceso de reparación, los autores establecen básicamente cuatro fases claramente diferenciadas: a) Inspección visual y documentación del mortero objeto de estudio; b) Caracterización del material a reparar; c) Diseño y producción del nuevo mortero y d) Reparación final del mismo.

La fase inicial de inspección y documentación consiste principalmente en la recopilación de información (año de construcción, intervenciones, modificaciones, etc.), y la realización de un reportaje fotográfico en el que se debe identificar la morfología de los deterioros y los diferentes tipos de revocos o enlucidos existentes.

Posteriormente, se determinan las propiedades químicas, físicas, mecánicas y microestructurales de los morteros, mediante la utilización de técnicas no destructivas y destructivas (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) como son: estudio petrográfico, difracción de rayos X (DRX), rayos laser, fluorescencia de rayos X (FRX), análisis térmico diferencial (ATD), infrarrojos (IR), calcimetría, espectroscopia de absorción atómica, porosimetría por intrusión de mercurio (MIP), microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido (SEM) con energía dispersiva.

La determinación correcta de las propiedades del mortero a reparar (25) (26) (27) es un aspecto fundamental e imprescindible, para así poder garantizar el éxito de la intervención llevada a cabo. El nuevo mortero diseñado debe de ser compatible con

el mortero inicial, evitando en todo modo cualquier tipo de reacción química que comprometa la adherencia entre ambos.

En España se han llevado a cabo distintos trabajos de investigación sobre la rehabilitación y restauración de monumentos o construcciones históricas (19) (22) (23) (28) (29) (30) (31) (32), en los que se hace hincapié en la importancia que tiene en el resultado final la caracterización adecuada del mortero objeto de reparación.

Estos retos científicos han llegado a planteamientos filosóficos de los que se pueden extraer criterios de actuación y que ha dado a la restauración y conservación del patrimonio el más alto valor cultural (10).

Atendiendo a esta demanda de elaboración de instrucciones donde se recojan las técnicas y procesos para el control de calidad en las intervenciones en las edificaciones, en 2002 se creó el Subcomité 8 de "Conservación de Edificios", perteneciente al comité técnico AEN/CTN 41 "Construcción" de AENOR, en el que se establecieron tres Grupos de Trabajo: Diagnóstico, Materiales y Técnicas de Intervención y Mantenimiento.

Dada la amplitud del tema, el grupo de trabajo de Materiales y Técnicas de Intervención ha redactado un documento que contempla las técnicas para la reparación de revocos de morteros de fachadas de edificios y que tiene como base los estudios de diagnóstico previamente redactados por el SC-8, que abarcan los análisis históricos, los estudios del proceso patológico, la identificación puntual de las causas del deterioro, así como los aspectos medioambientales que inciden en la conservación y mantenimiento del edificio, que han dado lugar a distintos documentos normativos (33) (34) (35).

En la actualidad la mayoría de los edificios sometidos a la reparación de los morteros de sus fachadas no tienen el carácter de históricos, son edificios no declarados BIC y no están encuadrados en otros grados de protección. Los elementos constructivos que presentan son los originales de su etapa inicial, sin embargo a la hora de llevar a cabo una actuación en la fachada deberían realizarse, al igual que los declarados BIC unos estudios previos documentales en los que se recojan datos sencillos como autor, fecha, partes del proyecto, etc.

Se consideran edificios históricos los declarados BIC y aquellos que conservan datos que son fuentes de información para la Historia y sus disciplinas, que presentan formas y distintas etapas constructivas que

afectan a su estado. A la hora de intervenir en estos edificios es imprescindible tener en cuenta las consideraciones previas al estudio de Edificios Históricos recogidas en el Informe UNE 41805-2 IN (34), sin olvidar las referencias históricas de los trabajos efectuados, así como las conclusiones técnicas debidamente argumentadas y documentadas.

El objeto de este estudio es el establecimiento de un sistema de clasificación general de las técnicas para la reparación de los revocos de fachadas que a modo de instrucción, sirva de guía en las intervenciones de restauración y rehabilitación de fachadas de edificios. Estas técnicas de intervención están reflejadas en el Informe PNE 41807 IN de AENOR, que será publicado a finales de 2012 (36). En estas instrucciones se hace especial hincapié en la enumeración y descripción de cada una de las técnicas, aunque para cada caso concreto serán necesarios, como es lógico, los estudios específicos del problema a abordar. En este documento se señalan las características principales de cada uno de los sistemas.

2. CONSIDERACIONES PREVIAS

En primer lugar es necesario acotar los conceptos que se van a manejar en estas intervenciones, ya que, los trabajos de mantenimiento y restauración de edificios implican, como primera actuación directa, el conocimiento de lo que se va a reparar, teniendo en consideración sus alteraciones, el origen de las mismas, la naturaleza del mortero y del soporte, así como la compatibilidad entre ambos.

Es aconsejable, que siempre que sea posible y antes de iniciar la intervención, recopilar la información necesaria para la correcta identificación del mortero a reparar: composición, granulometría, color y acabado, para que de este modo, el nuevo mortero elaborado tenga las cualidades idóneas para que la reparación se produzca sin agresión y con compatibilidad, por ello, se llevará a cabo un estudio del soporte a intervenir así como de los componentes del paramento o soporte de intervención, teniendo en cuenta su estabilidad, planeidad, grado de humedad y grado de limpieza.

Resumiendo, para una identificación correcta de los morteros a reparar es necesario definir en el diagnóstico inicial sus propiedades (composición, dosificación, resistencia, estabilidad, humedad, compatibilidad, planeidad, rugosidad y estratigrafía).

Para evaluar estas características se utilizarán las técnicas de análisis necesarias

(difracción de rayos X, microscopía óptica, microscopía electrónica de barrido con análisis EDX, espectroscopia infrarroja,..), así como los métodos recogidos en distintas normas (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52).

Una vez caracterizados los morteros a reparar, se procederá a la elaboración del mortero de sustitución o reparación. Las propiedades del mortero de reparación dependerán de las características del conglomerante utilizado, de los áridos, de los aditivos y del agua, así como de las dosificaciones empleadas, de forma que sean compatibles con el mortero a reparar. Por todo ello, es importante la elección apropiada de sus componentes, el diseño (dosificación) y el proceso de producción, así como su puesta en obra.

Antes de la intervención se deberán tener en cuenta las siguientes características del mortero, tanto en fresco como en su estado endurecido: la trabajabilidad (es decir la adecuada puesta en obra para cada caso particular), su capacidad de retención de agua en estado fresco, la adherencia al soporte, el módulo de elasticidad, la resistencia a la fisuración, la retracción controlada, la absorción de agua definida para cada caso, las resistencias mecánicas apropiadas, así como la estabilidad dimensional capaz de resistir las condiciones del medio donde se vaya a encontrar, de forma que mantenga su integridad estructural.

Además se prestará especial atención en las dosificaciones para que se atengan a la mezcla diseñada; a las mezclas, para que sean homogéneas y estadísticamente controladas; al amasado, para lograr una calidad homogénea, sin segregaciones, asegurando con el tiempo y agua precisa una distribución uniforme de sus componentes (una vez transcurrido el tiempo de uso deberá desecharse el mortero); al control de la documentación de materias primas, procesos y producto terminado, así como a una puesta en obra rigurosa de acuerdo con las prescripciones y controlada por servicios de asistencia técnica especializados.

En relación con el control de calidad en el trabajo, se usarán preferentemente productos etiquetados con una ficha técnica donde se definan sus características y composición, siguiéndose las instrucciones de aplicación del propio fabricante. No deberán emplearse productos que no hayan sido testados en el propio edificio.

Hay que tener presente que no existe un único método de reparación de revocos, y que en una misma obra, pueden ser nece-

sarios diversos sistemas para conseguir los objetivos fijados en la fase previa de análisis y proyecto, teniendo en cuenta las necesidades del material y el tipo de lesión.

Junto con las ideas apuntadas entran en juego conceptos estéticos (y por lo tanto subjetivos), ya que puede producirse un cambio en la percepción que se tenía del edificio, dado que al eliminar las alteraciones se modifica su aspecto habitual y, simultáneamente, pueden aparecer pátinas históricas ocultas bajo las capas de suciedad que se van eliminando. Por lo tanto, después de efectuados los trabajos se obtiene una valoración diferente del conjunto, a la vez que aumentará el conocimiento histórico del mismo.

En el documento elaborado se apuntan las características principales de cada uno de los sistemas de reparación que podrán llevarse a cabo específicamente en estudios posteriores formando un único conjunto.

Es evidente que, en cualquier obra, existen una serie de aspectos económicos que se deberán ajustar en el momento de decidir las técnicas de intervención y que tendrán también que valorarse en función de la obra, bien sea un monumento o un edificio sin valor artístico. De todos modos, tanto en uno como en otro, hay que tener en cuenta las siguientes premisas:

- En los edificios carentes de valor artístico la cuestión económica es importante, por lo que los morteros de reparación tenderán a ser de tipo industrial y tener un bajo coste, aunque esto no tiene que implicar un trabajo de poca calidad, ya que el uso inadecuado del mortero de reparación puede afectar y modificar los materiales constructivos.
- En los sistemas industriales también es necesario el conocimiento de los materiales y el de los productos que se emplean, así como sus efectos. Sobre la base de los conocimientos ya adquiridos y de los resultados de diversos tratamientos efectuados en el pasado o actualmente empleados, se tiene la posibilidad de distinguir los métodos que pueden ser adoptados para la reparación de los revocos de mortero a escala industrial, recomendando su uso prudente y controlado, diferenciando éstos de los que no deben utilizarse.

3. REPARACIÓN DE MORTEROS DE REVOCOS

Las técnicas para la reparación de los revocos de fachadas estarán en función del tipo de lesiones que presenten. Estas lesiones se

han agrupado en función de su tipología y origen para un mejor conocimiento de las técnicas de intervención a emplear en cada caso concreto. En primer lugar se describen los criterios generales de la intervención, para seguidamente, detallar los diferentes tipos de lesiones que dependiendo de su origen pueden considerarse físicas, mecánicas y químicas.

Como principio general, la reparación de los morteros de revestimientos en fachadas, según el documento de diagnóstico ya citado, debe basarse principalmente en el conocimiento de las causas que han producido las alteraciones del mortero a intervenir, es decir, de la lesión sufrida por el revestimiento. Estas lesiones pueden ser:

- De origen **físico**:

- **Por capilaridad:** Son las ocasionadas por la falta de elementos separadores constructivos en los encuentros de fachadas con terreno o aceras.
- **Por filtración:** Son debidas a la absorción del agua de lluvia a través de la junta estructural, por fisuras o cualquier otro elemento de fachada.
- **Por condensación:** Son debidas a la falta de aislamiento.
- **Por accidente:** Se originan por el mal funcionamiento de elementos estructurales y accesorios en fachada. También pueden deberse a agresiones mecánicas de distintas procedencias.

- **Por depósito:** Depósito por gravedad o por efectos foréticos debidos a escorrentías de aguas provenientes generalmente de la lluvia y que penetra en la fachada por los goterones u otros elementos salientes de la fachada.

- **Por lavado diferencial:** Se manifiestan por la aparición de chorretones al concentrarse la escorrentía del agua de lluvia sin control en una serie de puntos.

- **Por alteración y pérdida de masa de la superficie:** Son debidas a la penetración del agua por los poros o fisuras de los materiales y su posterior congelación debido a las bajas temperaturas del invierno, lo que provoca un aumento del volumen. Estas alteraciones también pueden deberse a la condensación intersticial del vapor de agua del soporte, lo cual puede producir el bufado del mortero y su posterior desprendimiento.

- De origen **mecánico**:

- **Por fisuras (roturas lineales del acabado):** Se manifiestan en cualquiera de las formas de las patologías de superficie, generalmente son lesiones motivadas en la base de los elementos estructurales y suelen estar acompañadas de lesiones en rotación y aplastamiento. Pueden presentarse en forma de pequeñas fisuras que una vez ocultas pueden manifestarse en estaciones extremas anuales y se deben especialmente al comportamiento distinto en los sólidos elásticos que componen la edificación, así como la falta de

1. Lesión producida por capilaridad del agua por falta de elementos separadores entre la fachada y la acera.

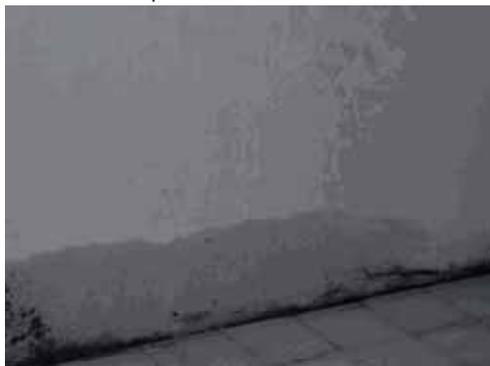
2. Lesión debida a la filtración de agua de lluvia procedente del tejado.

3. Lesión originada por un accidente. Agresión en la parte baja de la esquina de la fachada con desprendimiento de mortero.

4. Lesión debida al depósito agua de lluvia que se infiltra en la fachada a través de un elemento saliente.

5. Lesión por lavado diferencial. Manifestación de chorretones debidos al agua de lluvia incontrolada.

6. Lesión por alteración y pérdida de masa de la superficie. Fachada de un edificio en el que aprecia el bufado del mortero.



1



2



3



4



5



6

7. Lesión producida por una fisura detectada en la parte baja de la fachada del edificio debida al distinto comportamiento de los elementos que componen el edificio.

8. Fisura producida por un proceso de adaptación del edificio.

9. Lesión producida por el desprendimiento de una parte del mortero de la fachada.

10. Eflorescencias producidas por la cristalización de sales.

11. Lesión por organismos.

12. Lesión por oxidación y corrosión.

homogeneidad en la respuesta ante las tensiones mecánicas a las que se ven sometidas al conjunto de elementos.

Son originadas por el descenso del plano de apoyo de cualquier elemento estructural con independencia de la cota. Suelen producir fisuras acotadas en el mortero. Sus orígenes se deben bien a un proceso de adaptación del edificio, al aplastamiento del material bajo el plano de apoyo del elemento cedido o a la rotación de los sistemas sobre los que descansa el elemento. Suelen detectarse fácilmente en los puntos más débiles de las fachadas como son los huecos de las ventanas, pórticos etc.

En otras ocasiones son causadas por la fatiga del material en su resistencia al tiempo, la fatiga por sometimiento de esfuerzo de tensiones superficiales, o por una reacción química del mortero con agentes externos. Se manifiestan con claridad, no solo por la agrupación de familia de grietas cortas y verticales sino también por la disgregación de los materiales y bombeo de los elementos. Este tipo de lesión no se detiene salvo cuando la descomposición del material es de origen químico y el proceso se paraliza antes de la disgregación total.

- **Por desprendimiento:** Son producidas por la falta de adherencia del mortero sobre el soporte, debido al enfrentamiento de fuerzas o a cualquiera de las lesiones anteriormente estudiadas. Su origen puede deberse a movimientos elásticos de la estructura, a la dilatación-contracción del acabado, a la presencia de humedad o a la corrosión de elementos metálicos.

- **Por erosión mecánica:** Son originadas por acciones mecánicas producidas por fenómenos atmosféricos o agentes humanos.

En general, las lesiones de origen físico, suelen manifestarse en forma de manchas, erosiones físicas, desprendimientos, etc., afectando superficialmente o incluso a toda la masa del mortero, pudiendo producir disgregaciones, arranques parciales del revoco con deterioro estético e incluso funcional.

• Lesiones de origen químico

- **Por eflorescencias:** Se producen por la cristalización de las sales solubles contenidas en el soporte o en el mortero y arrastradas por el agua que al evaporarse, las deposita en la superficie exterior.

- **Por organismos:** Son originadas por seres de origen animal o vegetal, ya siendo en forma de microorganismos, plantas, insectos o animales.

- **Por oxidación y corrosión:** Son generadas por la oxidación superficial del hierro y acero e hidroxidación posterior al humedecerse, o por la constitución de pila electroquímica por oxidación, aireación o par galvánico.

- **Por erosión química:** Reacción química provocada por el contaminante atmosférico arrastrado por el agua en conjunción con el componente mineralógico del mortero. Suele tratarse de lixiviaciones en areniscas y calizas, sulfatos cálcicos, etc.



7



8



9



10



11



12

Las lesiones de origen químico normalmente se manifiestan a través de manchas, erosiones físicas, afectando superficialmente o en masa de todo el mortero. Puede producir disgregación y/o deterioro estético.

3.1. Técnicas de intervención según el origen de las lesiones

Una vez diagnosticada la lesión del mortero, así como las causas que la han originado se procederá a su restauración o reparación mediante el protocolo establecido. Para ello, es aconsejable analizar el mortero a reparar teniendo en cuenta su uso y su conglomerante.

La reparación y/o sustitución se llevará a cabo con un mortero de similares características al original observando su similitud con el conglomerante principal, su resistencia mecánica, la estabilidad dimensional y su adherencia.

El procedimiento de intervención constará de cuatro fases:

1. Delimitación de la lesión
2. Saneamiento y limpieza
3. Humectación del soporte
4. Reparación del mortero afectado

3.1.1. Delimitación de la lesión

La primera fase de la intervención será el establecimiento de los límites de la lesión o recerado del paño dañado procurando que la actuación se lleve a cabo en el espacio necesario, sometida a los despieces y áreas del soporte original.

Una vez establecidas las áreas de intervención se compartimentarán mediante juntas de trabajo, juntas estructurales y de dilatación.

Si la lesión es debida a una filtración y para paños que excedan los 8 m², se evaluará la posibilidad de llevar a cabo una junta de despiece que no rompa con la estética de la fachada.

3.1.2. Saneamiento y limpieza

Para el saneamiento y limpieza de la superficie a intervenir, si fuese necesario, el picado del mortero se llevará a cabo hasta los bordes geométricos, definidos anteriormente, saneando y limpiando el soporte con la ayuda de medios manuales-mecánicos, procurando que no afecten a otros elementos de la fachada (protegiéndolos en todo caso).

Previamente a la aplicación del nuevo mortero se llevará a cabo la limpieza del soporte, eliminando las partículas sueltas, polvo, sales, etc., así como aquellos organismos que pudiesen perjudicar una correcta puesta en obra del mortero (por biodeterioro), siguiendo las normas y recomendaciones de limpieza de fachadas (53) (54) (55) (56) (57) (58).

En caso de aplicar una segunda capa sobre el mortero afectado se realizará una limpieza previa del mismo, siguiendo las pautas recogidas en el apartado anterior.

3.1.3. Humectación del soporte

Sin saturación para facilitar la puesta en servicio del mortero confeccionado.

3.1.4. Reparación del mortero afectado

Antes de iniciar la reparación, se deberá determinar la composición del mortero afectado para establecer la relación conglomerante-carga y curva granulométrica del nuevo mortero, con especial atención a los coeficientes de elasticidad y absorción de agua según la Norma UNE EN 1015-18 (48).

El mortero de sustitución se preparará siguiendo las instrucciones del fabricante, de la dirección técnica y de aquellos documentos que afecten a la buena práctica de la aplicación.

Se respetará la proporcionalidad de agua de amasado, el tiempo prescrito y su tiempo de reposo a fin de que actúen todos sus componentes siguiendo las recomendaciones del fabricante o de la dirección facultativa.

Se mantendrá la planimetría del revestimiento original.

En relación a los distintos tipos de paramentos, así como a los tratamientos de los soportes para revestimientos especiales deben cumplirse el apartado 6.3 de la Norma UNE EN 13914-1 (51).

Para conseguir una buena adherencia sobre el soporte, se hará presión con la llana o paleta sobre la superficie del mortero. A fin de adaptarlo al aspecto del acabado primitivo (fratasado, aplastado, talochado, abujardado, liso, etc.), se usarán las herramientas adecuadas a tal efecto: llana de acero, talocha, fratás, alisadores, etc.

Cuando por el espesor requerido fuese necesaria la aplicación de dos capas (máximo de 20 mm por capa) la primera, una vez compactada, se dejará abierta (rayada o picada) con objeto de facilitar la buena adherencia de la segunda. En caso de in-

corporarse refuerzo en el revestimiento éste deberá realizarse con mallas inertes.

En condiciones climatológicas adversas es necesario proteger la intervención con los medios adecuados. Se recomienda que la actuación se realice en el intervalo comprendido entre 5°C y 35°C. En función de la climatología será necesario humedecer el revoco realizado pasado unas horas. Siempre deben considerarse los capítulos 6, 7 y 8 de la Norma UNE EN 13914-1 (51).

Cuando las lesiones son causadas por grietas o desprendimientos, una vez estabilizado el soporte, se aconseja realizar el relleno por colmatación de la grieta con un material homogéneo al material existente en superficie, humedeciendo previamente el soporte y esperando a que éste absorba el agua. No aplicar sobre soportes saturados de agua. Se respetará el alineado del soporte, para conseguir la adecuada planimetría del revestimiento final. No deberán utilizarse puentes rígidos, tipo resinas epoxi, ni grapas en cosido rígido.

El amasado se efectuará con la cantidad de agua prescrita por la ficha técnica o el director técnico y el mortero se aplicará en al menos dos pasadas, una de tendido y carga (relleno) y las sucesivas de acabado.

Cuando sea necesario colocar una capa de regulación previa al mortero la puesta de obra se realizará al cabo de siete días, en cuyo caso deberá dejarse una rugosidad que permita el anclaje de la última capa, debiéndose asimismo realizar un humedecido previo.

Si las lesiones son causadas por eflorescencias y organismos, el picado, saneado y limpieza del soporte se realizará utilizando medios manuales-mecánicos que no afecten a ningún elemento de la fachada (Protegiéndolos en todo caso). Previamente a cualquier operación se realizará la limpieza de las partículas sueltas, polvo, salitres etc.. Aquellos mohos, líquenes o musgos que pudieran perjudicar una correcta puesta en servicio del mortero se tratarán conforme a las directrices de limpieza. Cualquier tipo de sal derivada de los arrastres por flujos de agua será igualmente eliminada. La humectación del soporte será para facilitar la puesta en servicio del mortero confeccionado.

Si el origen de la lesión es producido por la oxidación y corrosión de los elementos mecánicos del refuerzo se llevará a cabo una evaluación de la necesidad de realizar una limpieza del propio mortero sin que afecte ni a sus características físicas ni estéticas del papel que desempeña en la fachada.

Se prestará especial atención en la neutralización de los elementos generadores de tales patologías, considerando todos aquellos puentes de anclajes epoxídicos que podrán prevenir y proteger.

Cuando se tenga que realizar una intervención y reparación de revocos en fachadas de **edificios catalogados y/o calificados de interés cultural**, donde existan o se pueda sospechar la existencia de revestimientos históricos con valor documental, se tendrá que tener un mayor control y establecer criterios más severos de actuación, cumpliendo con todas las normas y recomendaciones específicas ya establecidas a nivel nacional e internacional sobre restauración arquitectónica de edificios antiguos e históricos.

Así, de acuerdo con lo recomendado en la Norma UNE-EN 13914-1 (51), antes de cualquier investigación se establecerán los criterios preliminares para determinar las causas que exigen la restauración, su importancia en relación con su valor histórico. Antes de iniciarse la restauración, los agentes que participan en la restauración deberán fijar los criterios de actuación y trabajar en plena colaboración, aportando sus experiencias previas al respecto.

Siempre que sea posible, se respetaran las pátinas existentes, salvo que se haya demostrado analíticamente, que están irreversiblemente comprometidas por la alteración del material de superficie (59).

Se respetará el espesor de los estratos de los revestimientos históricos, consolidándose lo bordes existentes.

Antes de aplicar cualquier protector, debe evaluarse su transpirabilidad y compatibilidad con el soporte.

Se dejará constancia de la intervención, documentándola y diferenciándola formalmente de lo existente, con objeto de preservar sus valores documentales (59).

Cuando se trate de edificios, o elementos arquitectónicos que presenten superficies donde existan o se pueda sospechar de la existencia de revocos u otros revestimientos históricos con valor documental, se prestarán a éstas un tratamiento especial, para evitar que sufran daño cuando se levanten las capas o estratos existentes sobre ellas.

En la metodología de trabajo, en primer lugar, se deberá realizar una toma de datos tanto documental como material del revestimiento. Esta toma de datos condiciona la técnica de intervención. Los diferentes

estratos existentes considerados de interés, se conservarán en la mayor superficie posible, fijándose al soporte mediante técnicas al efecto. En caso de eliminación de capas, se deberá consolidar aquellas que se vayan a mantener.

- Toma de Datos Documental: Consistirá básicamente en un estudio bibliográfico y archivístico según los criterios establecidos en el Informe de Diagnóstico UNE 41805-2 IN (34). Esta toma de datos permitirá conocer la formación e influencia de los proyectistas, las relaciones entre épocas, estilos, técnicas, materiales y cromatismo así como la difusión de las técnicas y formas ornamentales y que servirán de base para contrastar los datos obtenidos con los trabajos de campo.
- Toma de datos del material: En función de los resultados obtenidos de la toma de datos documental, se elegirán los lugares donde se llevarán a cabo la toma de datos. En cada uno de estos puntos se deberá estudiar la composición del paramento, materiales y técnicas empleadas

en cada uno de los elementos que lo conforman (estucos o revocos, esgrafados, piedra, fábrica vista, otras), así como los acabados (lisos, rugosos, con inglete, con plinto, martillina...). De todo ello se trazarán "mapas" o planos indicando su estado de conservación, realizando pruebas estratigráficas mediante extracción de muestras en los lugares más protegidos. A partir de éstas, y siempre que se estime oportuno, se efectuarán análisis mineralógicos, petrográficos, físicos y químicos en cada uno de los estratos.

- Diagnóstico de las lesiones: Se seguirá las indicaciones de la Norma UNE-EN 13914-1 (51) y del Informe UNE 41805-10 IN (35), así como las consideraciones técnicas indicadas en el presente trabajo.
- Intervención: En este apartado se considera únicamente la intervención en la restitución o relleno de faltas. Para ello se tendrán en cuenta los Criterios generales de intervención establecidos. Cuando la dirección facultativa lo crea oportuno, se utilizarán tratamientos superficiales específicos para su diferenciación formal.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Juan de Villanueva: *Arte de albañilería o instrucciones para los jóvenes que se dediquen a él* (FACSIMIL). Valladolid. 2008, 88p.
- (2) Monjo Carrión, Juan y Maldonado Ramos, Luis: *Patología y Técnicas de intervención*. Munilla –Lería. 2001. p.113
- (3) Marco Vitruvio Polión: *Diez libros de arquitectura*. ALIANZA EDITORIAL, 2002. 400 p.
- (4) Cirujano, Concha y Schoebel, Ana: *Calidad en la conservación y restauración del patrimonio artístico*. Actas del II Congreso del Grupo Español del IIC. Barcelona. 2005. pp. 481-484.
- (5) Álvarez Mora, Alfonso: *Conservación del Patrimonio, restauración arquitectónica y recomposición de los espacios urbanos. Nuevos conceptos y fronteras*. Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías. Valladolid. 1999
- (6) Arredondo, F.: *Estudio de materiales: II El yeso*. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Madrid. 1972.
- (7) Iglesias Campos, M; Azorín López, V; Sánchez de Rojas, M. I. y M. Frías: "Hacia una normalización de limpieza de fachadas de edificios". De la III Bienal de Restauración Monumental. Sevilla, 23-25 de noviembre de 2006
- (8) Riera Blanco, Javier: *El patrimonio y la restauración arquitectónica. Nuevos conceptos y fronteras*. Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías. Valladolid. 1999
- (9) González Fraile, Eduardo: *El contexto de las nuevas tecnologías en la restauración patrimonial*. Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías. Valladolid. 1999
- (10) García Gil, Alberto: *Filosofía y tecnología*. Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías. Valladolid. 1999
- (11) Iglesias Campos, M; Azorín López, V; Sánchez de Rojas, M.I. y M. Frías: Limpieza de superficies exteriores de elementos constructivos. Proyecto de norma AENOR. *XVII Edición del Curso de Estudios Mayores de la Construcción* (La innovación en las técnicas, los sistemas constructivos y los materiales de construcción). J3 Limpieza de superficies exteriores de elementos constructivos. IETcc. Madrid, mayo de 2007
- (12) Camuñas Paredes, A: *Materiales de Construcción*. Ed. Guadiana de Publicaciones, Madrid. 1955.
- (13) Lanás, J., Sirera, R. and Alvarez, J.I. "Compositional changes in lime-based mortars exposed to different environments". *Thermochimica Acta*, vol. 429, nº 2 (2005), pp. 219-226. doi: 10.1016/j.tca.2005.03.015.

- (14) Izaguirre, A., Lanas, J. and Alvarez, J.I. "Ageing of lime mortars with admixtures: Durability and strength assessment". *Cement and Concrete Research*, vol. 40, nº 7 (2010), pp. 1081-1095. doi: 10.1016/j.cemconres.2010.02.013.
- (15) El-Turki, A., Ball, R.J., Holmes, S., Allen, W.J. and Allen, G.C. "Environmental cycling and laboratory testing to evaluate the significance of moisture control for lime mortars". *Construction and Building Materials*, vol. 24, nº 8 (2010), pp. 1392-1397. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.01.019.
- (16) Martinez-Ramirez, S.; Puertas, P.; Blanco-Varela, M.T. and Thompson, G.E. "Studies on degradation of lime mortars in atmospheric simulation chambers". *Cement and Concrete Research*, Vol. 27, No. 5, pp. 777-784.1997.
- (17) Arioglu, N. and Acun, S. "A research about a method for restoration of traditional lime mortars and plasters: A staging system approach". *Building and Environment*, vol. 41, nº 9 (2006), pp. 1223-1230. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.05.015.
- (18) Arizzi, A., Viles, H. and Cultrone, G. "Experimental testing of the durability of lime-based mortars used for rendering historic buildings". *Construction and Building Materials*, vol. 28, nº 1 (2012), pp. 807-818. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.10.059.
- (19) Sanjurjo-Sanchez, J., Trindade, M.J., Blanco-Rotea, R., Garcia, R.B., Mosquera, D.F., Burbidge, C., Prudencio, M.I. and Dias, M.I. "Chemical and mineralogical characterization of historic mortars from the Santa Eulalia de Boveda temple, NW Spain". *Journal of Archaeological Science*, vol. 37, nº 9 (2010), pp. 2346-2351. doi: 10.1016/j.jas.2010.04.008.
- (20) Maravelaki-Kalaitzaki, P. "Hydraulic lime mortars with siloxane for waterproofing historic masonry". *Cement and Concrete Research*, vol. 37, nº 2 (2007), 283-290. doi: 10.1016/j.cemconres.2006.11.007.
- (21) Maravelaki-Kalaitzaki, P., Bakolas, A., Karatasios, I. and Kilikoglou, V. "Hydraulic lime mortars for the restoration of historic masonry in Crete". *Cement and Concrete Research*, vol. 35, nº 8 (2005), pp. 1577-1586. doi: 10.1016/j.cemconres.2004.09.001.
- (22) Rodriguez, J.M.F. and Fernandez, J.A.F. "Physical-chemical characterization of roman mortars in El Ruedo at Almedinilla, Cordoba". *Materiales De Construcción*, vol. 54, nº 275, (2004), pp. 39-51.
- (23) De Buergero, M.A., Fort, R. and Gomez-Heras, M. "The Monastery of Ucles (Cuenca, Spain): characterization and deterioration of building materials". *Materiales De Construcción*, vol. 54, nº 275 (2004), pp. 5-22.
- (24) Bartz Wojciech; Rogoz Jaroslaw; Rogal Robert; et al. "Characterization of historical lime plasters by combined non-destructive and destructive tests: The case of the sgraffito in Boznów (SW Poland)". *Construction and Building Materials*, vol. 30 (2012), pp. 439-446. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.12.045.
- (25) Pacheco-Torgal, F., Faria, J. and Jalali, S. "Some considerations about the use of lime-cement mortars for building conservation purposes in Portugal: A reprehensible option or a lesser evil?" *Construction and Building Materials*, vol. 30 (2012), pp. 488-494. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2011.12.003.
- (26) Budak, M., Akkurt, S. and Boke, H. "Evaluation of heat treated clay for potential use in intervention mortars". *Applied Clay Science*, vol. 49, nº 4 (2010), pp. 414-419. doi: 10.1016/j.clay.2009.11.031.
- (27) Myrin, M. and Balksten, K. "Lime-based repair mortars - influence by surface working methods on behaviour and durability of mortar". *International Conference on Heritage, Weathering and Conservation*, pp. 763-769, Madrid (España), 2006.
- (28) Duran, A., Dolores Robador, M. and Luis Perez-Rodriguez, J. "Degradation of two historic buildings in northern Spain by formation of oxalate and sulphate-based compounds". *International Journal of Architectural Heritage*, vol. 6, nº 3 (2012), pp. 342-358. doi: 10.1080/15583058.2010.551447.
- (29) Montoya, C., Lanas, J., Arandigoyen, M., García Casado, P. and Alvarez, J. "Mineralogical, chemical and thermal characterisations of ancient mortars of the church of Santa María de Irache monastery (Navarra, Spain)". *Materials and Structures*, vol. 37, nº 6 (2004), pp. 433-439. doi: 10.1007/bf02479640.
- (30) Limon, T.G. and Ballester, M.A.D. "The lime renderings from Plaza de la Corredera, Cordoba". *Materiales De Construcción*, 2002, vol. 52, nº 267 (2002), pp.19-30.
- (31) Martinez, M.C.I., Seoane, A.N. and Romani, J.R.V. "Study of the deterioration of the ancient stone walls of San Antolin de Toques in Galicia, Spain, and the influence of the substitution of traditional lime mortars". *Structural Studies, Repairs and Maintenance of Historical Buildings*, vol. 3 (1997), pp. 221-231.
- (32) Bustamante, R.; Monjo, J.; Sánchez de Rojas, M.I. "Los materiales utilizados en la ejecución de la bóveda encamionada del Salón de Plenos del Senado de España". *Materiales de Construcción*, Vol. 62, 306, (2012), pp.. 279-287.
- (33) UNE 41805-1 IN *Diagnóstico de edificios* – Parte 1 - Generalidades.

- (34) UNE 41805-2 IN *Diagnóstico de edificios* – Parte 2 - Estudios históricos.
- (35) UNE 41805-10 IN *Diagnóstico de edificios* – Parte 10 - Estudio patológico del edificio - Fachadas no estructurales.
- (36) PNE 41807 IN Reparación de revocos de morteros
- (37) UNE EN 998-1 *Especificaciones de los morteros de albañilería*. Parte 1: Morteros para revocos y enlucidos
- (38) UNE EN 1015-1 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 1: Determinación de la distribución granulométrica (por tamizado).
- (39) UNE EN 1015-3 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 3: Determinación de la consistencia del mortero fresco (por la mesa de sacudidas).
- (40) UNE EN 1015-4 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 4: Determinación de la consistencia del mortero fresco (por penetración del pistón).
- (41) UNE EN 1015-6: *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 6: Determinación de la densidad aparente del mortero fresco.
- (42) UNE EN 1015-7 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 7: Determinación del contenido en aire en el mortero fresco.
- (43) UNE EN 1015-9 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 9: Determinación del período de trabajabilidad y del tiempo abierto del mortero fresco.
- (44) UNE EN 1015-10 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 10: Determinación de la densidad aparente en seco del mortero endurecido.
- (45) UNE EN 1015-11 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 11: Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.
- (46) UNE EN 1015-12 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 12: Determinación de la resistencia a la adherencia de los morteros de revoco y enlucido endurecidos aplicados sobre soportes.
- (47) UNE EN 1015-17 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 17: Determinación del contenido de cloruros solubles en el agua de los morteros frescos.
- (48) UNE EN 1015-18 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 18: Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido.
- (49) UNE EN 1015-19 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 19: Determinación de la permeabilidad al vapor de agua de los morteros endurecidos de revoco y enlucido.
- (50) UNE EN 1015-21 *Métodos de ensayo de morteros de albañilería*. Parte 21: Determinación de la compatibilidad de los morteros de revoco con los soportes.
- (51) UNE EN 13914-1 *Diseño, preparación y aplicación de morteros exterior y del enlucido interior*. Parte 1: Revoco exterior.
- (52) ASTM C215 - 08 *Standard Test Method for Fundamental Transverse, Longitudinal, and Torsional Frequencies of Concrete Specimens*.
- (53) UNE-41806-1 IN *Conservación de edificios. Limpieza de elementos constructivos*. Parte 1: Clasificación de los métodos de limpieza.
- (54) UNE-41806-2 IN *Conservación de edificios. Limpieza de elementos constructivos*. Parte 2: Técnicas de limpieza con agua.
- (55) UNE-41806-3 IN *Conservación de edificios. Limpieza de elementos constructivos*. Parte 3: Técnicas de limpieza mecánica.
- (56) UNE-41806-4 IN *Conservación de edificios. Limpieza de elementos constructivos*. Parte 4: Técnicas de limpieza con láser.
- (57) UNE-41806-5-1 IN *Conservación de edificios. Limpieza de elementos constructivos*. Parte 5: Técnicas de limpieza química. Aplicación en forma de solución.
- (58) UNE-41806-5-2 IN *Conservación de edificios. Limpieza de elementos constructivos*. Parte 5: Técnicas de limpieza química. Aplicación en forma de apósito.
- (59) Carta de 1987 de la conservación y restauración de los objetos de arte y cultura.

* * *