



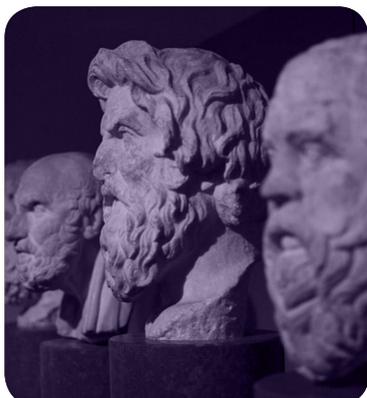
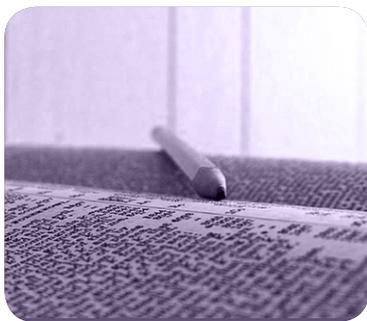
# MÁSTERES de la UAM

Facultad de Filosofía  
y Letras / 16-17

Arqueología  
y Patrimonio



excelencia Campus Internacional UAM  
CSIC+



**Estudio y análisis  
de los fragmentos  
murales del poblado  
vacceo de la Plaza del  
Castillo de Cuéllar  
(Segovia).**

**Propuesta  
de conservación  
y restauración**

*Susana López Ginestal*



**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS**  
Máster de Arqueología y Patrimonio

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

*Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado  
vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia).*

*Propuesta de conservación y restauración.*

**Susana López Ginestal**

**Tutor: Dr. Joaquín Barrio Martín**

**Junio 2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Ante todo, me gustaría agradecer al Profesor Joaquín Barrio, tutor de este trabajo de fin de máster, por su ayuda, sus sugerencias, sus correcciones y, sobre todo, por ofrecerme la posibilidad de estudiar y analizar los fragmentos murales que se vienen a presentar en el trabajo. Si bien todas las ideas que se nos plantearon a ambos al inicio del proyecto no se han podido llegar a realizar, cualquier aportación ha servido para sumar conocimientos.

En segundo lugar, agradecer la participación y colaboración de mis compañeros – y también alumnos del Máster – que iniciaron conmigo las tareas de restauración de los fragmentos en el *Gabinete de Restauración* en el Laboratorio Docente de Prehistoria y Arqueología de la UAM, y en especial a María Turégano, por su supervisión y ayuda durante los trabajos.

Agradecer también a mis compañeros del SECYR, por sus ánimos y su disponibilidad para ayudarme en todo momento, sobre todo a Ana Isabel Pardo y a Inmaculada Donate, por encargarse de llevar a cabo los análisis de los murales, por acompañarme al Microscopio Electrónico de Barrido y por ayudarme a interpretar los resultados – sin su ayuda, las conclusiones hubiesen sido más peregrinas.

Y, finalmente, a mi familia y amigos: sin vosotros, nada es posible.

## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Introducción.....</b>   | <b>5</b>  |
| 1.1. Objetivos fundamentales y metodología del trabajo.....   | 5         |
| 1.2. Descripción del objeto de estudio.....   | 6         |
| <b>PARTE I. ESTUDIO DOCUMENTAL.....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>2. Contexto histórico del yacimiento de la Plaza del Castillo del poblado vacceo de Cuéllar (Segovia).....</b> | <b>9</b>  |
| <b>3. Construcción de tierra o la arquitectura del barro. La tierra como soporte mural tradicional.....</b>       | <b>16</b> |
| 3.1. Contexto histórico en la Península Ibérica.....  | 16        |
| 3.2. El tapial.....   | 18        |
| 3.3. El adobe.....  | 20        |
| 3.4. Sistema de muros y entramados con plementería de adobe.....  | 21        |
| <b>PARTE II. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO.....</b>  | <b>23</b> |
| <b>4. Fichas Técnicas de los objetos de estudio.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>5. Estudio de materiales constituyentes.....</b>   | <b>29</b> |
| 5.1. Tipos de técnicas físicas de examen y análisis aplicadas en Pintura Mural.....                               | 29        |
| 5.2. Análisis de los pigmentos y morteros de los arranques del Yacimiento de Cuéllar.....                         | 33        |
| 5.2.1. Preparación de las muestras.....   | 33        |
| 5.2.2. Análisis con Microscopía Electrónica de Barrido.....   | 35        |
| <b>6. Factores de alteración y Estado de conservación.....</b>  | <b>42</b> |
| 6.1. Factores intrínsecos.....  | 42        |
| 6.1.1. Composición química.....   | 42        |
| 6.1.2. Composición mineralógica y petrográfica.....   | 43        |
| 6.2. Factores ambientales.....  | 43        |
| 6.2.1. Factores hidráulicos.....  | 43        |
| 6.2.2. Factores térmicos.....   | 44        |
| 6.2.3. Composición del aire y contaminantes atmosféricos.....   | 44        |
| 6.2.4. Viento.....  | 46        |
| 6.2.5. Sales. Migración y cristalización.....   | 46        |
| 6.3. Factores biológicos.....   | 48        |
| 6.4. Factores antrópicos.....   | 49        |
| 6.5. Estado de conservación de los arranques del Yacimiento de Cuéllar.....                                       | 50        |
| 6.5.1. Mapas de alteraciones.....   | 58        |
| <b>PARTE III. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....</b>  | <b>64</b> |
| <b>7. Criterios de intervención sobre Patrimonio Arqueológico y Pintura Mural.....</b>                            | <b>65</b> |
| 7.1. Legislación, cartas y convenios.....   | 65        |
| 7.2. Criterios de intervención generales en cualquier bien cultural.....  | 67        |
| <b>8. Propuesta de intervención sobre los fragmentos murales del yacimiento de Cuéllar.....</b>                   | <b>69</b> |
| 8.1. Limpieza.....  | 69        |
| 8.1.1. Tratamiento de las sales: desalación.....  | 71        |
| 8.1.2. Agentes biológicos o biodeterioro.....   | 71        |
| 8.2. Eliminación del soporte de campo: retirada de la escayola.....   | 72        |

|  |            |
|--|------------|
| 8.2.1. Consolidación de los morteros .....   | 72         |
| 8.2.2. Empapelado de protección y consolidación de la capa pictórica.....  | 75         |
| 8.2.3. Retirada de la escayola .....   | 75         |
| 8.3. Reintegración.....  | 75         |
| 8.3.1. Reintegración estructural o reposición de mortero.....  | 75         |
| 8.3.2. Reintegración cromática.....  | 76         |
| 8.3.3. Reconstrucción de fragmentos.....   | 77         |
| 8.4. Realización de un soporte permanente. ....  | 77         |
| <b>9. Propuesta de conservación preventiva. ....</b>   | <b>79</b>  |
| <b>10. Conclusiones del trabajo. ....</b>  | <b>81</b>  |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>82</b>  |
| <b>ANEXOS</b>  |            |
| <b><i>ANEXO I. Mapas y cortes estratigráficos del yacimiento. ....</i></b>   | <b>87</b>  |
| <b><i>ANEXO II. Gráficas y espectros de las muestras en Microscopía Electrónica de Barrido (MEB o SEM) .....</i></b> | <b>92</b>  |
| <b><i>ANEXO III. Fichas Técnicas de productos de restauración. ....</i></b>  | <b>105</b> |

## **1. Introducción.**

En toda excavación arqueológica, el hallazgo y recuperación de los restos materiales muebles (cerámicas, metales, vidrios, objetos pétreos, restos óseos, etc.) suele ser la práctica más habitual. Son extraídos de los yacimientos para ser estudiados y darles una mayor esperanza de vida en espacios adecuadamente acondicionados para su conservación. Los materiales que permanecen *in situ*, es decir, los materiales inmuebles como son las estructuras arquitectónicas, los elementos constructivos del yacimiento y los elementos decorativos y pictóricos (los mosaicos y la pintura mural), suelen ser intervenidos en el mismo yacimiento, pues son componentes integrantes de los mismos y su desplazamiento provocaría la descontextualización del conjunto.

Sin embargo, el traslado de algún componente estructural se considera como práctica lícita siempre y cuando el yacimiento, y todo lo que él contiene, se encuentre en condiciones inviables de conservación y restauración *in situ* – condiciones ambientales y geológicas adversas, construcción de obras públicas, etc. – poniendo en peligro la integridad de los materiales. De este modo, y previa recopilación documental, se procede con el desplazamiento de los restos arqueológicos que integraban el yacimiento almacenándolos e interviniéndolos en condiciones más estables.

Los mosaicos y las pinturas murales han sido, casi siempre, los elementos decorativos que han tenido prioridad en ser “rescatados” de entre los restos arqueológicos que iban a ser removidos de su emplazamiento original.

Ejemplo de ello, son los fragmentos de pintura mural que se encontraron durante las excavaciones llevadas a cabo en el yacimiento vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia) durante los años 80 y principios de los 90 del siglo pasado, dirigidos por el Profesor Joaquín Barrio Martín. Gracias a ello, se ha podido realizar el presente trabajo.

### **1.1. Objetivos fundamentales y metodología del trabajo.**

Los siguientes objetivos y metodología llevada a cabo, conforman la estructura del trabajo, que parte de un contexto general, a lo particular:

- A) El primer objetivo ha consistido en realizar un estudio en torno al contexto histórico del yacimiento donde se encontraban ubicados los fragmentos murales recuperados. Metodológicamente, para ello, se ha consultado bibliografía específica sobre el yacimiento de la Plaza del Castillo de Cuéllar y bibliografía más general referente a otros yacimientos de la misma época con características similares – especialmente, en lo que respecta a la construcción de las viviendas dentro de los poblados.
- B) En segundo lugar, relacionado con la naturaleza del edificio de donde se extrajeron los murales, se ha querido documentar el trabajo explicando los tipos de construcciones con tierra y las particularidades que las mismas presentan. Para ello, se ha buscado información específica sobre la llamada “arquitectura de tierra” y se han tomado algunos ejemplos de yacimientos a modo de comparación.

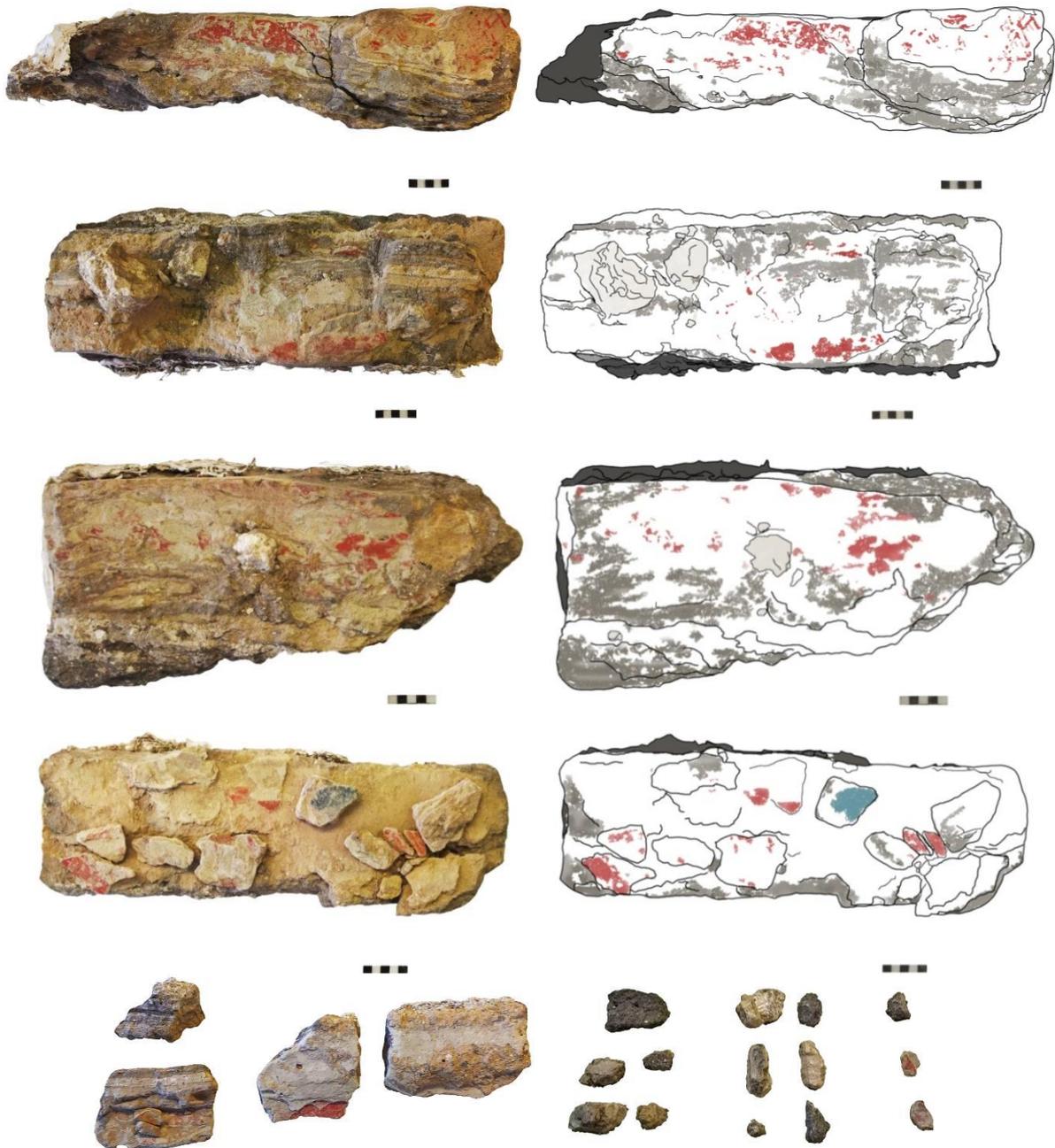
- C) Tras el contexto general, se pretende realizar un estudio específico sobre los fragmentos de pintura mural. En primer lugar:
- Estableciendo un registro de los mismos mediante la creación de unas fichas técnicas que recojan la información básica de cada uno de los cuatro fragmentos estudiados.
  - Llevando a cabo un estudio analítico para determinar la naturaleza de los materiales constituyentes de las pinturas. Para ello, es imprescindible conocer las técnicas físicas de examen y análisis con las que se puede contar. Metodológicamente, se ha realizado la toma de muestras y preparación de las mismas antes de llevarlas a analizar a los distintos equipos y laboratorios.
  - Conociendo los factores de deterioro intrínsecos y extrínsecos a los que se han visto expuestas las pinturas, y concretando – tras un examen organoléptico y mediante documentación fotográfica – las alteraciones que presentan los fragmentos. Así mismo, se completa el estudio del estado de conservación mediante la presentación de los mapas de daños.
- D) Ninguna intervención sobre un bien cultural debe ejecutarse sin tener en cuenta una serie de criterios y normas sobre la metodología que hay que seguir. Por lo tanto, un objetivo del trabajo es presentar el marco normativo y los criterios específicos aplicables a intervenciones de pintura mural, fundamentados a través de Cartas, Convenios, etc.
- E) En base al estado de conservación de las pinturas, un objetivo primordial del trabajo es realizar una propuesta de conservación y restauración sobre los cuatro fragmentos de pintura mural. Algunas de las propuestas se han podido ejecutar, mientras que el resto pretende ser un planteamiento hipotético que se realizaría para tratar el resto de alteraciones. Se van a proponer y justificar los tratamientos más idóneos, con el empleo de productos y materiales de conservación y restauración aplicables a las pinturas murales.
- F) Paralelamente a la propuesta de conservación y restauración, se va a plantear una propuesta de conservación preventiva, de cara al mantenimiento y salvaguardia de los fragmentos.
- G) Finalmente, el último objetivo del trabajo consistirá en exponer los resultados obtenidos tras la realización del estudio de los arranques de pintura mural del yacimiento de Cuéllar.

## **1.2. Descripción del objeto de estudio.**

Los fragmentos de pintura mural que se presentan como objeto de estudio en este trabajo fueron recuperados del yacimiento de la Plaza del Castillo en la localidad segoviana de Cuéllar. Se trata de cuatro arranques con restos de pintura de color rojizo [Fig. 1], superpuestos en varias capas, que formaban parte de un zócalo de una de las viviendas del poblado. Los diversos estudios que se han llevado a cabo hasta el momento

del yacimiento han mostrado una estratigrafía compleja del mismo, a través de la cual se ha interpretado la presencia de cinco poblados (Poblado I – Poblado V) ocupados de manera ininterrumpida durante la Primera y Segunda Edad del Hierro – si bien fue abandonado durante la llegada de los romanos a la Península, y posteriormente, ocupado de nuevo durante época medieval y moderna.

Los fragmentos murales que aquí se presentan pertenecían al Poblado II datado en torno a finales del siglo VI, inicios del siglo V a. de C. De este modo, el momento ocupacional, el emplazamiento geográfico (al sur de la Cuenca Media del Duero) y la técnica constructiva empleada para la edificación de la vivienda a la cual pertenecían (técnica del adobe y tapial) permiten adscribir el yacimiento en época vaccea.



*Fig. 1. De arriba a abajo: fragmento de Pintura Mural del yacimiento de Cuéllar correspondiente a la Caja 2 (PMC\_C2); Pintura Mural del yacimiento de Cuéllar de la Caja 3 (PMC\_C3); Pintura Mural del yacimiento de Cuéllar de la Caja 4 (PMC\_C4); y Pintura Mural del yacimiento de Cuéllar de la Caja 5 (PMC\_C5) junto con fragmentos dispersos del mismo bloque.*

## ***PARTE I. ESTUDIO DOCUMENTAL.***

## **2. Contexto histórico del yacimiento de la Plaza del Castillo del poblado vacceo de Cuéllar (Segovia).**

El yacimiento de la Plaza el Castillo de Cuéllar se sitúa, geográficamente, en la Meseta Norte de la Península Ibérica, al Sur de la Cuenca Media del Duero, en la provincia de Segovia, Castilla y León (BARRIO MARTÍN, 2000). Se localiza en el denominado territorio vacceo, encontrándose Cuéllar a escasos kilómetros de distancia con respecto a Cauca y Pintia, las dos ciudades vacceas más importantes de la Península.

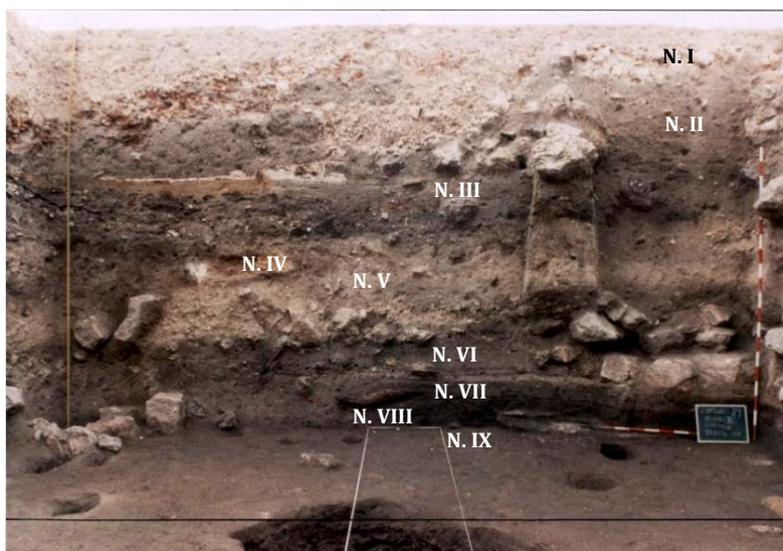
Historiográficamente, las primeras menciones a este yacimiento – pese a que en un principio fuese considerado como la ciudad celtibérica de Colenda – las encontramos en los textos de D. de Colmenares (1636) y más tarde en los de A. Gómez de Somorrostro (1820) y M. Aulló Costilla (1925). Sin embargo, los trabajos más influyentes han sido los recopilados tras las campañas de excavación de A. Molinero de 1941, 1942, 1943 (estudios publicados en 1950, 1952, 1954 y 1971) y las llevadas a cabo durante las décadas de los 80 y 90 por el profesor Joaquín Barrio (estudios de 1983, 1988, 1990, 1991, 1993, 2011).

Gracias a la diversidad de los restos materiales encontrados y el posterior estudio de los mismos se han establecido los orígenes del yacimiento – no sin cierta complejidad debido a la superposición de materiales correspondientes a momentos de ocupación diferentes (época medieval y época moderna). Así, por ejemplo, la presencia de restos cerámicos en silos-basurero enmarcan los inicios de este asentamiento en el Calcolítico – momento campaniforme. Otros hallazgos dispersos en la necrópolis de Las Erijuelas<sup>1</sup>, así como la aparición de una estructura de cabaña (en la denominada zona III de la Plaza del Castillo) lo enmarcan en la I Edad del Hierro. Las características de la cerámica encontrada hacen posible pensar que hubo un acercamiento entre la cultura del Soto de la Meseta Norte y las gentes de las tierras del sur del Duero (BARRIO MARTÍN, 1993), por lo que se establece un momento ocupacional en la II Edad del Hierro.

La evolución gradual de la ocupación del poblado vendría marcada por la estratigrafía [Fig. 2] que presenta el hábitat de la Plaza del Castillo dividida en nueve niveles distintos, que ha demostrado la superposición de cinco poblados habitados ininterrumpidamente: el más antiguo (Poblado I) de la I Edad del Hierro, con estructuras muy semejantes a Soto de Medinilla, hasta el más actual (Poblado V) en proceso de abandono hacia finales del II a. C. – principios del I a. C. (BARRIO MARTÍN, 2011). Las pruebas realizadas con Carbono 14 y Termoluminiscencia han permitido avalar el momento histórico en que se enmarcan algunos restos. Lo que sí parece claro, es que el yacimiento no volvió a ser ocupado hasta época medieval: ya en 1925, M. Aulló Costilla a partir del estudio de unos restos cerámicos de Las Erijuelas afirma que no hubo ocupación romana (BARRIO MARTÍN, 1993).

---

<sup>1</sup> La zona que antiguamente ocupaba el poblado vacceo, actualmente es lo que corresponde con el casco urbano de Cuéllar o Villa de Cuéllar. Dentro de éste área, se encuentran los diversos hallazgos arqueológicos fruto de diferentes épocas. Entre ellos, encontramos: la Iglesia de San Esteban, la Casa de la Gramática, el recinto murado y Castillo de Beltrán de la Cueva, La Iglesia de San Andrés (todos ellos, por cierto, declarados como Bien de Interés Cultural), y las necrópolis musulmana de Santa Clara, la Necrópolis de Las Erijuelas o las necrópolis medievales de las Iglesias-Valdihuertos (BOBILLO DE LAMO, 2011). En la zona más elevada de la Villa de Cuéllar es donde se ubica el yacimiento de la Plaza del Castillo.



*Fig. 2. Fotografía del perfil oeste, donde se aprecia la estratigrafía con los diversos niveles del poblado (el dibujo de este perfil se puede consultar en el apartado de Anexos – Anexo I). Fotografía: J. Barrio.*

Topográficamente, cabe destacar la posición estratégica que el yacimiento presentaba. En una colina amesetada, el núcleo poblacional se elevaba más de 120 metros sobre el fondo de valle permitiendo así una mayor visualización y dominio del terreno. Por otro lado, su emplazamiento estaba condicionado por el aprovechamiento de los recursos hídricos presentes en aquel momento enmarcado por el eje fluvial Cerquilla-Cega y otros regatos de la Huerta del Duque, que en la actualidad siguen aflorando.

Haciendo balance de los hallazgos materiales encontrados – y teniendo en cuenta el posible desplazamiento de los mismos, por arrastre – la extensión que se le atribuye al yacimiento es casi de 7Ha, considerando pues al yacimiento como uno de los de mayores dimensiones.

El análisis y estudio de la cultura material hallada – aparte de su emplazamiento geográfico anteriormente citado – vendría a determinar las características de la sociedad del grupo étnico vacceo que habitó este poblado. Así, por ejemplo, sabemos que su alimentación se basaba principalmente en el consumo de cereales<sup>2</sup>, por la presencia de silos y cerámicas donde se almacenaba el grano, y la aparición también de molinos de granito. Asimismo, consumían productos fruto de la ganadería (vacuno, ovicaprino) y de la actividad cinegética (ciervo, uro) – producto de ello, se encontró una pequeña placa de hueso con forma de cabeza de ánade y algunos trazos grabados, de utilidad desconocida (BARRIO MARTÍN, 2011).

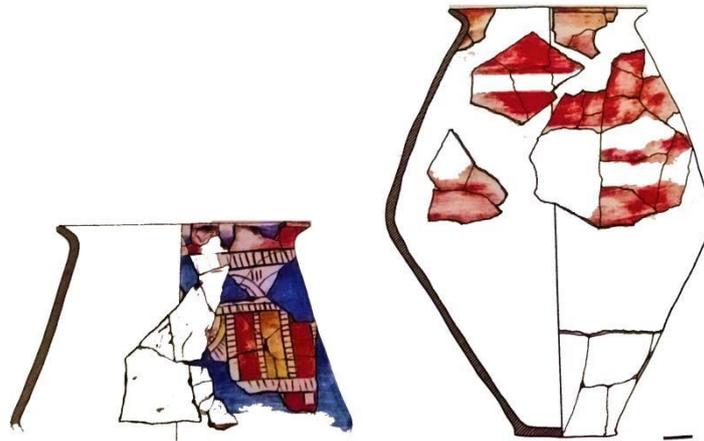
Los objetos metálicos son prácticamente inexistentes – hecho que puede deberse a la reutilización del metal en épocas posteriores o al expolio de las piezas, siendo ésta la razón más plausible. Son sin duda las cerámicas el conjunto más amplio de restos encontrados, manufacturadas a lo largo de todas las etapas de ocupación del poblado. Los estudios de las mismas, además, son los que han permitido realizar la enmarcación cronológica de

<sup>2</sup> Propio de la zona de Tierra de Campos cuyos terrenos estaban principalmente destinados al aprovechamiento agrícola cerealista (SACRISTÁN DE LAMA, 2011)

cada uno de los cinco poblados existentes. De manera resumida, las características de la cultura material cerámica encontrada en cada uno de los poblados son:

- **Poblado I** (Nivel IX) → aunque los restos aquí encontrados se encuentran muy fragmentados, sí son distinguibles cerámicas de pasta gruesa: vasos bitroncocónicos con bordes carenados redondeados, cuencos hemiesféricos y troncocónicos y ollas de pequeño tamaño de tendencia globular con decoración incisa en el borde.

- **Poblado II** (Niveles VIII-VII) → a diferencia del poblado anterior, aquí ya empiezan a aparecer cerámicas con decoración “a peine”. Es en este punto de la estratigrafía de la ocupación del poblado donde más restos cerámicos se han recuperado: desde piezas bitroncocónicas, angulosas, globulares de borde vuelto, vasos y cuencos hechos a mano, de pastas toscas, negras y bruñidas; hasta cerámica a torno, de pastas más finas y rojizas, con decoración de motivos lineales bícroma [Fig. 3]. Todas estas características, son las que nos permiten enmarcar el Poblado II en la I Edad del Hierro en transición a la II Edad del Hierro, dentro del horizonte Cogotas IIa.



*Fig. 3. Izq. Cerámica pintada policroma recuperada del Poblado II. Drcha. Restos de un gran vaso con pintura bícroma en tonos ocre y rojo, también del Poblado II. Dibujos de: (BARRIO MARTÍN, 2011, p. 28)*

- **Poblado III** (Niveles VI y V) → se siguen encontrando aquí cerámicas con decoración “a peine”. Se confeccionan a mano cerámicas de pasta clara y pintura rojizo-vinosa, principalmente, vasos de pequeño tamaño, con motivos decorativos punteados, bitroncocónicos y bordes vueltos, vasos globulares de bordes salientes y platos de bordes gruesos. A torno, se realizaron cerámicas más anaranjadas y engobes rojos, tipo vasos cuenquiformes.

- **Poblado IV** (Niveles IV y III) → en este estrato, se evidencian las consecuencias de un incendio: aparte de la acumulación de cenizas, por la influencia del fuego sobre algunos objetos (por ejemplo, el ennegrecimiento o la recocción de algunas cerámicas). Se localizan aquí cerámicas en su gran mayoría confeccionadas a torno. Entre las piezas realizadas a mano se encuentran vasos de cocina o almacén con bordes en “S” y cuencos con bordes decorados, ambos con decoración “a peine”. Las torneadas presentan ahora una decoración más compleja y elaborada: puntillado “a peine”, gallones, acanaladuras,

círculos cuartelados concéntricos, etc. Todo ello, evidencian la evolución cultural del poblado hacia una clara celtiberización.

- **Poblado V** (Niveles II y I) → aunque los restos arqueológicos aquí encontrados son más escasos, pues este poblado es el que se encuentra en contacto directo con el periodo de ocupación medieval, los que han sido recuperados presentan claras características de la cultura celtibérica. Las cerámicas de tipo manual siguen siendo vasos de cocina, con decoración “a peine” pero combinados con más motivos decorativos (círculos, semicírculos, rombos, líneas onduladas y en zigzag, etc.). Estos rasgos también los presentan las cerámicas torneadas, confeccionadas con vasos globulares de borde simple finos y gruesos, copas de pie bajo, platos, etc.

En referencia al contexto funerario, en el Poblado II, se localizaron dentro del espacio habitacional los restos inhumados de tres individuos (posiblemente infantiles). Es bastante significativo este hallazgo, puesto que a escasos metros del poblado se encontraban las necrópolis (como por ejemplo, la ya mencionada de Las Erijuelas de San Andrés) con sepulturas de incineración.

### **Análisis de la arquitectura de tierra del poblado.**

Además del estudio de la cultura material recuperada, es bastante significativo el análisis que se ha llevado a cabo sobre la arquitectura del poblado en todas sus etapas: estructuras constructivas que se enmarcan dentro de la tipología de arquitectura de tierra, pues los edificios fueron construidos mediante las técnicas de adobe y tapial. Lo cierto es que la evidencia de este sistema constructivo no fue ninguna novedad: el empleo del barro en el ámbito de la construcción, no sólo de las viviendas de los poblados sino también de los muros defensivos, ha demostrado ser una de las características culturales de la Primera y Segunda Edad del Hierro en las tierras del Duero Medio. Así ha sido demostrado tras la interpretación de los hallazgos del yacimiento de Soto de Medinilla cuya arquitectura doméstica constaba de cabañas de planta circular construidas con adobe y endebles ramajes (ROMERO CARNICERO & RAMÍREZ RAMÍREZ, 1996, p. 321) y (2001, p. 56); o de los yacimientos de Melgar de Abajo, Montealegre, Roa (*Rauda*), Padilla de Duero (*Pintia*), (SACRISTÁN DE LAMA, 2011), La Mota (GARCÍA ALONSO & URTEAGA ARTIGAS, 1985); entre otros.

En referencia a las particularidades de la arquitectura de las viviendas de nuestro yacimiento de la Plaza del Castillo, los aspectos constructivos generales son<sup>3</sup>:

**Muros** → de mampostería, construidos con las técnicas de adobe y tapial. Lo más probable, es que las materias primas necesarias para la elaboración de estos adobes fueran recogidas en los alrededores de las cuencas fluviales de los ríos Cerquilla y Cega, anteriormente citados. Los muros que separan las diferentes estancias dentro de la vivienda estaban encajados sobre el suelo de la casa y se elevaban, hacia el techo, perpendiculares a los muros exteriores. En el interior de las casas, los muros se

---

<sup>3</sup> La realización de diversos cortes estratigráficos en cada punto del poblado, así como el trazado de dibujos de la planta y los alzados, son los que han permitido interpretar la estratigrafía del yacimiento y determinar todas las características constructivas que presentaba. Algunos de estos dibujos de la planta y perfiles de la vivienda de la Plaza del Castillo se pueden consultar en el apartado de Anexos del trabajo (*Anexo I. Mapas y cortes estratigráficos del yacimiento*).

encontraban enjalbegados (recubiertos de estuco) en ocasiones decorados con motivos simples geométricos (no figurativos) coloreados con pintura blanca y rojiza. En la zona baja de las paredes, antes de elevarse los muros, éstos se encontraban sobre un zócalo encajado en el suelo también decorado con pintura rojiza.

**Techo** → la techumbre de las viviendas estaba construida con madera (ramajes y troncos) recubiertos posteriormente por una capa de barro. Todo ello se conoce por los restos de cenizas encontrados en la estratigrafía del Poblado IV que conserva restos de barro (en ocasiones cocido, por la intensidad del fuego del incendio) con la impronta de las maderas (BARRIO MARTÍN, 1991). Los techos se sustentaban por postes de cabaña (pies derechos) o por los tabiques que separaban las diversas estancias. Se conservan los huecos de poste de la cabaña desde la estratigrafía del Poblado I (*Anexo I*).

**Pavimento** → los suelos de la vivienda a lo largo de toda la ocupación eran de arcilla apisonada, con restos de cantos rodados y roca caliza (propios del terreno donde se levantaron las casas). Es una evidencia la presencia de capas superpuestas de arcilla como símbolo de mantenimiento de la vivienda por el desgaste del suelo (BARRIO MARTÍN, 1999).

#### **Otros elementos constructivos.**

**Hogares** → realizados en adobe, tapial o un conglomerado de barro, restos de cerámica y pequeños guijarros; se elevan del suelo sobre una plataforma de la misma naturaleza del hogar. Tipológicamente, suelen ser ovalados o circulares, estucados en ocasiones, emplazados bien en el centro de la vivienda o próximo a los muros medianeros/tabiquerías.

**Hornos** → tipológicamente, también de forma ovoide y elevado del suelo sobre una plataforma de piedra, cascotes de cerámica y barro. Se han encontrado dos, cuya funcionalidad estaba destinada a la cocción de alimentos y, en casos puntuales, la preparación de objetos cerámicos.

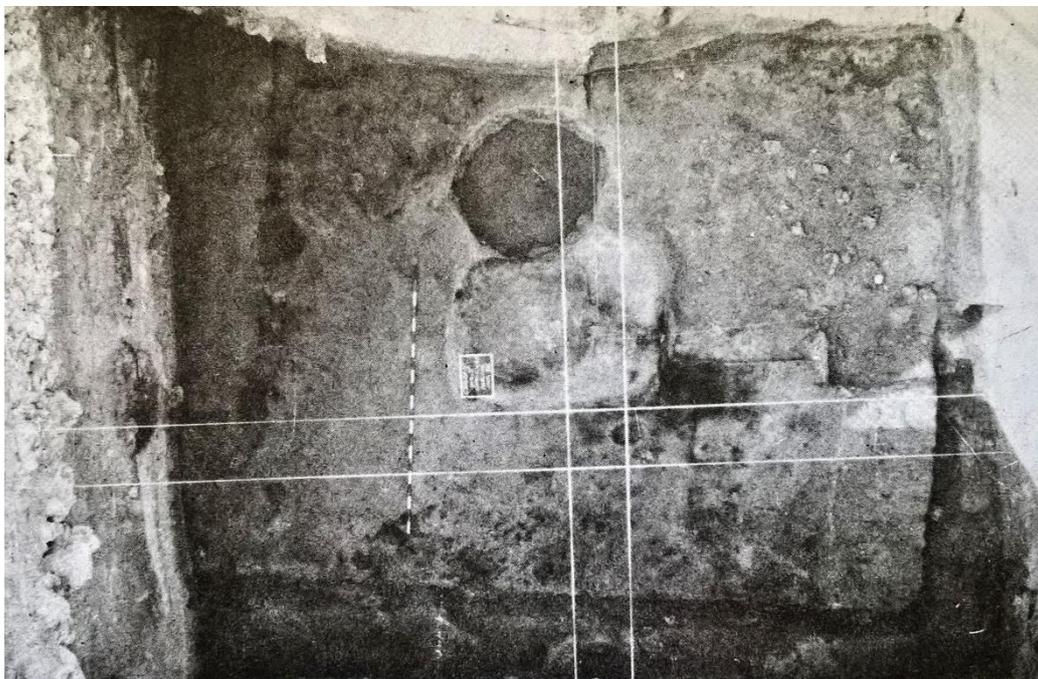
**Espacios de almacenaje: silos o graneros** → para el almacenamiento de provisiones de cereal en grano o espiga, frutos secos, etc. Los silos se encontraban perforados sobre el suelo, con las paredes revocadas con arcilla (para impermeabilizarlas y no se filtrara la humedad), con bordes normalmente circulares. Los graneros o contenedores se encontraban sobre el suelo, ligeramente elevado de éste sobre un basamento de piedra, arcilla y restos cerámicos, y como en los silos, recubiertos de arcilla para evitar la humedad.

De manera más específica, las características constructivas de las diferentes etapas del poblado han sido:

- **Poblado I** → aunque es bastante difícil diferenciar una estructura clara en cuanto a forma y dimensión de la vivienda, sí se han encontrado unos huecos de poste que hacen pensar que se trataba de una cabaña de planta circular, construida con materiales orgánicos pobres – esto se constata por la ausencia de materiales conservados.

- **Poblado II** → es a partir de la estratigrafía de este poblado que se ha podido establecer con mayor claridad la estructura de éste y el resto de poblados posteriores. Se

conservan los restos de un derrumbe del muro de dos viviendas adosadas, que permiten certificar el empleo de adobe, tapial y madera en su construcción (en concreto, los muros principales realizados en tapial y la tabiquería interior con entramado de adobe y madera). La planta de las viviendas sería rectangular con el suelo apisonado de arcilla [Fig. 4]. La de mayores dimensiones (en torno a los 20 metros cuadrados) contaba con un hogar de barro en el centro elevado sobre el suelo en una plataforma rectangular. En esta estancia se localizan restos de paredes cubiertas con estucos pintados, en diferentes capas superpuestas – lo que atestigua el continuo mantenimiento de la vivienda – con motivos decorativos geométricos (bandas, líneas, reticulados) de colores rojizos sobre blanco. Es aquí de donde se han recuperado los arranques murales que estamos estudiando en el presente trabajo. Aparecen también en la estratigrafía del poblado diversos huecos correspondientes a silos/basureros realizados durante el momento de ocupación posterior del Poblado III y de época medieval.



*Fig. 4. Fotografía de la planta de la habitación principal de la casa del Poblado II (Nivel VIII) donde se distinguen los postes de cabaña del hábitat anterior en el área suroeste; el hogar cuadrangular en el centro. Fotografía: J. Barrio.*

- **Poblado III** → aunque a partir de este poblado los restos son más difíciles de interpretar debido a su remoción – y posterior incendio – se han podido determinar unos rasgos constructivos ligeramente diferentes al poblado anterior. Por un lado, se trata de una vivienda de menor tamaño; y en segundo lugar, los muros de adobe y tapial se elevan sobre una cimentación de sillarejo calizo, de trazado rectilíneo donde se han respetado los huecos para la colocación del entramado sustentante de madera y los paños de adobe que completarían los muros. El empleo de estos materiales pétreos, combinados con materiales más blandos de barro, son un punto novedoso en comparación con los poblados anteriores. Por otro lado, el pavimento sigue siendo de arcilla apisonada, en el que se distinguen los huecos de una tabiquería que separa dos estancias – una de ellas, destinada a un telar debido al hallazgo de varias pesas de telar.

- **Poblados IV y V** → las características constructivas de estos poblados se ven condicionadas por la presencia de un foso de relleno de época medieval (y las remociones fruto de este momento y época moderna). En el Poblado IV se evidencian las consecuencias de un incendio por el cambio de coloración de los adobes. Se conservan las trazas de la cimentación de sillarejo rectilínea, trabado y enfoscado con barro, que corresponde a un muro medianero de la vivienda de planta rectangular, con un hogar (también de planta rectangular con las esquinas redondeadas, elevada sobre una plataforma de adobe) y el piso de barro sobre una preparación de relleno de toba y cantillo. Del último de los poblados, el Poblado V, se han interpretado los restos de una tabiquería de adobe enlucida con barro separando dos espacios habitacionales de planta cuadrangular: uno de ellos, se trata de un silo aéreo de planta oval realizado en tapial mientras que el otro se trata del área de un hogar.

Así pues, se intuye que una de las principales características de este poblado coincide con las particularidades propias de la arquitectura de la cultura vaccea, que es el empleo de la tierra como material principal de construcción. G. Ruiz Zapatero lo resume del siguiente modo:

*“Los vacceos vivieron en poblados – y al final en ciudades – con casas de barro y adobes, explotando las fértiles tierras de la cuenca sedimentaria del Duero. Fueron agricultores cerealistas de secano, elaboraron los primeros vinos de la región, desarrollaron utillaje agrícola que reconocemos en los aperos que han llegado hasta nuestros días [...]. Los vacceos se mimetizaron con las tierras del Duero Medio. Y, de alguna manera, los vacceos fueron barro – como los vettones fueron granito –, su cultura utilizó el barro hasta el paroxismo, baste decir que en la tumba de la necrópolis de Las Ruedas se imitó en barro un amplio repertorio de joyería metálica vaccea”. (RUIZ ZAPATERO, 2010, p. 38).*

Debido a la importancia de este sistema constructivo – el adobe y el tapial – se ha creído conveniente explicar, en el apartado contiguo las características del mismo.

### **3. Construcción de tierra o la arquitectura del barro. La tierra como soporte mural tradicional.**

Cuando se habla de construcciones de tierra, consideramos todas aquellas edificaciones que se han realizado con barro crudo (tapial, adobe, mampostería, entramados, morteros de unión, etc.) o cocido (ladrillos, tejas, baldosas, etc.), destinado a cumplir diferentes funciones: cimentar suelos, levantar muros – ya sean nobles edificios, potentes fortificaciones o casas modestas – proteger y techar cubiertas, o rematar edificios mediante revoques y otros elementos (estructurales y decorativos).

Se tiene constancia del empleo de la tierra como material de fabricación a lo largo de todo el mundo, desde las primeras manifestaciones arquitectónicas constructivas en época Sumeria (la antigua Mesopotamia alrededor de las cuencas fértiles de los ríos Tigris y Éufrates en el III milenio a. de C.) o en Egipto, hasta hace escasas décadas en el siglo pasado en muchos pueblos de España. Ahora, en la actualidad, sigue empleándose este material como elemental, principalmente en países cuya población se encuentra en vías de desarrollo (algunos pueblos primitivos africanos, en Australia, Latinoamérica, Nuevo México) (OTEIZA, 2002, p. 102), o en concepto de nueva arquitectura contemporánea, siendo un material recientemente recuperado por arquitectos para su obras (véanse los ejemplos de Hassan Fathy, Eliana Bórmida, Mario Yanzón, entre otros muchos (ROTONDARO, 2007)).

Los motivos del empleo del barro – entendiéndolo éste como una mezcla de tierra arcillosa y agua – se ven fundamentados por: en primer lugar, tratarse de un recurso geológico abundante en los lugares donde se construyeron las edificaciones (es decir, por “determinismo geográfico” (ALONSO PONGA, 1994)); por ser un material fácil de obtener, económicamente más accesible para personas con escasos recursos; poseer un alto rendimiento, pues es buen aislante térmico (equilibra la humedad, almacena el calor) y acústico; fácil de trabajar y preparar, pues solo se necesita amasar el barro y moldearlo (como el caso del adobe) o apisonarlo (en el caso del tapial, al que además se le incorporan estructuras de madera facilitando y economizando su producción).

#### **3.1. Contexto histórico en la Península Ibérica.**

Si bien en un principio se ha considerado el barro como un material “pobre” o modesto, destinado a la arquitectura popular, lo cierto es que fue empleado también en construcciones de mayor categoría.

*“[...] la espectacularidad del caso del Próximo Oriente deriva del hecho de que desde el IV milenio a. de C. las construcciones civiles representativas, las viviendas y extensas defensas militares, estaban invariablemente construidas con tierra y revestidas de placas de terracota o cerámica en ciertas zonas. En Egipto, en cambio existía una marcada escisión entre piedra para los templos y las tumbas, y tierra para las viviendas comunes e incluso aristocráticas, exactamente igual que en la India o en el México precolombino.” (HOZ ONRUBIA, et al., 2003, p. 12)*

En la Península Ibérica, a lo largo de la Historia, son varios los ejemplos que verifican que la arquitectura de tierra (tanto adobe y tapial, como muros y entramados con plementería) fue empleada tanto en el ámbito de la arquitectura popular (diversas construcciones de cabañas y viviendas en los poblados), como en fortificaciones y palacios:

- **Calcolítico y Edad del Bronce** → Primeras manifestaciones arqueológicas de cabañas levantadas con muros de adobe, como en los yacimientos almerienses de Almizaraque (Cuevas de Almanzora) y Los Millares, donde también se encuentran murallas de éste material; en Parazuelos (Murcia); o en Granada, en los yacimientos del Cerro de la Encina de Monachil – *“sobre las ruinas del bastión argárico se establece ahora un hábitat de cabañas construidas con adobes o arcilla apisonada: el interior de las cabañas se revistió con grandes placas de estuco blanco-amarillento decorado con acanaladuras formando motivos geométricos”* (ARRIBAS PALAU, 1976, p. 144) – el Cerro del Real de Galera o el Cerro de la Virgen de Orce, donde se encontraron restos de una cabaña de tipo circular, con muros de adobe levantados sobre un zócalo de piedra.

- **Primera y Segunda Edad del Hierro** → En este momento, el adobe es el material de construcción principal en la Península Ibérica, empleándose desde las zonas del valle del Ebro en el noreste peninsular, como en Tierra de Campos y Castilla la Mancha. Se cuentan numerosos yacimientos cuyos hallazgos arqueológicos dan constancia del empleo del barro en las construcciones: el yacimiento de Cortes de Navarra (ampliamente estudiado por A. García y Bellido, A. Balil o J. Maluquer de Motes, y considerado como un yacimiento de muy larga ocupación, entre los siglos IX – V a. de C.) (VELA COSSÍO, 2005); el yacimiento de Melgar de Abajo (Valladolid); Raso de Candeleda (Ávila) con la presencia de muros de tapial levantados sobre zócalos de mampostería (ALONSO PONGA, 1994); el oppidum de Cerro de las Cabezas (Valdepeñas, Ciudad Real); el poblado del S. IV a. de C. de la Plaza de Moros (Toledo), donde se cita el *“empleo de sistemas de entramado de madera con relleno de plementería de adobes colocados «a espina de pez»* “ (VELA COSSÍO, 2005, p. 1057). También, se encuentran evidencias de casas de adobe o de tapial con los muros recubiertos con un encalado o enlucido pintado. La decoración de los adobes y las pinturas realizadas sobre los revocos o encalados, tanto en el interior como en el exterior de las viviendas, se llevaba a cabo para dar una imagen de riqueza, intentando así ocultar (o disimular) la apariencia pobre que daba el barro. Tal es el caso del poblado de Soto de Medinilla (Valladolid), donde Pere de Palol describe algunos hallazgos como: *“paredes pintadas en blanco y rojo o rosado, algunas veces dibujando triángulos en friso a manera de cabañas, al igual que aparecen en el Pb. II de Cortes de Navarra”* (PALOL & WATTENBERG, 1974, p. 188); también en el yacimiento de La Mota (Medina del Campo), donde aparecen los muros de un zócalo de tapial *“pintado a franjas rojas, con un colorante compuesto por arcilla rojiza diluida en agua [...]”* (GARCÍA ALONSO & URTEAGA ARTIGAS, 1985, p. 128) o las del oppidum ibérico del Puente de Tablas (Jaén) encalados entre los siglos VI y III a. de C. (FERRER MORALES, 1998, p. 51).

- **Época Romana** → Los romanos también continuaron empleando tanto el adobe como el tapial para sus edificaciones, si bien luego eran revocados con morteros de cal. Ejemplos de ello, se encuentran en los yacimientos del cerro de Castro o ciudad celtíbero-romana de Uxama Argaela (Burgo de Osma, Soria) donde se *“conserva en 1 m de altura el alzado de adobe de los muros norte y oeste con la decoración pictórica. Ésta muestra un zócalo de imitación pétreo [...]”* (GARCÍA MERINO, et al., 2009); en la Villa de La Olmeda (Pedrosa de

la Vega, Palencia) y la Almenara de Adaja (Valladolid); o en el campamento romano fortificado de *Petavonium* (Rosinos de Vidriales, Zamora) (ALONSO PONGA, 1994).

- **Edad Media** → Con la llegada de los árabes a la Península Ibérica a partir del S. VII d. de C., se continuaron construyendo edificaciones con tierra, especialmente en tapial. Murallas, fortificaciones, castillos y palacios abundan entre las construcciones de almorávides y almohades, de estilo mudéjar (a partir del S. XII). Como ejemplos relevantes destacan: el Castillo de Burgalimar (Baños de la Encina, Jaén), el Castillo de las Navas de Tolosa (Córdoba), las murallas de las ciudades de Astorga, León, Zamora, Sevilla, Cáceres, Badajoz, entre otras; la Torre Bofilla en Bétera (Valencia) de los S. XII-XIII (MILETO, et al., 2011) y por supuesto el mayor exponente palaciego: La Alhambra, en Granada [Fig. 5].

De este modo, el tapial, el adobe o entramados con mampostería, si bien en todos los casos son empleados como material de construcción, suelen presentar encalados o revocos que posteriormente son pintados (con o sin motivos decorativos significativos), considerando así a la tierra cruda como un soporte mural de tipo tradicional.

### 3.2. El tapial.

El tapial es la técnica constructiva para levantar muros, resultante de la compactación y apisonado de la tierra cruda dentro de una estructura de madera denominada cajón (aunque también recibe los nombres de tapial, jarcia, armaje, molde o marco (LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999)). Dicho cajón es un encofrado compuesto por varios tableros horizontales, o puertas del tapial, paralelos; otros tableros laterales dispuestos en vertical llamados costeros o costales, ensamblados con las agujas; los codales o piezas horizontales acopladas a los costales que sirven para mantener erguidas las puertas del tapial; y los garrotes o tensores, que ajustan los codales [Fig. 6]. El muro o pared final resultante de la construcción del tapial se denomina tapia, concepto al que se ha hecho referencia desde los primeros tratados de la construcción y arquitectura. Plinio en el siglo I d. de C. comentaba sobre la tapia:

*“¿No hay en África e Hispania paredes de barro, a las que se llaman ‘de molde’, porque se levantan, más que construyéndolas, vaciándolas entre dos tablas, las cuales pueden durar siglos por ser inmunes a la lluvia, al viento, al fuego, siendo más fuertes que cualquier cemento? En Hispania aún están a la vista las atalayas de Hannibal y las torres de barro alzadas en lo alto de las montañas. También son de esta naturaleza los parapetos que se levantan para fortificar los campamentos y los diques que se oponen a la impetuosidad de los ríos”* [Plinio Naturalis Historia, XXXV, 169].

Mencionado en: (FERRER MORALES, 1998, p. 50) (LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999, p. 88) y (HOZ ONRUBIA, et al., 2003, pp. 189-190).

Posterior a Plinio, San Isidoro de Sevilla menciona el empleo del tapial, en la Península en la Alta Edad Media, en su afamado libro *Etimologías*. También en la Edad Media, Ibn Jaldún en su obra *Muqaddima* o *Prolegómenos* describe cómo se preparan y disponen los tapias (HOZ ONRUBIA, et al., 2003, p. 190). Otras menciones en tratados y documentos a partir del Renacimiento, se encuentran los que recoge Andrea Palladio en el S. XVI en el Libro Primero de *Los Cuatro Libros de la Arquitectura*; Fray Lorenzo de San Nicolás en su libro

*Arte y uso de la Arquitectura*, en el S. XVII; o Juan de Villanueva en su *Arte de Albañilería* en el S. XIX.

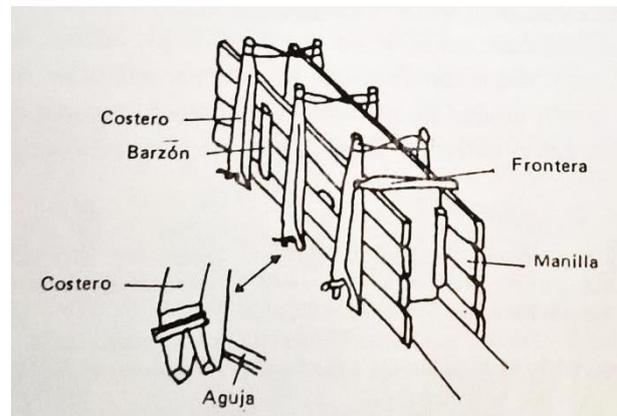
### **Preparación del tapial.**

El proceso de creación del tapial consta de tres fases: la primera, es el montaje del cajón o encofrado; la segunda, el relleno con la tierra cruda y compactación de la misma; y la tercera fase, el desmontaje del encofrado.

El montaje de la tapia comienza realizando lo que se denomina “puntido” de piedra o zócalo de mampostería de piedra, que viene siendo una zanja poco profunda a través de la cual se elevan posteriormente los muros del tapial. Posteriormente, se preparan las tierras que van a verterse dentro del encofrado<sup>4</sup>. Cada vertido de esta tierra se denomina “tongada” y suele ser de entre 8 y 10 cm. Durante este proceso se suele controlar el grado de humedad que contiene la tierra y se le añade agua (en superficie) si es necesario. Tras el vertido de las tongadas, se apisonan y compactan hasta alcanzar el nivel adecuado que viene determinado por el encofrado – las medidas que debe tener el cajón, por cierto, deben ser aquellas que permitan, por un lado el manejo y transporte de manera ágil y, por otro lado, la altura suficiente que permita el apisonamiento desde el interior de la caja (LÓPEZ MARTÍNEZ, 1999). Tras la compactación se lleva a cabo el desencofrado, y se repite la operación hasta completar la tapia.



*Fig. 5. Construcción en tapial de La Alhambra de Granada. Imagen en: (YUSTE MIGUEL, 2010)*



*Fig. 6. Estructura del encofrado de madera del tapial. Dibujo en: (SÁNCHEZ SANZ, 1977, p. 31) y (ALONSO PONGA, 1994, p. 25).*

<sup>4</sup> Para la realización del barro se seleccionan las tierras más idóneas, en las que depende el tipo de árido: se pueden emplear muy gruesos “cascajo” (fragmentos de piedras quebradas) o áridos de tipo fino. Según las condiciones ambientales y climatológicas y los recursos naturales con los que cuentan las regiones donde se va a extraer el barro, las materias primas tendrán unas u otras propiedades y características: la granulometría de las arenas, la proporción arena-arcilla, el grado de humedad de las tierras, etc. (HOZ ONRUBIA, et al., 2003, p. 14)

### **3.3. El adobe.**

Uno de los sistemas constructivos que más han arraigado en la Península Ibérica desde la construcción de las primeras viviendas, el adobe es una masa de barro resultante de la mezcla de tierra cruda, agua, arenas y fibras vegetales (paja, heno, caña, entre otras). Una vez se tiene la mezcla de barro hecha, se moldea con una “gradilla” o adobera [Fig. 7] – estructura en forma rectangular, conformada por 4 tablas de madera (dos más largas) paralelas entre sí, que se utiliza para crear formas paralelepípedas – y se dejan oreando y secando al sol. Las dimensiones generales varían en torno a 15x20x35cm<sup>5</sup>.

Historiográficamente, entre los autores que han mencionado el adobe, están: Plinio el Viejo, que estudiado a través de San Isidoro de Sevilla, menciona el uso del adobe en época romana: “*En cuanto a los ladrillos se conocen con semejante denominación laterculi porque extendidos (lati) se les da forma encuadrándoles entre cuatro listones. Los adobes (lateres) son ladrillos sin cocer; reciben también su nombre porque se confeccionan extendiéndolos entre moldes de madera*”. (ALONSO PONGA, 1994, p. 30). En época romana, la primera persona en hacer mención escrita del empleo del adobe es Vitrubio en su Libro II de *Los Diez Libros de Arquitectura*. S. I a. de C. (RUBIO BARDON, 2011). Sebastián de Covarrubias en su *Tesoro de la Lengua Castellana o Española* dice del adobe “*Ladrillo por cozer, dixose assi, atento que la tierra de que se hace se adoba primero y sazona: lo cual en Latín se llama temperamentum; Y diferencia del ladrillo en que ultra de ser grosero y mezclado con paja se seca al sol y no se cueze en horno; y assi se llama comúnmente later crudus*” (COVARRUBIAS OROZCO, 1611) y (ALONSO PONGA, 1994, p. 23); o el arquitecto Juan de Villanueva, en el S. XVIII.

#### **Preparación del adobe.**

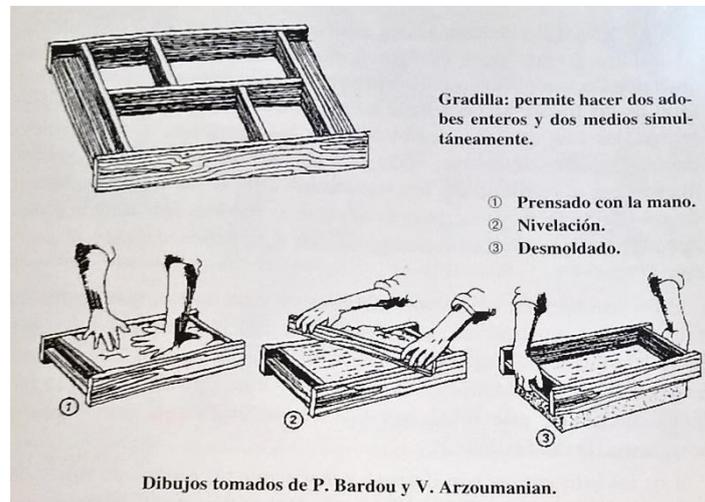
Su fabricación comienza por encontrar el lugar de explotación de los recursos de tierra y un lugar abierto, al aire libre, denominado adobería, donde moldear la mezcla del barro y poder dejarla secando al sol. Posteriormente, como en el caso del tapial, se lleva a cabo la construcción de un puntido, “cimentando” el suelo para proteger así debidamente de la humedad. Así mismo, se limpia la zona de restos de vegetación.

Una vez preparado el terreno, se procede con la preparación del barro. Se criba en primer lugar la tierra y, sin impureza, se añade el agua y se pisa y amasa hasta conseguir una mezcla homogénea. Posteriormente se van añadiendo fibras vegetales, cuya función es estabilizar y aportar resistencia. La mezcla se deja reposar durante un tiempo. Para que adquiera la plasticidad idónea, se va añadiendo agua o en el caso de que tenga excedente de humedad, se añade arena. Para aportar consistencia, se puede añadir grava, guijos, estiércol o cal (HOZ ONRUBIA, et al., 2003). Se amontona el adobe, y posteriormente se procede a la realización de los moldes. El barro se vierte sobre una gradilla, previamente espolvoreada con arena y ceniza (que sirve como desmoldeante, evitando que se pegue la tierra cruda en la adobera). Se aplasta el barro en el interior del molde, y se alisa su superficie con una tabla o “rasero”, con el cual se retira también el excedente de tierra. Se

---

<sup>5</sup> Aunque se ha estudiado que varían en tamaño dependiendo de la región geográfica, como apunta M. E. Sánchez Sanz: en Tajueco (Soria): 20x14x10cm; en Ibdes (Zaragoza): 40x20x12cm.; en Estella (Navarra): 27x14x6cm; y en Tierra de Campos: 40x20x10cm. (SÁNCHEZ SANZ, 1977, p. 32)

retira verticalmente la gradilla, y se dejan los adobes secar a la intemperie durante uno o varios días, cambiándolos de posición para que sequen por igual (la heterogeneidad en el secado, puede provocar en el futuro fracturas durante la colocación en la edificación). Se suelen realizar en primavera u otoño, donde las condiciones de temperatura no son especialmente extremas.



*Fig. 7. Imagen de una gradilla y del empleo de la misma para hacer adobes. (ALONSO PONGA, 1994, p. 25)*

### **3.4. Sistema de muros y entramados con plementería de adobe.**

Se trata de una técnica constructiva presente en todas las regiones de la Península Ibérica – desde la zona oeste, en La Alberca (Salamanca) pasando por el Valle del Tiétar (Ávila), hasta Ayllón (Guadalajara) – siendo la zona del Sistema Central donde se concentran la gran mayoría de edificaciones que emplean esta tipología de construcción. Consiste en la fabricación de unas estructuras de madera o armazón de madera cuya función es ejercer como refuerzo estructural (además de aportar ligereza), a través de los que se levantan muros de adobe [Fig. 8]. Bien como tierra cruda o cocida, se pueden encontrar colocados “a sogá” – es decir, con la cara más ancha dispuesta longitudinalmente – o en forma de espina de pez [Fig. 9], rellenando los huecos o “cuarteles” que quedan entre maderas del entramado con plementería (es decir, arena, cal y guijos o cantos rodados de pequeño tamaño, cuya función es ejercer como cerramiento de la estructura). La cara exterior de los muros entramados se suele recubrir con un encalado o un revoco de barro, aunque no en todos los casos se lleva a cabo: en las regiones más mediterráneas es frecuente encontrar las edificaciones revocadas a diferencia de las zonas de la Meseta central-norteña, cuyas estructuras entramadas se encuentran sin revestimiento puesto que el clima es más húmedo y los revocos suelen impedir la ventilación de los muros y las maderas.

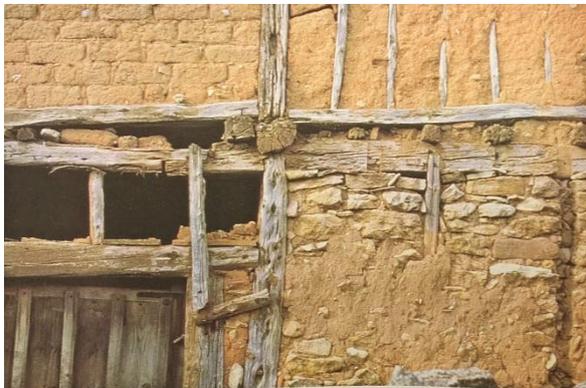
Tipológicamente pueden ser: simples – formados por vigas y pies derechos – complejos – con maderas colocadas en horizontal (vigas, zapatas, codales, puentes y contrapuentes),

verticales (pies derechos) y diagonales (tornapuntas) – o estrellados (con tornapuntas formando estrellas).

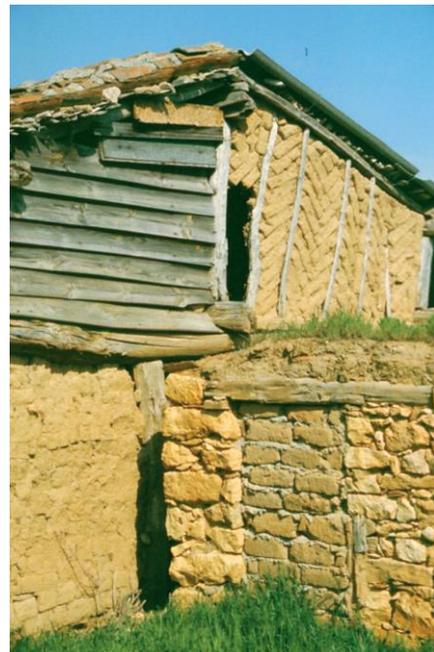
Por otro lado, uno de los mayores problemas que supone este tipo de construcción radica justamente en la madera, que es más propensa a ser atacada por organismos xilófagos, es más receptiva a la humedad y tiende a pudrirse.

**Encestados o emparrilados** → estructuras formadas con maderas más gruesas y compactas dispuestas en forma vertical y maderas más flexibles (como el mimbre o el fresno) entrecruzadas con las primeras, de modo que quede un “encestado”. Posteriormente, se revisten con barro o con un encalado. Es por lo tanto, una forma de cerramiento.

**Morteros** → mezcla de un conglomerante (arcilla, yeso, cal) áridos, agua, y otros aditivos, que se emplea para reforzar y proteger las estructuras realizadas con adobe, tapial o muros armados y entramados, especialmente en zonas más susceptibles de atraer humedad. Se pueden disponer en la zona inferior de las casas (a modo de zócalo); en esquinas, bordes, o en las cubiertas.



*Fig. 8. Empleo en planta baja de un muro de mampostería de piedra armado con pies derechos de madera, sobre el que se levantan, a la izquierda, otro paño de fábrica armada y, a la derecha, un entramado con plementería de adobe. En Sequera de Fresno (Segovia). (HOZ ONRUBIA, et al., 2003, p. 42)*



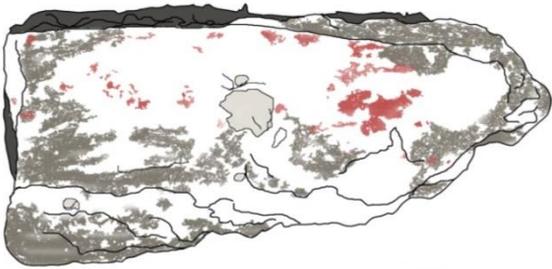
*Fig. 9. Sistema constructivo de entramado de madera con plementería de adobe (en espina de pez). Grajera, Segovia. (MALDONADO RAMOS & VELA COSSÍO, 2011, p. 77)*

## ***PARTE II. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO.***

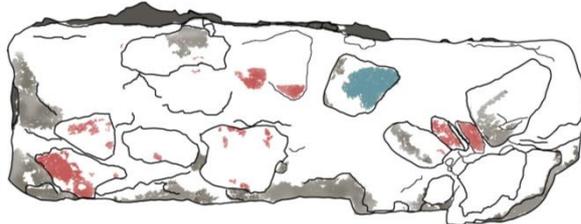
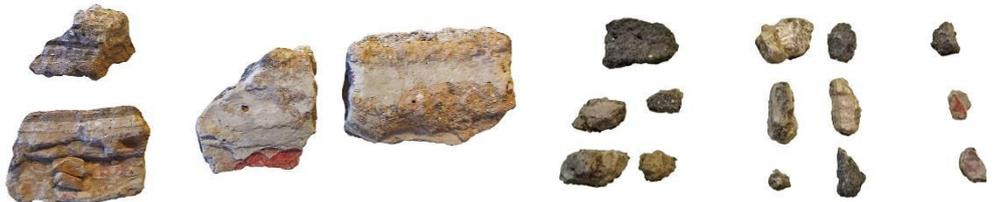
## 4. Fichas Técnicas de los objetos de estudio

| FICHA TÉCNICA / FICHA DE INVENTARIO  |  |  |  |                                     |   |  |  |
|--|--|--|--|-------------------------------------|---|--|--|
| DATOS GENERALES  |  |  |  |                                     |   |  |  |
| Autor: Laura García-Juanes Moratilla y Susana López                                |  |  |  | Fecha: 24-10-2016                   |   |  |  |
| Caja (Nº/Nombre)   |  | Caja Nº2 Pintura Mural Cuéllar   |  | Contenido (Nº bolsas/nº piezas)     |   | 1 pieza grande + 1 bolsa con fragmentos    |  |
| Lugar de procedencia   |  | Cuéllar (Segovia)  |  | Emplazamiento actual                |   | Lab. Docente Prehistoria y Arqueología UAM |  |
| Tipo de Objeto   |  | Pintura Mural. Zócalo de una vivienda  | Técnica  | Pintura sobre tierra                | Datación  | S. V a.C. (aprox.) - vacceo                |  |
| Materiales constituyentes  |  | Capa pictórica   |  | Pigmentos rojizos                   |   |  |  |
|  |  | Capa de preparación  |  | Varias capas (número indeterminado) |   |  |  |
| Medidas (cm)   |  | Descripción breve:   |  |                                     |   |  |  |
| Alto:  | 14   | - Varias capas de preparación de mortero con diferentes cargas<br>- Hueso animal adherido entre las capas de mortero |  |                                     |   |  |  |
| Ancho:   | 18   |  |  |                                     |   |  |  |
| Largo:   | 47   |  |  |                                     |   |  |  |
| Imágenes iniciales.  |  |  |  |                                     |   |  |  |
|  |  |                                   |  |                                     |   |  |  |
| ESTADO DE CONSERVACIÓN ( Capa Pictórica y de preparación)                          |  |  |  |                                     |   |  |  |
| Modificaciones superficiales   |  |  |  | Desprendimientos/pérdida de materia |   |  |  |
| Alteración cromática   | Suciedad superficial   | X  | Disgregación   | X                                   | Pulverulencia   | X  |  |
|  | Pátina   |  | Arenización  | X                                   | Granulación   |  |  |
|  | Manchas, moteados  |  | Alveolización  |                                     | Erosión/corrosión   |  |  |
| Depósitos y costras  | Costras (sulfín, calcín)   |  | Picado   |                                     | Cavernas  | X  |  |
|  | Concreciones   |  | Roturas  |                                     | Deformaciones   |  |  |
|  | Velos blanquecinos / Eflorescencias salinas                                  |  | Fracturas  |                                     | Abolsamientos   |  |  |
|  | Subflorescencias salinas   |  | Fisuras  | X                                   | Hinchamiento  |  |  |
| Alteración biológica   | Microscópica (hongos, algas)   |  | Fragmentación  |                                     | Ampollas  |  |  |
|  | Macroscópica (plantas superiores, raíces, animales, detritus insectos, etc.) | X  | Grietas  | X                                   | <b>Observaciones:</b><br>- Presenta restos de escayola y estopa utilizados durante el proceso de arranque de las pinturas (salpicaduras de escayola).<br>- Grandes inclusiones de caliza. |  |  |
| Otros  | Craquelado   |  |  |                                     |   |  |  |
|  | Desdibujamiento  |  |  |                                     |   |  |  |
|  | Alteraciones antrópicas  | X  |  |                                     |   |  |  |
|  | Intervenciones anteriores  | X  |  |                                     |   |  |  |
| PROPUESTA DE TRATAMIENTO   |  |  | Tratamientos realizados:   |                                     |   |  |  |
| Análisis   | Toma de muestra  |  | - Limpieza de suciedad superficial: limpieza mecánica con brochas, bisturí, pera de goma.<br>- Eliminación de fragmentos o bloques de piedras de caliza.<br>- Consolidación estructural de los estratos más gruesos próximos a la escayola con Silicato de Etilo (Estel 1000®) |                                     |   |  |  |
|  | Sin toma de muestra  | X  |  |                                     |   |  |  |
| Pre-consolidación  |  | X  |  |                                     |   |  |  |
| Engasado/empapelado de protección  |  | X  |  |                                     |   |  |  |
| Tratamientos fungicidas  |  |  |  |                                     |   |  |  |
| Desalación   |  |  |  |                                     |   |  |  |
| Limpieza   |  | X  |  |                                     |   |  |  |
| Reposición de morteros   |  |  |  |                                     |   |  |  |
| Reintegración capa pictórica   |  |  |  |                                     |   |  |  |
| Otros: realización de un nuevo soporte.  |  |  |  |                                     |   |  |  |

| FICHA TÉCNICA / FICHA DE INVENTARIO  |   |  |   |  |                      |  |
|--|---|--|---|--|----------------------|--|
| Datos Generales  |   |  |   |  |                      |  |
| <b>Autor:</b> Patricia Viñambres y Susana López                                    |   |  |   | <b>Fecha:</b> 24/10/2016                     |                      |  |
| <b>Caja (Nº/Nombre)</b>  |   | Caja Nº3 Pintura Mural Cuéllar   |   | <b>Contenido (Nº bolsas/nº piezas)</b>       |                      | 1 pieza grande + 1 bolsa con fragmentos    |
| <b>Lugar de procedencia</b>  |   | Cuéllar (Segovia)  |   | <b>Emplazamiento actual</b>                  |                      | Lab. Docente Prehistoria y Arqueología UAM |
| <b>Tipo de Objeto</b>  |   | Pintura Mural. Zócalo de una vivienda  | <b>Técnica</b>  | Pintura sobre tierra                         | <b>Datación</b>      | S. V a.C. (aprox.) - vacceo                |
| <b>Materiales constituyentes</b>   |   | <b>Capa pictórica</b>  |   | Pigmentos Rojos (en la capa más superficial) |                      |  |
|  |   | <b>Capa de preparación</b>   |   | Varias capas de preparación de mortero       |                      |  |
| <b>Medidas (cm)</b>  |   | <b>Descripción breve:</b>  |   |  |                      |  |
| <b>Alto:</b>   | 11,5  | - Presenta una primera capa de preparación de mortero más gruesa, de tonalidad grisácea.<br>- Seguido de una capa de preparación más fina, de composición arcillosa.<br>- Finalmente una capa de preparación de aspecto grisáceo (parecido a la primera capa de mortero)<br>- La capa pictórica, presenta unos motivos decorativos geométricos (rombos). |   |  |                      |  |
| <b>Ancho:</b>  | 16  |  |   |  |                      |  |
| <b>Largo:</b>  | 55  |  |   |  |                      |  |
| <b>Imágenes iniciales.</b>   |   |  |   |  |                      |  |
|  |   | ■■■  |   |  |                      |  |
|  |   | ■■■  |   |  |                      |  |
| ESTADO DE CONSERVACIÓN ( Capa Pictórica y de preparación)                          |   |  |   |  |                      |  |
| <b>Modificaciones superficiales</b>  |   |  |   | <b>Desprendimientos/pérdida de materia</b>   |                      |  |
| <b>Alteración cromática</b>  | Suciedad superficial  | X  | Disgregación  | X  | Pulverulencia        | X  |
|  | Pátina  |  | Arenización   | X  | Granulación          |  |
|  | Manchas, moteados   | X  | Alveolización   |  | Erosión/corrosión    |  |
| <b>Depósitos y costras</b>   | Costras (sulfín, calcín)  |  | Picado  |  | Cavernas             |  |
|  | Concreciones  | X  | <b>Roturas</b>  |  | <b>Deformaciones</b> |  |
|  | Velos blanquecinos / Eflorescencias salinas                                     |  | Fracturas   |  | Abolsamientos        |  |
|  | Subflorescencias salinas  |  | Fisuras   | X  | Hinchamiento         |  |
| <b>Alteración biológica</b>  | Microscópica (hongos, algas)  |  | Fragmentación   | X  | Ampollas             |  |
|  | Macroscópica (plantas superiores, raíces, animales, detritus de insectos, etc.) |  | Grietas   | X  |                      |  |
| <b>Otros</b>   | Craquelado  |  | <b>Observaciones:</b><br>En la sección lateral, presenta unas manchas verdosas debido a la decoloración de la herramienta empleada durante el proceso de arranque.  |  |                      |  |
|  | Desdibujamiento   | X  |   |  |                      |  |
|  | Alteraciones antrópicas   | X  |   |  |                      |  |
|  | Intervenciones anteriores   | X  |   |  |                      |  |
| PROPUESTA DE TRATAMIENTO   |   |  | Tratamientos realizados:  |  |                      |  |
| <b>Análisis</b>  | Toma de muestra   |  | - Limpieza de suciedad superficial: limpieza mecánica con brochas, bisturí, pera de goma.<br>- Consolidación estructural de los estratos más gruesos próximos a la escayola con Silicato de Etilo (Estel 1000®) |  |                      |  |
|  | Sin toma de muestra   | X  |   |  |                      |  |
| <b>Pre-consolidación</b>   |   |  |   |  |                      |  |
| <b>Engasado/ empapelado de protección</b>  |   | X  |   |  |                      |  |
| <b>Tratamientos fungicidas</b>   |   |  |   |  |                      |  |
| <b>Desalación</b>  |   |  |   |  |                      |  |
| <b>Limpieza</b>  |   | X  |   |  |                      |  |
| <b>Reposición de morteros</b>  |   |  |   |  |                      |  |
| <b>Reintegración capa pictórica</b>  |   |  |   |  |                      |  |
| <b>Otros:</b> realización de un nuevo soporte.                                     |   |  |   |  |                      |  |

| FICHA TÉCNICA / FICHA DE INVENTARIO   |  |   |  |  |                             |   |
|---|--|---|--|--|-----------------------------|---|
| Datos Generales   |  |   |  |  |                             |   |
| Autor: Yolanda Díaz Alonso y Susana López   |  |   | Fecha: 7-11-2016   |  |                             |   |
| Caja (Nº/Nombre)  |  | Caja Nº4 Pintura Mural Cuéllar  |  | Contenido (Nº bolsas/nº piezas)            |                             |   |
|   |  |   |  | 1 fragmento grande                         |                             |   |
| Lugar de procedencia  |  | Cuéllar (Segovia)   |  | Emplazamiento actual                       |                             |   |
|   |  |   |  | Lab. Docente Prehistoria y Arqueología UAM |                             |   |
| Tipo de Objeto  | Pintura Mural. Zócalo de una vivienda  | Técnica   | Pintura sobre tierra   | Datación                                   | S. V a.C. (aprox.) - vacceo |   |
| Materiales constituyentes   |  | Capa pictórica  |  | Pigmentos rojizos                          |                             |   |
|   |  | Capa de preparación   |  | Varias capas                               |                             |   |
| Medidas (cm)  |  | Descripción breve:  |  |  |                             |   |
| Alto:   | 14   | - Presenta varias capas de enlucidos más gruesos (grisáceos) y más finos (arcillosos) |  |  |                             |   |
| Ancho:  | 22   |   |  |  |                             |   |
| Largo:  | 41,5   |   |  |  |                             |   |
| Imágenes iniciales.   |  |   |  |  |                             |   |
|  |  |     |  |  |                             |   |
| ESTADO DE CONSERVACIÓN ( Capa Pictórica y de preparación)                         |  |   |  |  |                             |   |
| Modificaciones superficiales  |  |   | Desprendimientos/pérdida de materia  |  |                             |   |
| Alteración cromática  | Suciedad superficial   | X   | Disgregación   | X  | Pulverulencia               | X |
|   | Pátina   |   | Arenización  | X  | Granulación                 |   |
|   | Manchas, moteados  |   | Alveolización  | X  | Erosión/corrasión           |   |
| Depósitos y costras   | Costras (sulfín, calcín)   |   | Picado   |  | Cavernas                    |   |
|   | Concreciones   | X   | Roturas  |  | Deformaciones               |   |
|   | Velos blanquecinos / Eflorescencias salinas                                  |   | Fracturas  | X  | Abolsamientos               |   |
|   | Subflorescencias salinas   |   | Figuras  | X  | Hinchamiento                |   |
| Alteración biológica  | Microscópica (hongos, algas)   |   | Fragmentación  | X  | Ampollas                    |   |
|   | Macroscópica (plantas superiores, raíces, animales, detritus insectos, etc.) |   | Grietas  | X  |                             |   |
| Otros   | Craquelado   |   | <b>Observaciones:</b><br>- Presenta restos de escayola y estopa utilizados durante el proceso de arranque de las pinturas (salpicaduras de escayola).<br>- Inclusiones de bloques de caliza  |  |                             |   |
|   | Desdibujamiento  |   |  |  |                             |   |
|   | Alteraciones antrópicas  | X   |  |  |                             |   |
|   | Intervenciones anteriores  | X   |  |  |                             |   |
| PROPUESTA DE TRATAMIENTO  |  |   | Tratamientos realizados:   |  |                             |   |
| Análisis  | Toma de muestra  |   | - Limpieza de suciedad superficial: limpieza mecánica con brochas, bisturí, pera de goma.<br>- Eliminación de fragmentos o bloques de piedras de caliza.<br>- Consolidación estructural de los estratos más gruesos próximos a la escayola con Silicato de Etilo (Estel 1000®) |  |                             |   |
|   | Sin toma de muestra  | X   |  |  |                             |   |
| Pre-consolidación   |  | X   |  |  |                             |   |
| Engasado/empapelado de protección   |  | X   |  |  |                             |   |
| Tratamientos fungicidas   |  |   |  |  |                             |   |
| Desalación  |  |   |  |  |                             |   |
| Limpieza  |  | X   |  |  |                             |   |
| Reposición de morteros  |  |   |  |  |                             |   |
| Reintegración capa pictórica  |  |   |  |  |                             |   |
| Otros: realización de un nuevo soporte.   |  |   |  |  |                             |   |

*Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). Propuesta de conservación y restauración.*

| FICHA TÉCNICA / FICHA DE INVENTARIO  |  |  |   |  |                             |   |
|--|--|--|---|--|-----------------------------|---|
| <b>Datos Generales</b>   |  |  |   |  |                             |   |
| <b>Autor:</b> Susana López Ginestal  |  |  | <b>Fecha:</b> 14-11-2016  |  |                             |   |
| <b>Caja (Nº/Nombre)</b>  |  | Caja Nº5 Pintura Mural Cuéllar   | <b>Contenido (Nº bolsas/nº piezas)</b>  | 1 fragmento grande + varios fragmentos de diverso tamaño |                             |   |
| <b>Lugar de procedencia</b>  |  | Cuéllar (Segovia)  | <b>Emplazamiento actual</b>   | Lab. Docente Prehistoria y Arqueología UAM               |                             |   |
| <b>Tipo de Objeto</b>  | Pintura Mural. Zócalo de una vivienda  | <b>Técnica</b>   | Pintura sobre tierra  | <b>Datación</b>  | S. V a.C. (aprox.) - vacceo |   |
| <b>Materiales constituyentes</b>   |  | <b>Capa pictórica</b>  | Varias capas de pigmentos rojizos. Fragmentos con pigmentos oscuros.  |  |                             |   |
|  |  | <b>Capa de preparación</b>   | Varias capas de mortero grueso (grisáceo) y más fino (arcilloso) + capa de intervención de escayola   |  |                             |   |
| <b>Medidas (cm)</b>  |  | <b>Descripción breve:</b><br>- Presenta varios estratos de pintura rojiza (que se aprecian a simple vista en la estratigrafía de los fragmentos sueltos) |   |  |                             |   |
| <b>Alto:</b>   | 9  |  |   |  |                             |   |
| <b>Ancho:</b>  | 15   |  |   |  |                             |   |
| <b>Largo:</b>  | 49   |  |   |  |                             |   |
| <b>Imágenes iniciales.</b>   |  |  |   |  |                             |   |
|  <br> |  |  |   |  |                             |   |
| <b>ESTADO DE CONSERVACIÓN ( Capa Pictórica y de preparación)</b>   |  |  |   |  |                             |   |
| <b>Modificaciones superficiales</b>  |  |  | <b>Desprendimientos/pérdida de materia</b>  |  |                             |   |
| <b>Alteración cromática</b>  | Suciedad superficial   | X  | Disgregación  | X  | Pulverulencia               | X |
|  | Pátina   |  | Arenización   | X  | Granulación                 |   |
|  | Manchas, moteados  |  | Alveolización   | X  | Erosión/corrasión           |   |
| <b>Depósitos y costras</b>   | Costras (sulfín, calcín)   |  | Picado  |  | Cavernas                    |   |
|  | Concreciones   |  | <b>Roturas</b>  |  | <b>Deformaciones</b>        |   |
|  | Velos blanquecinos / Eflorescencias salinas                                  |  | Fracturas   | X  | Abolsamientos               |   |
|  | Subflorescencias salinas   |  | Fisuras   | X  | Hinchamiento                |   |
| <b>Alteración biológica</b>  | Microscópica (hongos, algas)   |  | Fragmentación   | X  | Ampollas                    |   |
|  | Macroscópica (plantas superiores, raíces, animales, detritus insectos, etc.) | X  | <b>Observaciones:</b><br>- Presenta restos de escayola y estopa utilizados durante el proceso de arranque de las pinturas (salpicaduras de escayola).<br>- Grandes inclusiones de caliza. |  |                             |   |
| <b>Otros</b>   | Craquelado   |  |   |  |                             |   |
|  | Desdibujamiento  |  |   |  |                             |   |
|  | Alteraciones antrópicas  | X  |   |  |                             |   |
|  | Intervenciones anteriores  | X  |   |  |                             |   |
| <b>PROPUESTA DE TRATAMIENTO</b>  |  |  | <b>Tratamientos realizados:</b>   |  |                             |   |
| <b>Análisis</b>  | Toma de muestra  | X  | - Limpieza de suciedad superficial: limpieza mecánica con brochas, bisturí, pera de goma.   |  |                             |   |
|  | Sin toma de muestra  |  |   |  |                             |   |

*Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). Propuesta de conservación y restauración.*

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>Pre-consolidación</b>                       | X | - Consolidación estructural de los estratos más gruesos próximos a la escayola con Silicato de Etilo (Estel 1000®) |
| <b>Engasado/<br/>empapelado de protección</b>  | X |  |
| <b>Tratamientos fungicidas</b>                 |   |  |
| <b>Desalación</b>                              |   |  |
| <b>Limpieza</b>                                | X |  |
| <b>Reposición de morteros</b>                  |   |  |
| <b>Reintegración capa pictórica</b>            |   |  |
| <b>Otros:</b> realización de un nuevo soporte. |   |  |

## **5. Estudio de materiales constituyentes.**

Una de las partes más interesantes del estudio de una pintura mural, a parte del estudio de su contexto histórico-artístico o de la técnica pictórica, es la investigación de los materiales que la constituyen. Para ello existen las técnicas físicas de examen y análisis, que van más allá de un examen organoléptico en el que a simple vista se estudian los materiales, y se vale de equipos especiales para identificar los compuestos elementales que componen los diferentes estratos de la pintura (tanto de los morteros como de los estratos pictóricos). Los análisis pueden ser de dos tipos: de carácter no destructivo (o llevados a cabo *in situ* en el lugar donde se encuentran las pinturas, llevando un equipo portátil) o destructivo (con toma de muestras y posterior preparación y análisis de las mismas en el laboratorio).

Antes de llevar a cabo los análisis, debemos determinar su finalidad y argumentar los motivos por los que queremos realizarlos:

- En primer lugar, para conocer y determinar la naturaleza de los elementos y componentes que contienen las pinturas. Intentar identificar los elementos de las capas de mortero, establecer la naturaleza de los pigmentos empleados, incluso saber si contienen algún tipo de aglutinante, ligante u otro tipo de cargas.
- Intentar establecer el número de estratos. Esta tarea resulta algo complicada de determinar, puesto que cada uno de los bloques arrancados que contienen las pinturas presenta diferentes capas estratigráficas, y dependiendo de la muestra que tomemos podemos numerar más o menos estratos.
- Saber si los componentes entre varias capas son los mismos o si son de distinta naturaleza. Este hecho nos puede llevar a interpretar si los repintes son o no fruto de la misma época, o si se llevaron a cabo en momentos más alejados en el tiempo.
- Comprobar el estado de conservación que presentan las pinturas: saber si existen microorganismos colonizadores, si se ven alteradas por sales, si los pigmentos están envejecidos, etc.
- También nos permite saber si las pinturas han sido intervenidas con anterioridad, al presentar trazas de materiales de restauración – aunque, en este caso, sabemos con total seguridad que no han sido tratadas.

De este modo, el estudio de las pinturas murales puede verse enriquecido mediante las técnicas de análisis, siendo las más comunes las que se presentan a continuación [Tabla 1] – algunas de ellas, llevadas a cabo para este trabajo.

### **5.1. Tipos de técnicas físicas de examen y análisis aplicadas en Pintura Mural.**

| <b>TÉCNICAS FÍSICAS DE EXAMEN Y ANÁLISIS DE PINTURA MURAL</b>                                    |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>Nombre de la técnica</b>  | <b>Condiciones</b>  | <b>Fundamento</b>   | <b>Aplicaciones (en pintura)</b>   |
| <b>Microscopía Óptica (MO)</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con o sin toma de muestra (dependiendo del tamaño)</li> <li>- No destructiva</li> </ul>      | Observación de las muestras a través de un microscopio óptico: instrumento que permite observar los materiales a diferentes aumentos gracias al juego de lentes que actúan como lupas, que contiene en su mecanismo interno.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificación de componentes minerales (dependiendo de su color, brillo, granulometría o textura)</li> <li>- Determinar el grado de alteración (debido a la presencia de sales o de microorganismos biológicos, por ejemplo, que han transformado los pigmentos)</li> <li>- En algunos casos, determinar las técnicas pictóricas empleadas (comprobar las huellas de uso o trazas de la aplicación de los pigmentos).</li> </ul> |
| <b>Fluorescencia de Rayos X por Reflexión Total (TXRF) o Espectroscopía EDFRX</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con toma de muestra (aunque muy pequeña cantidad)</li> <li>- Destructiva</li> </ul>          | Técnica de análisis elemental que permite la identificación de elementos químicos. Consiste en hacer incidir sobre la muestra un haz de rayos X primarios, que provocan la excitación de los átomos de la muestra, generando como resultado un espectro de fluorescencia de rayos X (RX secundarios). Los datos se leen en un espectrograma que ofrece un análisis cualitativo (conocer los elementos que constituyen la muestra) y cuantitativo (saber el % de elementos, midiendo la intensidad de las radiaciones) de la muestra analizada | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar las técnicas artísticas</li> <li>- Hacer una distinción entre los pigmentos, cargas y aglutinantes de origen natural o añadidas intencionalmente</li> <li>- Comprobar la uniformidad de las pinturas, para identificar las fases estilísticas, es decir, si se realizaron las pinturas en una misma fase inicial o si se trata de repintes realizados posteriormente.</li> </ul>   |
| <b>Espectroscopía de plasma inducida por láser o LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin toma de muestra</li> <li>- Destructiva (se produce la ablación de la muestra)</li> </ul> | Técnica espectroscópica de emisión atómica que consiste en hacer incidir sobre la muestra un haz láser de alta energía (Nd:YAG, Litron NANO S 130-10 o Q-Switched). Los elementos de la muestra son excitados cuando impacta el láser, que ablaiona el material generando un plasma de alta temperatura. El equipo detecta y analiza la emisión recibida dando como resultado un espectro donde leer los resultados.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar la composición elemental de la muestra analizada.</li> <li>- Valoración del estado de alteración en que se encuentran las muestras.</li> </ul>  |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| <p><b>Microscopía Electrónica de Barrido o SEM (Scanning Electron Microscopy)</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con toma de muestra.</li> <li>- No destructiva</li> </ul> | <p>Técnica de microscopía óptica que consiste en la incidencia de un haz de electrones (radiación electromagnética) acelerados en una bobina de barrido. Una vez que llega el haz de electrones a la muestra, se producen varios fenómenos: la emisión de fotones de Rayos X característicos – Energía Dispersiva de Rayos X (que proporciona un análisis elemental de los compuestos de la muestra) – la emisión de electrones secundarios (SE) (permite estudiar la morfología de la muestra) y la emisión de electrones retrodispersados (BSE) (sirven para estudiar la distribución de los elementos de la muestra).</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la morfología, la composición química y estructural de los componentes orgánicos e inorgánicos de los pigmentos, cargas y aglutinantes</li> <li>- Detectar si hay repintes (por la presencia indebida de otros componentes)</li> <li>- Determinar si hay alteraciones del soporte o de los pigmentos.</li> </ul> |
| <p><b>Espectroscopía Raman</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con toma de muestra.</li> <li>- No destructiva</li> </ul> | <p>Consiste en hacer incidir sobre la muestra, un haz de luz monocromática (luz láser) y analizar el fenómeno de dispersión inelástica de la luz (efecto Raman) (SANZ, et al., (2002)). Es decir, al hacer incidir el láser sobre la muestra parte de la luz es dispersada elásticamente (mantiene la misma longitud de onda que el haz que incide) mientras que otra pequeña parte es absorbida por la materia y la luz se dispersa con frecuencias o longitudes de onda diferentes (inelásticamente). Cada elemento tiene su propio espectro.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la composición química y estructural de componentes orgánicos e inorgánicos de los pigmentos, aglutinantes y cargas</li> <li>- Determinar su naturaleza o si sufren algún tipo de alteración.</li> </ul>   |
| <p><b>Espectroscopía de Infrarrojos por Transformada de Fourier (FTIR)</b></p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con toma de muestra.</li> <li>- No destructiva</li> </ul> | <p>Técnica espectroscópica de absorción molecular. La muestra absorbe la radiación electromagnética incidida y provoca la vibración de las moléculas que pasan de estado fundamental a estado excitado. Como resultado se obtiene un espectro IR (dependiendo de la franja, puede ser de Infrarrojo cercano, medio o lejano) que muestra bandas características de las distintas asociaciones químicas (grupos funcionales), debidas a modificaciones en los estados vibracionales. El espectro IR estudia los distintos grupos funcionales que hay en la muestra (análisis cualitativo, donde compara el resultado con otros espectros de referencia) y también el % que hay de ese elemento (análisis cuantitativo).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar los grupos funcionales y estructuras de los materiales que componen la muestra.</li> <li>- Evaluar el grado de deterioro de un material, si presenta alteraciones.</li> </ul>   |

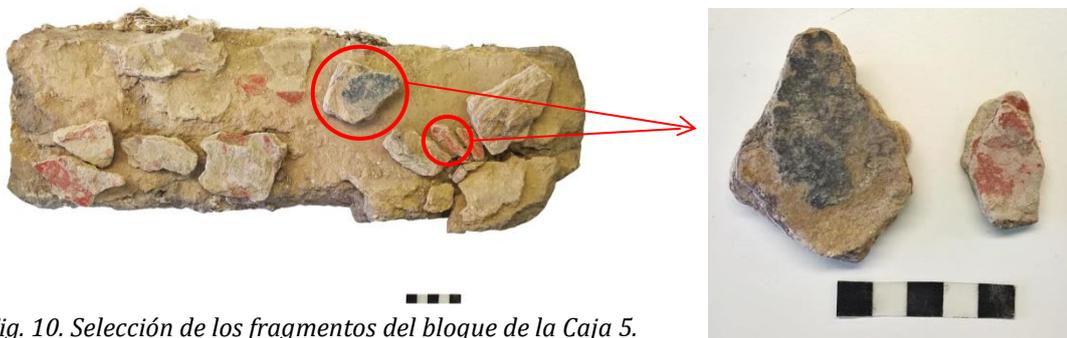
|                                    |  |   |   |
|------------------------------------|--|---|---|
| <b>Difracción de Rayos X (DRX)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con toma de muestra</li> <li>- Destructiva</li> </ul> | <p>El método de difracción se basa en la capacidad que tienen los cristales que componen una sustancia de dispersar la radiación X al hacer incidir sobre los átomos de la misma un haz de RX. Como cada material tiene una estructura cristalina diferente, cada difractograma da el resultado correspondiente a dicho material, de manera que a partir del difractograma se puede determinar la naturaleza de una sustancia cristalina.</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar la naturaleza de una sustancia cristalina que componga la muestra (por ejemplo, en el caso de los morteros de las pinturas)</li> </ul>   |
| <b>Cromatografía de gases (CG)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con toma de muestra</li> <li>- Destructiva</li> </ul> | <p>La cromatografía es una técnica analítica que fracciona o separa los diferentes componentes volátiles de una mezcla. Los componentes de las muestras se distribuyen entre dos fases: una fase estacionaria fija – donde se retiene de manera selectiva cada elemento – y una fase móvil. En el caso de la cromatografía de gases, la fase móvil es un gas inerte, y la fase estacionaria un sólido (o un líquido retenido por un sólido). Como resultado de las pruebas, se obtiene un cromatograma: es la señal que produce el detector cuando llegan las fracciones de la muestra.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar la naturaleza de aglutinantes y colorantes que puedan tener las pinturas. Como por ejemplo: ácidos grasos (aceites y ceras), aminoácidos (proteínas), gomas vegetales (tragacanto, arábica), azúcares (almidones), etc.</li> <li>- Determinar el grado de envejecimiento de los materiales.</li> </ul> |

*Tabla 1. Tabla que recoge los tipos de técnicas físicas de examen y análisis y sus aplicaciones en Pintura Mural*

## **5.2. Análisis de los pigmentos y morteros de los arranques del Yacimiento de Cuéllar.**

Para completar el estudio de los fragmentos de pintura del Yacimiento de Cuéllar, se decidió llevar a cabo algunos análisis que nos dieran información sobre la naturaleza de las capas de preparación y los pigmentos empleados. Puesto que todos los bloques arrancados con trazas pictóricas se encontraban fragmentados y con bastantes restos exentos del conjunto, se decidió tomar algunas muestras para analizarlas.

Así pues, en primer lugar se procedió a la elección de los fragmentos que iban a ser estudiados [Fig. 10] y las técnicas de análisis que podíamos realizar. Las muestras fueron finalmente analizadas con Microscopía Electrónica de Barrido (MEB o SEM).



*Fig. 10. Selección de los fragmentos del bloque de la Caja 5.*

### **5.2.1. Preparación de las muestras.**

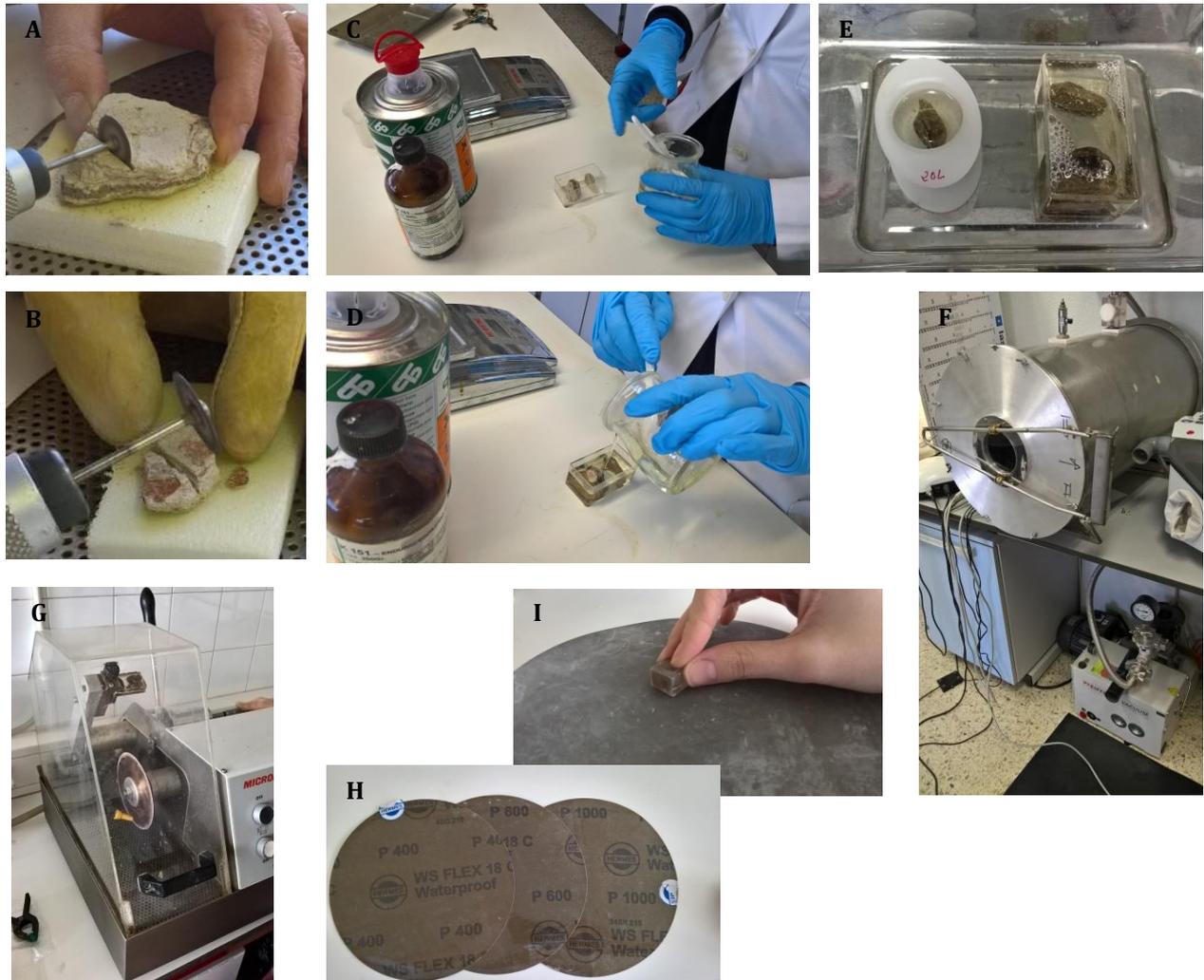
Tras la toma de muestras, éstas deben ser preparadas: en primer lugar, reduciendo el tamaño de las mismas para que quepan en los porta-muestras. Debido a la pulverulencia y falta de compactación de los restos de pintura seleccionados, han tenido que ser seccionados con una máquina Micromotor Dremel® con un disco de corte diamantado, siendo muy difícil hacer los cortes de reducido tamaño puesto que se deshacían. Una vez cortados los fragmentos, se han colocado en los porta-muestras – en los que se ha aplicado un desmoldeante para evitar que la resina se adhiera al recipiente – y se han embutido con una resina epoxídica bicomponente. La resina empleada ha sido Epo-150 con endurecedor K-151. Esta resina líquida transparente, de baja viscosidad presenta una buena resistencia y estabilidad, lo que la hace muy recomendable para la conservación de las muestras una vez preparadas [Fig. 11].

Los porta-muestras ya preparados se depositan en una bandeja lisa y se introducen en una cámara de vacío para intentar extraer la mayor cantidad posible de burbujas. Tras unas 24 horas, se extraen de la cámara una vez que la resina ha curado.

El siguiente paso para la preparación de las muestras, consiste en sacarlas del porta-muestras, cortarlas, lijarlas y pulirlas. La cortadora nos permite realizar cortes transversales de las muestras que nos dejan ver la estratigrafía de cada una de ellas. Finalmente, se pasan las muestras por la pulidora metalográfica y por varias lijas de distinto tamaño de grano (400, 600, 800, 1200, 2500 y paño pulidor). El resultado final

consiste en dejar la superficie de las muestras libre de rayas, para poder observarlas adecuadamente sin alteraciones.

**Resultados.** En primer lugar, como ya se ha mencionado, la dificultad para preparar estas muestras radicaba principalmente en conseguir que no se desmenuzaran o desintegraran nada más manipularlas durante el corte. La solución habría sido aplicar un producto consolidante para fijar las muestras, pero dichos productos son registrados en los análisis, falseando así el resultado de los mismos. Como consecuencia, esto nos llevó a preparar unas muestras muy grandes (en torno a un 1 - 1,5 cm.). Por otro lado, debido a la gran porosidad del material, durante el proceso de curado de la resina, ésta penetró dentro de las muestras, llegando incluso a desintegrar algunas. Este fenómeno se vio agravado por la acción de la cámara de vacío, que no llegó a eliminar las burbujas (siendo éste el motivo por el que se decidió introducirlas en dicha cámara). Por lo tanto, nos hemos encontrado con unas muestras de gran tamaño, con restos de resina en el interior del material, con burbujas, e incluso una de ellas con la muestra deshecha. Sin embargo, tras el proceso de pulido, se han conseguido ver correctamente los cortes estratigráficos.



*Fig. 11. Imágenes A y B. Cortando con el Micromotor Dremel® los fragmentos de mural. Imágenes C y D. Muestras colocadas en los porta-muestras, y siendo embutidas con la resina epoxídica. Imágenes E y F. Muestras ya preparadas, listas para introducirlas en la cámara de vacío. Imágenes G, H, I. Proceso de lijado.*

### 5.2.2. Análisis con Microscopía Electrónica de Barrido.



Fig. 12. Imágenes de las muestras PMC\_1 y PMC\_2 de las caras A (izq.) y la cara B (drcha.)

En las imágenes superiores [Fig. 12] se presentan las muestras preparadas en dos de sus caras, para poder estudiar la estratigrafía que ambas presentan, identificadas – sin cierta dificultad – en las imágenes inferiores [Figs. 13A y B, 14A y B].

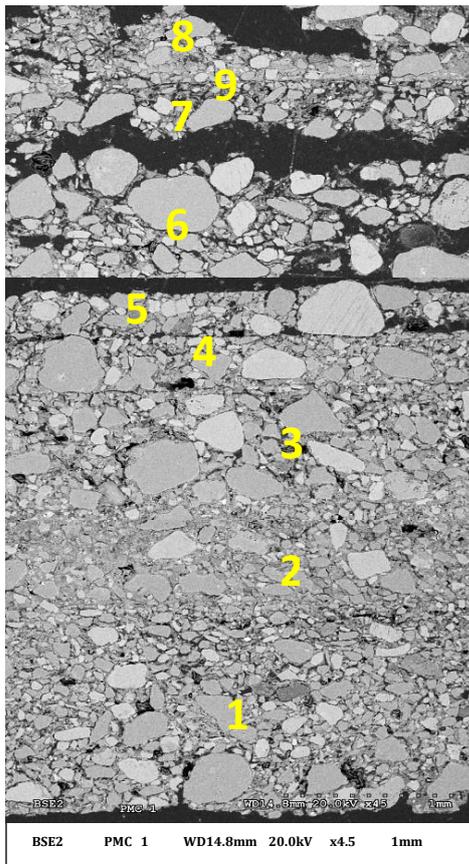


Figs. 13A y B. Imágenes de las muestras PMC\_1, cara A (izq.) y cara B (dcha.)



Figs. 14A y B. Imágenes de las muestras PMC\_2, cara A (izq.) y cara B (dcha.)

**Análisis y resultados de la muestra 1 (PMC 1).**



Figs. 15A y B. Arriba, imagen de la muestra 1 (PMC\_1) con la delimitación del área que se ha analizado en SEM. A la izquierda, la imagen del área seleccionada a través del SEM con la referencia numérica y posición de los puntos donde se han realizado los análisis.

Se puede comprobar en esta imagen la dificultad que entraña diferenciar los distintos estratos de la muestra.

Sobre esta muestra (PMC\_1) [Figs. 15A y B] se han realizado 9 medidas o análisis cuyos resultados se han registrado en 9 gráficas y espectros – que pueden consultarse en el *Anexo II*. El resumen general de los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos, quedan recogidos, a continuación, en la siguiente tabla – que indica el %atómico de los elementos de Sodio, Magnesio, Aluminio, Silicio, Potasio, Calcio y Hierro de cada análisis – y en el gráfico [Gráfico 1]. El análisis de SEM no registra compuestos orgánicos, por lo tanto la presencia de algún microorganismo, aglutinante o tinte de origen orgánico natural, no se van a ver en los espectros (aunque sí podrían diferenciarse en las imágenes, pese a no conocer su naturaleza). En el caso de esta muestra, no se han distinguido a simple vista compuestos orgánicos.

| % Atómico | Na K | Mg K | Al K  | Si K  | K K   | Ca K  | Fe K |
|-----------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|
| PMC1_1    |      | 2.38 | 9.09  | 72.94 | 6.64  | 8.95  |      |
| PMC1_2    |      | 3.04 | 7.74  | 68.13 | 2.93  | 16.67 | 1.49 |
| PMC1_3    | 1.09 | 2.21 | 7.87  | 72.77 | 4.98  | 10    | 1.09 |
| PMC1_4    | 1.32 | 0.99 | 7.18  | 79.3  | 5.73  | 4.88  | 0.6  |
| PMC1_5    | 2.2  | 2.08 | 11.72 | 63.99 | 10.27 | 9.04  | 0.71 |
| PMC1_6    | 1.92 | 1.24 | 7.42  | 81.78 | 3.08  | 3.72  | 0.85 |
| PMC1_7    |      | 2.42 | 11.07 | 71.82 | 6.4   | 7.22  | 1.07 |
| PMC1_8    | 1.64 | 2.75 | 13.28 | 60.9  | 6.95  | 13.04 | 1.43 |
| PMC1_9    |      | 9.33 | 14.72 | 51.33 | 4.15  | 13.5  | 6.96 |

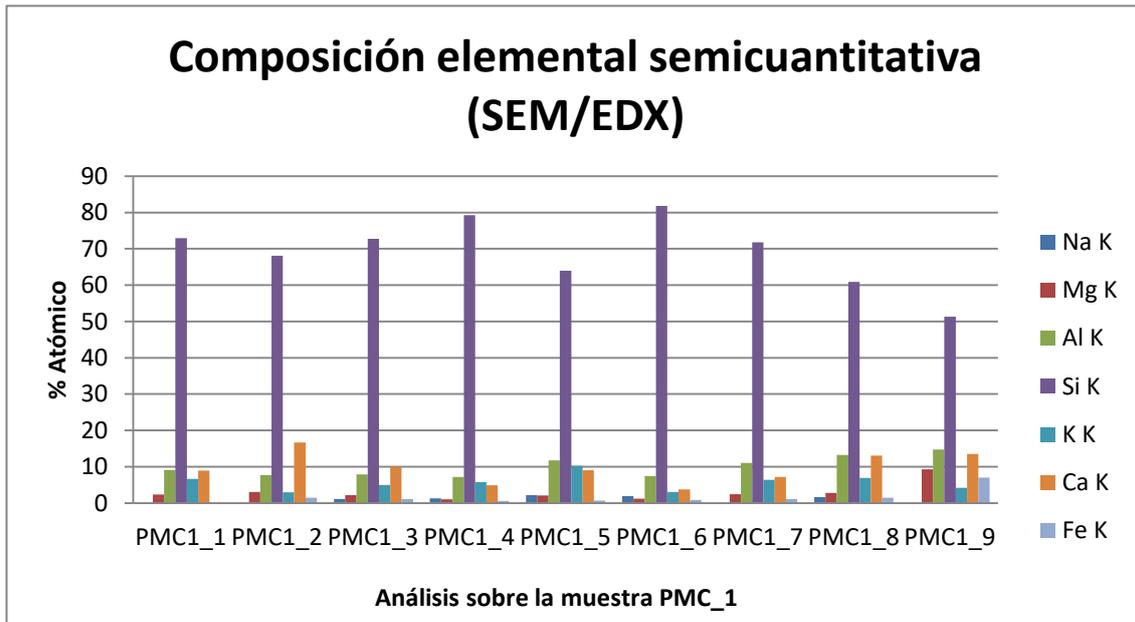


Gráfico 1. Comparación de resultados de los análisis de la muestra PMC\_1

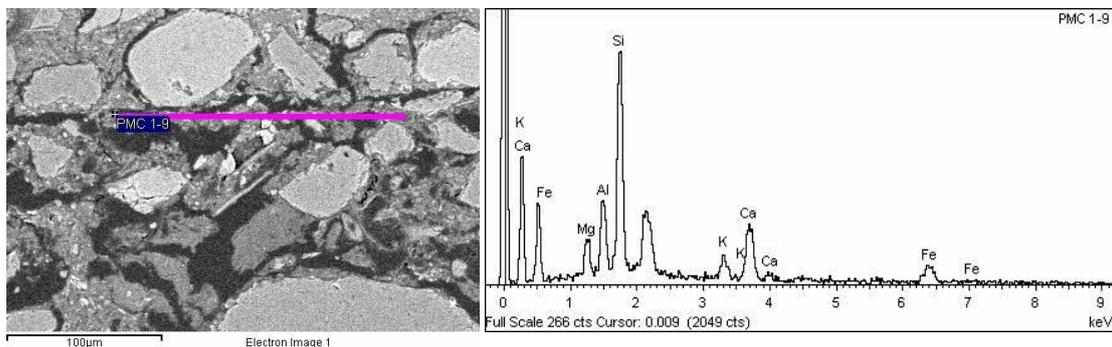
En base a los porcentajes obtenidos, la interpretación de los resultados es la siguiente:

#### Los diferentes estratos de preparación (análisis desde PMC\_1-1 hasta PMC\_1-8)

- Los análisis presentan los mismos elementos, salvo el **Na** que aparece en algunos análisis, a bajo porcentaje (en torno 1,09-1,64%).
- El elemento más abundante es el **Si** (60-80%), probablemente en su mayoría en forma de cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), por ello los estratos con los granos de mayor tamaño presentan mayor contenido en Si (como la muestra PMC\_1- 6, PMC\_1-1 o OMC\_1-4), aunque también puede hallarse como aluminosilicato, formando parte de compuestos de arcillas.
- El siguiente elemento es el **Al** (en torno al 7-13%) lo que atestigua la presencia de aluminosilicatos y por tanto de material arcilloso.
- Destaca el contenido en **K** (variable desde el 3-10%), probablemente en forma de micas (compuesto común en las tierras arcillosas).
- El contenido en **Mg** parece ser parecido en todos los estratos (entre el 1 y 3%).
- El contenido en **Ca** es también variable: los análisis 2 y 8 presentan los mayores porcentajes (>10% atómico, las capas con mayor proporción de matriz sobre la que se embeben los granos). Los análisis 1,3, 5, 7 presentan un contenido en torno al 7-10%, y el 4 y 6 apenas un 4-5%. Pero en general el contenido en Ca es bajo como para suponer el uso de un mortero calcáreo. Más bien podríamos interpretar la presencia de cal utilizada para aglutinar el mortero de naturaleza silíceo.
- Finalmente, a excepción del estrato 1, todos presentan **Fe** como elemento minoritario (en torno al 1%), común en tierras arcillosas.

Estrato de la capa pictórica (análisis PMC\_1-9) [Fig. 31]

- Contiene un porcentaje mayor de **Fe** con respecto a los estratos de preparación (en torno al 7%). Corresponderían a óxidos y/o oxihidróxidos de hierro (tierras rojas y ocres)
- Presenta un contenido alto de **Al** (14,7%), lo que correspondería a compuestos de arcillas.
- Contiene una menor proporción de **Si** que las capas de preparación (50%).
- También presenta un contenido en **Ca** mayor que en las capas de preparación (13,5%). Con esto, se puede suponer que también ha sido mezclado con algo de cal para su aplicación, pero no es tan significativo como para determinar una técnica pictórica al fresco.



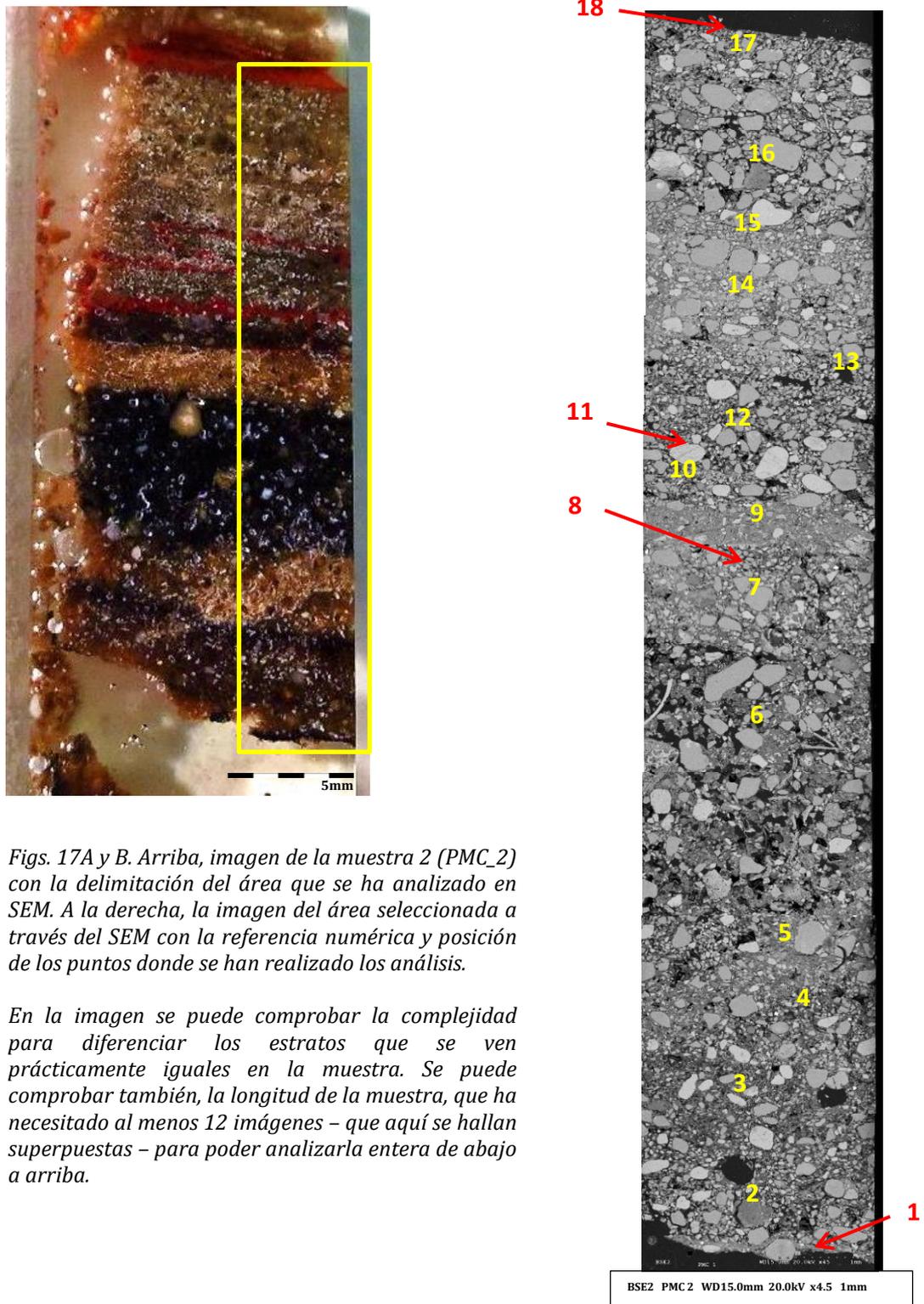
PMC\_1-4 (9)

PMC\_1: Pintura Mural Cuéllar, muestra 1  
4: Fotografía número 4  
(9): Análisis número 9

Fig. 16. La imagen y el espectro corresponden al análisis realizado sobre la muestra PMC\_1, en la zona donde se encuentran trazas de pigmento de la capa pictórica.

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 2.94  | 0.7568    | 7.18    | 0.95    | 9.33    |
| Al K    | 5.36  | 0.7893    | 12.58   | 1.06    | 14.72   |
| Si K    | 18.71 | 0.7587    | 45.65   | 1.67    | 51.33   |
| K K     | 2.51  | 0.9017    | 5.14    | 0.93    | 4.15    |
| Ca K    | 8.06  | 0.8697    | 17.13   | 1.24    | 13.50   |
| Fe K    | 5.58  | 0.8380    | 12.31   | 1.59    | 6.96    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

**Análisis y resultados de la muestra 1 (PMC 2).**



Figs. 17A y B. Arriba, imagen de la muestra 2 (PMC\_2) con la delimitación del área que se ha analizado en SEM. A la derecha, la imagen del área seleccionada a través del SEM con la referencia numérica y posición de los puntos donde se han realizado los análisis.

En la imagen se puede comprobar la complejidad para diferenciar los estratos que se ven prácticamente iguales en la muestra. Se puede comprobar también, la longitud de la muestra, que ha necesitado al menos 12 imágenes – que aquí se hallan superpuestas – para poder analizarla entera de abajo a arriba.

Sobre esta muestra (PMC\_2) [Figs. 17A y B] se han realizado un total de 18 medidas o análisis cuyos resultados se han registrado en sus correspondientes gráficas y espectros – que pueden consultarse en el Anexo II. Como en el caso de la muestra PMC\_1, los resultados de los análisis de esta muestra se han comparado en una tabla y en un gráfico de barras [Gráfico 2 (A y B)].

| % Atómico | Na K | Mg K | Al K  | Si K  | K K  | Ca K  | Ti K | Fe K  |
|-----------|------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|
| PMC2_1    |      | 2.03 | 22.88 | 59.89 | 6.84 | 4.88  |      | 3.48  |
| PMC2_2    |      | 3.71 | 10.73 | 68.4  | 5.56 | 10.08 |      | 1.52  |
| PMC2_3    | 3.29 | 1.95 | 11.4  | 61.13 | 4.01 | 16.74 |      | 1.49  |
| PMC2_4    | 1.43 | 1.84 | 10.94 | 66.74 | 4.31 | 13.71 |      | 1.03  |
| PMC2_5    | 1.99 | 1.87 | 20.29 | 65.89 | 5.81 | 2.4   |      | 1.75  |
| PMC2_6    |      | 3.51 | 7.65  | 66.45 | 3.48 | 17.62 |      | 1.29  |
| PMC2_7    |      | 4.41 | 8.77  | 63.18 | 4.53 | 18.2  |      | 0.92  |
| PMC2_8    |      |      | 12.45 | 35.09 |      | 23.95 |      | 28.5  |
| PMC2_9    |      | 4.13 | 6.6   | 28.01 | 2.95 | 58.31 |      |       |
| PMC2_10   | 2.19 | 4.05 | 15.15 | 58.87 | 5.7  | 9.5   | 1.77 | 2.76  |
| PMC2_11   |      |      | 9.95  | 58.6  | 2.33 | 4.31  |      | 24.82 |
| PMC2_12   | 1.71 | 1.5  | 8.34  | 75.54 | 6.42 | 5.77  |      | 0.71  |
| PMC2_13   | 2.63 | 1.69 | 7.86  | 75.32 | 1.15 | 9.75  |      | 1.6   |
| PMC2_14   |      | 2.6  | 9.88  | 71.79 | 3.74 | 11.99 |      |       |
| PMC2_15   | 4.97 | 2.72 | 14.75 | 60.94 | 2.44 | 12.76 |      | 1.42  |
| PMC2_16   |      | 2.3  | 4.72  | 76.91 | 2.28 | 13.14 |      | 0.65  |
| PMC2_17   |      | 1.34 | 6.28  | 81.34 | 3.2  | 6.72  |      | 1.11  |
| PMC2_18   |      | 3.75 | 12.77 | 47.24 | 2.86 | 5.53  | 3.34 | 24.5  |

#### Los diferentes estratos de preparación (análisis 2-7, 9-10,12-17)

- La composición a nivel cualitativo es similar entre todas las capas con: Si, Al, K, Ca y Mg.
- El **Na** aparece en algunas capas como elemento minoritario (1,99- 4,97%).
- El **Si** es el elemento más abundante en todas ellos (en torno 59-81%), salvo en el análisis 9 (donde el Ca, probablemente carbonato, es el elemento mayoritario). Este silicio se halla posiblemente en forma de cuarzos (los granos de mayor tamaño en las imágenes) o en la composición de aluminosilicatos.
- El **Al** aparece en porcentaje variable (5-20%) señalando la presencia de arcillas en proporción cambiante según el estrato. Por ejemplo, los análisis 5, 10 y 15 señalan estratos con una matriz arcillosa notable.
- El contenido en **K** es relativamente constante a lo largo de la estratigrafía (en torno al 4-6% con algunas excepciones, como el 1% en el análisis 13 ó el 2% en el 16). Este elemento corresponde a minerales micáceos.
- El porcentaje de **Mg** en los estratos (1,3-4,4%) se encuentra como elemento minoritario, pudiéndose hallar en compuestos micáceos (arcillas) o en forma de carbonatos.
- El contenido en **Ca** es relativamente bajo (2,4-18,2 %) lo que señala que los morteros empleados en los estratos preparatorios son mayoritariamente de naturaleza silíceo y no carbonatada, a excepción del análisis 9 que parece indicar el empleo de un mortero de naturaleza mixta silíceo-carbonatada. En general, el contenido en Ca es bajo como para suponer el uso de un mortero calcáreo. Más bien parece que se añadía un poco de cal para aglutinar el mortero.
- El **Fe** aparece como elemento minoritario en casi todos los análisis (en torno al 1-2%) excepto en el análisis 8, justo el mortero más carbonatado. El Fe es un componente común en las tierras arcillosas.
- También se detecta **Ti** en varios los análisis (el 10 y el 18), probablemente como impureza asociado a los compuestos de hierro.

**Estratos de capa pictórica rojiza (análisis 8, 11 y 18)**

- Es notable el contenido en **Fe** (25-28%), lo que apunta al empleo de tierras rojas como pigmentos compuestas por óxidos y/u oxidróxidos de hierro.
- Presenta alto contenido de **Al** (>10%) lo que viene a indicar la presencia de arcillas.
- Encontramos menor proporción de **Si** que las capas de preparación (35-59%).
- Los porcentajes de **Ca** son desiguales (4-5% en los análisis 11 y 18 capas más superiores; y 24% en el análisis 8, correspondiente a una capa pictórica roja situada más abajo en la estratigrafía). No obstante el contenido de Ca es muy bajo como para suponer una aplicación del pigmento a modo de pintura al fresco.
- Se detecta **Ti** en el análisis 18, probablemente en forma de óxido y asociado a los compuestos del hierro.

**Estratos posible capa pictórica negra (análisis 1)**

- La no detección de **P** y la baja proporción de **Ca** (4,88%) descartan el uso de negro de hueso calcinado: éste se halla compuesto fundamentalmente por fosfato cálcico. Por tanto se podría hipotetizar con el uso de un negro de carbono (que al ser orgánico, no se queda registrado en los análisis).
- Destaca el porcentaje relativamente alto de **Al** (23%) lo que apunta al añadido de arcilla para la aplicación del pigmento.
- Las cantidades de **Mg, K, Ca** y **Fe** son poco significativas.

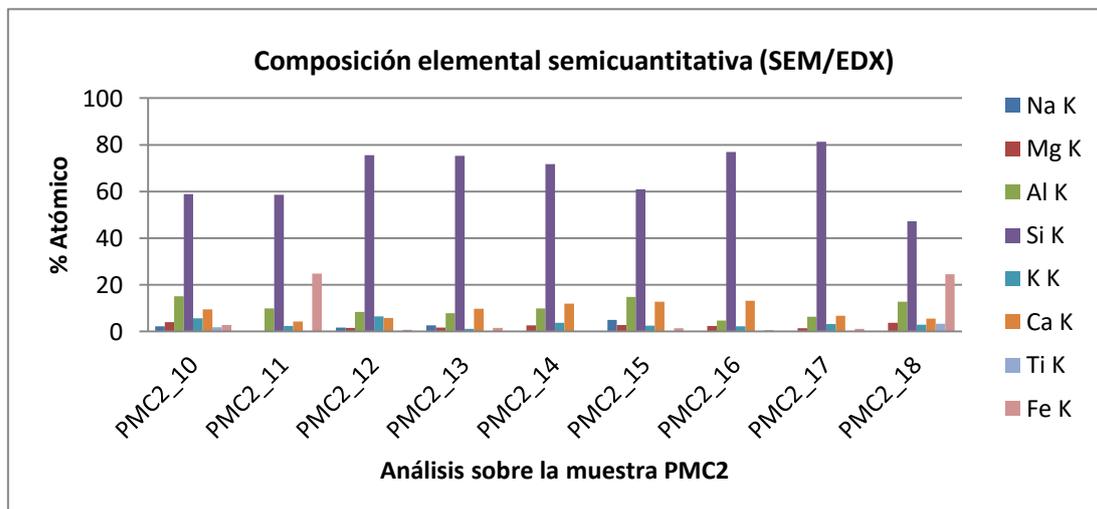
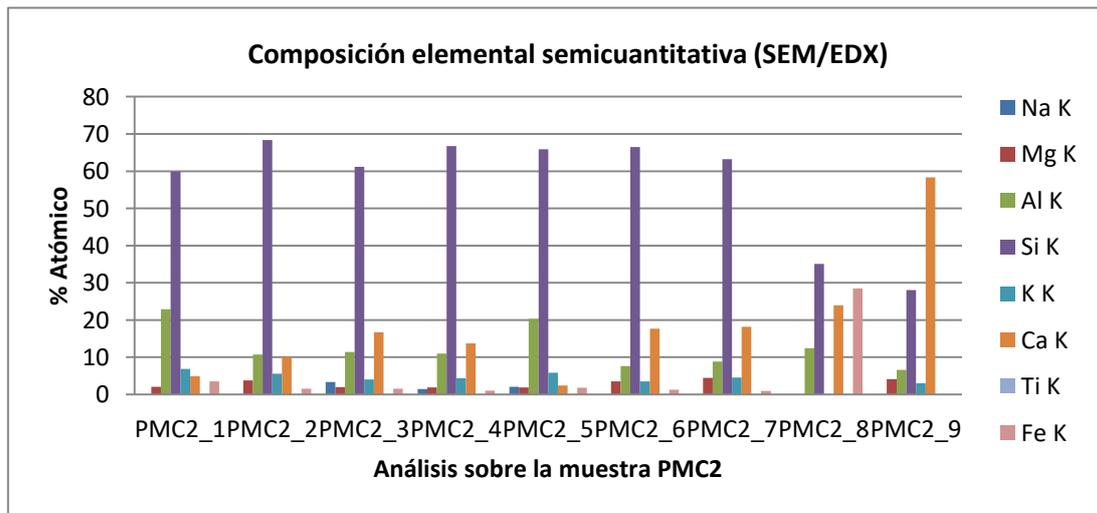


Gráfico 2(A y B). Comparación de resultados de los análisis de la muestra PMC\_2

## 6. Factores de alteración y Estado de conservación.

Los fragmentos del zócalo del Poblado II de la Plaza del Castillo del Yacimiento de Cuéllar que aquí estudiamos presentan una serie de alteraciones que determinan el estado de conservación en que se encuentran. Los agentes de deterioro y las alteraciones que de ellos derivan pueden ser aislados, aunque normalmente son fruto de la combinación de varios factores: **factores intrínsecos** (aquellos que tienen que ver con la composición propia de los materiales constituyentes, de ahí la importancia de conocer su naturaleza); factores **ambientales** (como serían los factores hidráulicos, térmicos, la composición del aire, la acción de las sales, el efecto de la luz, el viento, entre otros); factores **biológicos** (la acción de los microorganismos, musgos, hongos, algas, líquenes, plantas superiores, especies de invertebrados como los insectos, arácnidos, etc. y animales vertebrados); y los factores **antrópicos** (dentro de los que se pueden encontrar factores de uso, de incompatibilidad de materiales, vandalismo, intervenciones anteriores, etc.).

Es importante matizar que las alteraciones que presentan los arranques murales de Cuéllar son el resultado de la suma de: los deterioros que adquirieron *in situ* en el momento de su uso; durante su enterramiento en épocas posteriores; en época actual durante los trabajos de excavación y extracción de los restos murales; los trabajos de manipulación y transporte de los mismos y las alteraciones adquiridas en el emplazamiento actual. Es decir, la suma de las alteraciones producidas antes, durante y después del momento presente en que se están estudiando. El hecho de modificar el espacio físico donde se encontraban originariamente y el cambio de las condiciones atmosféricas de temperatura, humedad y presión, son también agravantes del estado de conservación que presentan.

### 6.1. Factores intrínsecos.

Los denominados factores intrínsecos son aquellos que tienen que ver con la naturaleza propia de los materiales constituyentes de los fragmentos murales. Es decir, la composición química, la composición mineralógica y petrográfica, tanto de los morteros como de los pigmentos que componen los arranques. Conociendo los factores inherentes a la naturaleza de los materiales se pueden comprender el origen de algunas de las alteraciones que presentan.

#### 6.1.1. Composición química.

Conocer la naturaleza química de los compuestos constituyentes es primordial de cara a explicar el desarrollo de ciertas alteraciones. Por ejemplo, las calizas, de carácter básico, reaccionan negativamente con el medio ambiente de carácter normalmente ácido, generando sales. Los compuestos silíceos, sin embargo, que poseen un carácter más ácido, reaccionan con los álcalis dando lugar a expansiones del material.

Compuestos de minerales de hierro, al hidrolizar las sales ferrosas aumentan de volumen y rompen los materiales, produciendo así disyunciones o rupturas. La composición química de algunos pigmentos se ve alterada debido a reacciones químicas que afectan en gran medida a su aspecto estético. Por ejemplo, la oxidación del ión ferroso a férrico

(proceso de oxidación-reducción) provoca la cromatización del pigmento; o pigmentos a base de sulfuros reaccionan con compuestos a base de plomo y cobre originando costras sulfurosas de aspecto negruzco (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005, p. 225).

### **6.1.2. Composición mineralógica y petrográfica.**

La composición de varios tipos de minerales (tanto en los morteros como en la capa pictórica) en las pinturas murales provoca que no todos los materiales actúen de la misma manera. Características como la porosidad<sup>6</sup>, la granulometría (es decir, el tamaño, tipo y disposición intergranular), la compactación o el grado de cementación, pueden intervenir en procesos de formación como: cavidades, poros, oclusiones, vetas, desprendimientos, etc. (ALCALDE MORENO, et al., 1990).

## **6.2. Factores ambientales.**

Aunque ya se ha venido comentando en la introducción de este apartado, cabe reseñar de nuevo que las alteraciones que se presentan en la pintura mural no son producto de factores intrínsecos o extrínsecos aislados, sino que son derivados de la combinación de varios de ellos. Dentro de los factores ambientales, el agua (en todas sus formas y a través de todo tipo de vías) es el elemento potenciador y precursor de muchas alteraciones.

### **6.2.1. Factores hidráulicos.**

Dependiendo de donde provenga o de las condiciones en que se origine la humedad, ésta se puede clasificar en distintos tipos (MORA, et al., 2003):

- Por capilaridad (succión capilar) → humedad procedente del suelo. Posiblemente, puesto que los fragmentos recuperados del Yacimiento vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar pertenecen a un zócalo, por capilaridad es la vía de difusión de la humedad más probable.
- Por infiltración → humedad filtrada a través de fisuras, fracturas o grietas de los techos o de los muros.
- Por condensación
- Por la presencia de materiales higroscópicos externos o internos.
- Por la humedad relativa del ambiente.
- Por ósmosis → por diferente concentración de sales (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005, p. 281)

Los mecanismos o medios físico-químicos a través de los cuales la humedad y el agua se manifiestan, pueden ser (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005); hidratación (los minerales más higroscópicos aumentan su volumen, aumentando así la presión en el interior de los poros

---

<sup>6</sup> Los materiales que componen las pinturas murales (especialmente, los morteros) son normalmente materiales de elevada porosidad. La interconexión de los poros y el volumen de los mismos determinan las propiedades físico-químicas del movimiento del agua (líquida o en forma de vapor de agua) dentro del material, que condiciona aspectos como la permeabilidad o la formación de sales.

de los materiales); disolución; imbibición (capacidad de retener el agua, como en el caso de las arcillas); catalizador de reacciones químicas; procesos de oxidación-reducción; cambios de presión (el agua se infiltra por las grietas en el interior de los capilares del material, y a temperaturas muy bajas este agua se congela, aumentando su volumen y provocando su fractura – este fenómeno es conocido como gelifracción o crioclastia).

Derivadas de la humedad las pinturas murales pueden presentar pues, indicadores de alteración como: incrustaciones, eflorescencias/criptoeflorescencias, concreciones, exfoliación, arenización, pulverulencia, cavernas, combamientos, hinchamientos, alveolización, entre otras muchas alteraciones.

### 6.2.2. Factores térmicos.

Bien como factor aislado pero, en la mayoría de los casos, combinado con la humedad, los factores térmicos también son causa de alteración de las pinturas. El grado de porosidad de los materiales y las oscilaciones de temperatura determinarán en buena medida la acción de los factores térmicos. Se podría establecer la siguiente distinción:

- **Temperatura** → temperaturas extremas (tanto altas como bajas) provocan la variación de coeficientes de dilatación ( $\alpha$ ) de los materiales constitutivos (MARTÍNEZ GARCÍA-OTERO, (2001)). Las variaciones de volumen experimentadas provocan tensiones mecánicas – por la variación de presión – que pueden derivar en fracturas, fisuras, disgregaciones, deformaciones, entre otras alteraciones.
- **Fuentes de calor directo** → La luz directa – bien natural o artificial – y el fuego, son consideradas fuentes de calor que inciden de manera directa sobre la pintura mural. Pueden provocar la desnaturalización de los pigmentos: no solo cambian su composición química sino también la apariencia cromática (por ejemplo la luz solar directa puede volver la capa pictórica más pálida, mientras que el fuego puede tornar las pinturas a un aspecto negruzco).

Indicadores visibles del efecto de los factores térmicos pueden ser: fracturas, fisuras, agrietamiento, combamiento, disgregación, deformaciones, cromatización, entre otras.

### 6.2.3. Composición del aire y contaminantes atmosféricos.

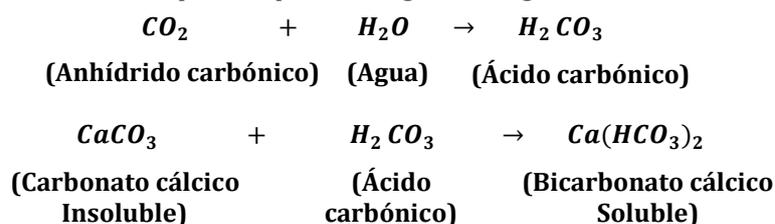
El aire – independientemente de tener compuestos gaseosos contaminantes – contiene dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y amoníaco natural (NH<sub>3</sub>). El primero influye en el proceso de solubilización de las calizas, y el segundo, ejerce una acción catalítica (es decir, que aumenta la velocidad en una reacción química) y modifica el pH.

Por otro lado, dentro de la composición del aire, también se encuentran compuestos que ejercen una acción mucho más nociva y que, en gran medida, son el producto derivado de la actividad antrópica: éstos son los denominados contaminantes atmosféricos. Bien de naturaleza gaseosa o bien sólida (aerosoles, compuestos orgánicos volátiles...), los más relevantes son:

- a) Anhídrido sulfuroso o dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) → por sí solo, no resulta tan perjudicial como en presencia de agua, ya que pasa a convertirse en anhídrido sulfúrico que ataca a las piedras calizas generando costras superficiales de yeso (costra de sulfín). Se generan en gran cantidad por la actividad industrial por la combustión de algunos minerales como el carbón y los hidrocarburos.
- b) Anhídrido carbónico o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) → este compuesto, al reaccionar con el agua, genera el ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) perjudicial para las pinturas. Por otro lado, este nuevo compuesto, unido con el carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>) propio de los materiales constituyentes de las pinturas, produce bicarbonato (Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), soluble (a diferencia del carbonato cálcico) con la posibilidad de migrar, gracias a la humedad, hacia el interior de las pinturas (ALCALDE MORENO, et al., 1990) y (GARCÍA FORTES & FLOS TRAVIESO, 2008)<sup>7</sup>. Esto puede provocar de nuevo el proceso de carbonatación de las pinturas. Como consecuencia, se pueden generar costras de calcín en la superficie pictórica, o generarse (ya en capas más interiores) problemas de tensión y disgregaciones.
- c) Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) → los compuestos óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) intervienen en reacciones fotoquímicas. En la atmósfera, al reaccionar con el agua da lugar al ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>). La reacción entre el carbonato cálcico de las pinturas y este ácido nítrico tiene como consecuencia, la formación de nitratos (muy solubles) que pueden tornar las pinturas muy pulverulentas.
- d) Amoníaco → generado por acción biológica por la descomposición de compuestos orgánicos y por la emisión de gases de plantas de tratamiento de residuos urbanos. A parte de la acción catalítica y aumentar el pH (anteriormente mencionados) también interviene en la oxidación del SO<sub>2</sub> y la formación de sales.
- e) Gases orgánicos o compuestos orgánicos volátiles (COVs) y aerosoles → partículas sólidas o líquidas en suspensión presentes en el aire, como el polvo o productos de combustión (de origen industrial o cenizas derivadas de incendios forestales), participan en conjunto con el resto de compuestos atmosféricos de nitrógeno, carbono y azufre, generando otros compuestos químicamente perjudiciales. Éstos compuestos que se disuelven en agua atmosférica como iones, actúan en forma de disoluciones ácidas, generando los ya mencionados ácidos sulfúrico, nítrico y carbónico.

---

<sup>7</sup> De manera gráfica, la reacción química que tiene lugar es la siguiente:



Puede consultarse en (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005, p. 260)

En definitiva, los elementos presentes en el aire y en la atmósfera, tanto naturales como compuestos contaminantes, generan: la formación de costras (sulfín, calcín), cromatización o ennegrecimiento de las pinturas; arenización, pulverización y cancerización.

#### **6.2.4. Viento.**

El viento propicia acciones de tipo mecánico. Es una vía de transporte de sustancias sólidas que provocan erosión y corrosión<sup>8</sup> de los materiales – en ambientes próximos al mar, por ejemplo, el viento transporta las sales. En relación con las sales, el viento participa en el proceso de evaporación de las soluciones acuosas donde se encuentran las sales, favoreciendo su cristalización. En materiales ya disgregados, provoca su desprendimiento.

Otros indicadores visuales derivados de la acción del viento son: alveolización, picado o formación de cavernas.

#### **6.2.5. Sales. Migración y cristalización.**

Los mecanismos a través de los cuales las sales se manifiestan vienen condicionados por la presencia de humedad y las partículas atmosféricas. En el primer caso, la humedad mediante infiltración o capilaridad arrastra a través de la porosidad del material las sales en forma de solución acuosa, haciendo que migren y cristalicen en el interior (criptoflorescencias); mientras que las partículas atmosféricas provocan la acumulación, fijado y cristalización de las sales en superficie (eflorescencias). El viento y la temperatura también influyen en los procesos de cristalización de las sales: en presencia de viento o al aumentar la temperatura, el proceso de evaporación – que favorece la saturación de las sales de las soluciones acuosas – es más rápido y suele producirse antes en la superficie pictórica que en el interior de los morteros. La combinación de varios factores ambientales puede provocar, también, la solubilización y recristalización de algunas sales generando unos cambios físicos que debilitan los materiales.

Otro mecanismo de alteración son las tensiones que se generan dentro de los poros o intersticios de los materiales al incrementar su volumen cuando cristalizan las sales.

También, se atribuye a la acción metabólica de algunos microorganismos (desechos, excrementos) la producción de nitratos (nitrato de amonio).

Los elementos principales que participan en la formación de sales son el sodio, potasio, calcio, magnesio, hierro y amoníaco, y pueden reaccionar con sulfatos, carbonatos, nitratos/nitritos y cloruros.

- a) Sulfatos → su origen es variado: por un lado, en ambientes próximos al mar, el viento transporta sulfatos de magnesio y de sodio; por otro lado, la presencia de

---

<sup>8</sup> El proceso de *corrosión* lo define Manuel Alcalde Moreno (2007) como: “erosión que implica eliminación de materia como resultado de la acción mecánica de partículas sólidas transportadas por el viento y que se manifiesta en un redondeamiento de las formas”.

partículas atmosféricas contaminantes en el aire – el  $\text{SO}_2$  y  $\text{SO}_3$ , reaccionan con el  $\text{CO}_2$  y el agua, generando ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) que ataca gravemente al carbonato de calcio de los muros, transformándolo en sulfato cálcico –; también puede tener un origen biológico, si bien algunos microorganismos son capaces de metabolizar compuestos de azufre. Son las sales más peligrosas, debido a su solubilidad. Este hecho condiciona el grado de hidratación de las sales, que cristalizan de manera variable. El diferente grado de hidratación conlleva, a su vez, que cada una de las sales adquiera un volumen específico, generando de manera desigual problemas de tensión y de presión dentro de los poros de los materiales. Los problemas de pérdida de material (disgregación, desagregación, descohesión, etc.) en este caso son mucho más importantes. (MORA, et al., 2003, p. 235)

- b) Carbonatos → el carbonato cálcico ( $\text{CaCO}_3$ ) es insoluble en agua. Sin embargo, puede solubilizarse en presencia del anhídrido carbónico del aire y el agua contenida en los muros. Estos dos componentes, reaccionan formando el ácido carbónico, que junto con el carbonato cálcico generan bicarbonato cálcico soluble (proceso anteriormente explicado en el apartado 6.2.3.). Esta reacción se produce cuando las condiciones ambientales de temperatura y humedad son estables. Cuando los morteros pierden la humedad, el agua evapora desde el interior del material hacia el exterior arrastrando consigo tanto sales como bicarbonato. Como consecuencia, en la capa pictórica se generan unas costras de calcín, mientras que en el interior de los morteros se pierde parte de carbonato cálcico (GARCÍA FORTES & FLOS TRAVIESO, 2008).
- c) Nitritos y nitratos → los nitritos son menos comunes de encontrar puesto que derivan mediante su oxidación en nitratos. En cualquier caso, estas sales son fáciles de eliminar debido a su solubilidad en agua, y suelen generarse en terrenos agrícolas, por infiltraciones de aguas sucias o por la presencia de partículas contaminantes de óxidos de nitrógeno, combinados con el agua (que dan lugar a los ácidos nitroso y nítrico).
- d) Cloruros → de sodio o de magnesio, proceden principalmente del mar, aunque también pueden formar parte de la composición de los materiales empleados en los morteros o la capa pictórica. Son sales muy solubles, capaces de absorber y retener la humedad, aspecto bastante perjudicial en superficies porosas.

De manera general, los indicadores de alteración provocados por la presencia de sales son: depósitos superficiales de eflorescencias (velos blanquecinos), costras (carbonataciones), concreciones, disgregación, pérdida de cohesión, pulverulencia, alveolización, cancerización, corrosión, exfoliación, fracturas, fisuras, entre otros indicadores (ALCALDE MORENO, et al., 1990).

### **6.3. Factores biológicos**

Dentro de los denominados factores biológicos, los grupos causantes de las alteraciones son: microorganismos (bacterias, algas, hongos, líquenes, musgos), plantas superiores, organismos invertebrados (insectos, arácnidos, etc.) y organismos vertebrados (animales roedores, aves, etc.).

La aparición de colonias biológicas se desarrolla a partir de una humedad relativa en el ambiente superior al 65% (combinados con factores térmicos y la presencia de CO<sub>2</sub>) y los mecanismos a través de los cuales se manifiestan suelen ser bastante evidentes. Entre ellos, se destacan:

- a) Cambios químicos → ciertas bacterias quimioautótrofas aerobias (es decir, que se alimentan de compuestos inorgánicos) generan materia orgánica que sirve de alimento para organismos heterótrofos, como los hongos o los líquenes. Por otro lado, como se ha comentado anteriormente, algunos microorganismos transforman el anhídrido sulfuroso en sulfatos mediante el proceso de oxidación, o transforman el amoníaco en ácidos nitroso y nítrico (ALCALDE MORENO, et al., 1990).

Como resultado de los procesos metabólicos durante su digestión, los microorganismos liberan ácidos inorgánicos (en el caso de organismos vertebrados, como las aves, los excrementos que éstas generan, liberan ácido fórmico y nítrico); otros microorganismos, en cambio, liberan compuestos de carácter básico (amoníaco, carbonato de sodio) que modifican el pH aumentándolo.

Con respecto a los pigmentos, algunas especies de hongos, son capaces de producir pigmentos orgánicos (verdes, violetas o negros), así como las algas producen pátinas verdosas y los actinomicetos eflorescencias blanquecinas (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005, pp. 318-319). Se ha comprobado que la presencia de éstos últimos genera pátinas pulverulentas, manchas coloreadas dispersas y la degradación de las capas pictóricas (MONTES ESTELLÉS, et al., 2006, p. 500)

- b) Cambios físicos → derivados de la acción mecánica del crecimiento de las raíces (en el caso de las plantas superiores) o las hifas de los musgos y líquenes. El desarrollo de los organismos provoca la pérdida de material, fragmentación, disgregación, formación de grietas, fisuras y fracturas, etc. y en el caso de las plantas, propicia la acumulación de humedad – que después desencadena daños de carácter químico.
- c) Cambios en la apariencia estética → en relación con los cambios físicos, la aparición de poblaciones biológicas conlleva un cambio en el aspecto estético de las pinturas, puesto que se genera una capa biológica o biopátina que impide visualizar los motivos de las pinturas. Los indicadores más evidentes son manchas o puntos.

De manera general, los indicadores que nos podemos encontrar a causa de factores biológicos son: depósitos superficiales, manchas, moteados, disgregaciones, desagregaciones, fisuras, fracturas, descohesiones, picados, velos blanquecinos,

biopátinas, etc. (si bien se puede contemplar de manera esquemática en la siguiente tabla [Tabla 2])

CUADRO I: BIOINDICADORES VISUALES

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| BACTERIAS AUTOTROFAS            | COSTRAS NEGRAS<br>PATINAS NEGRAS<br>EXFOLIACION<br>PULVERIZACION                                   |
| BACTERIAS HETEROTROFAS          | COSTRAS NEGRAS<br>PATINAS NEGRAS<br>EXFOLIACION<br>CAMBIO CROMATICO<br>MANCHAS                     |
| ACTINOMICETOS                   | PATINAS BLANQUECINAS<br>POLVO BLANCO-GRISACEO<br>EFLORESCENCIAS BLANCAS                            |
| ALGAS                           | PATINAS DE COLOR<br>ESCAMAS<br>POLVO ROSA-AMARILLO Y BLANCO<br>PUEDEN PROVOCAR<br>DESPRENDIMIENTOS |
| CIANOBACTERIAS                  | PATINAS DE COLOR<br>POLVO ROSA-AMARILLO Y BLANCO<br>MANCHAS  |
| HONGOS                          | PERDIDA DE COHESION<br>DESPRENDIMIENTOS<br>EXFOLIACION<br>CORROSION<br>PITTING                     |
| LIQUENES                        | INCRUSTACIONES<br>CORROSION SUPERFICIAL<br>DISGREGACION  |
| MUSGOS                          | DISGREGACION   |
| PLANTAS INFERIORES Y SUPERIORES | FRACTURA<br>DESPRENDIMIENTOS   |
| ANIMALES                        | CORROSION<br>ORIFICIOS<br>RAYADOS  |

Tabla 2. (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005, p. 321)

#### 6.4. Factores antrópicos

Podemos considerar como factor antrópico los trabajos de excavación y los procesos de arranque de las pinturas murales de un yacimiento. En el momento en que se inicia una excavación y comienzan a descubrirse las pinturas, éstas poco a poco van perdiendo el equilibrio ambiental al que estaban sometidas: no solamente a las condiciones de temperatura, humedad, HR, luz, etc. sino también las condiciones de presión por haber permanecido durante mucho tiempo enterradas (GONZÁLEZ PASCUAL, 2009).

Tras haber sido excavadas, las pinturas pasan a estar expuestas a condiciones medioambientales externas. Primero comienza un proceso de secado, que posteriormente activa los procesos de cristalización de sales desde el interior de los muros (o suelos) hacia el exterior. No solo se presentan las eflorescencias salinas como indicadores de alteración, sino que el secado de las pinturas conlleva también la aparición de fracturas, fisuras, disgregaciones de los materiales, etc.

Por otro lado, si las pinturas no solamente son excavadas, sino que son extraídas del propio yacimiento, los daños que las pinturas puedan llegar a sufrir se incrementan al añadir los factores de transporte y manipulación de los arranques desde su lugar de origen hasta su destino final. Las pinturas se ven sometidas a un estrés físico considerable.

Dentro de la mala manipulación – tanto en pinturas murales *in situ* como en aquellas que han sido arrancadas – se encuentra también la mala praxis en cuanto a los procesos de intervención. La inadecuada elección y/o ejecución de los trabajos de conservación y restauración han incrementado problemas ya presentes – pongamos como ejemplo el caso de las pinturas de las Cuevas Lascaux, que fueron intervenidas para tratar el ataque

fúngico y los tratamientos propuestos ocasionaron el desarrollo de nuevas colonias de microorganismos (MARTÍN SÁNCHEZ, (2012)) – provocado, incluso, daños irreparables.

## 6.5. Estado de conservación de los arranques del Yacimiento de Cuéllar.

El estado de conservación que presentan los cuatro fragmentos de pintura mural del Yacimiento de Cuéllar aquí estudiados es bastante homogéneo: presenta en general una falta de compactación y solidez estructural, así como una capa pictórica en estado pulverulento. Si bien a continuación en las tablas de las alteraciones y, más adelante, con los mapas de daños, se va a especificar y detallar el estado de conservación, como apuntes generales, se ha podido comprobar que:

- El estado de los morteros o capas de preparación → presenta una falta de cohesión muy significativa. Quizás al cambio en las condiciones ambientales entre el yacimiento y el emplazamiento actual (descenso notable del grado de humedad) ha provocado el secado de los morteros y, en consecuencia, éstos han perdido compactación entre ellos.

- El estado de la capa pictórica → o de las capas pictóricas, puesto que se evidencian de manera muy notable la superposición de estratos “mortero-pigmento” por las constantes operaciones de repinte para mejorar el aspecto de las pinturas. Los pigmentos, en general en todas las capas, están poco adheridos a las capas de preparación – lo que hace pensar que las pinturas no tenían o ya no conservan aglutinantes o ligantes que facilitarían la adhesión de los pigmentos.

Los detalles más puntuales del estado de conservación están definidos en las tablas y mapas de daños que vienen a continuación. Algunas de ellas son ilustrativas, de alteraciones que suelen presentarse en las pinturas murales. Aquellas que sí se presentan en los fragmentos de Cuéllar, vienen marcados con una “X” en el lado derecho de las tablas.

| INDICADORES VISUALES DE ALTERACIÓN  |                          |                             |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <b>Términos genéricos</b>           |                          |                             |
| Alteración                          | Alteración atmosférica   | Corrosión                   |
| Alteración diferencial              | Meteorización            | Descomposición              |
| Degradación                         | Alteración antropogénica | Decoherión                  |
| Ruina                               | Alteración de conjuntos  | Bioalteración               |
| <b>Modificaciones superficiales</b> |                          |                             |
| ALTERACIÓN CROMÁTICA                | COSTRAS                  | DEPÓSITOS                   |
| Cromatización                       | Costra                   | Depósito superficial        |
| Limonitización                      | Calcín                   | Concreción                  |
| Tinción                             | Sulfín                   | Incrustación                |
| Moteado                             | Biocostra                | Eflorescencia               |
| Pátina                              |                          | Subflorescencia             |
| Patinatura                          |                          | Criptoflorescencia          |
| <b>Eliminación de materia</b>       |                          |                             |
| <i>CON FORMACIÓN DE HUECOS</i>      |                          |                             |
| ACCIONES MECÁNICAS EXTERNAS         | ACCIONES FISICOQUÍMICAS  | VARIAS ACCIONES SIMULTÁNEAS |
| Excoriación                         | Cavernas                 | Cancerización               |
| Estríado                            | Alveolización            |                             |
| Acanalación                         | Picado                   |                             |
| Vermiculación                       | Excavación               |                             |
| <i>SIN FORMACIÓN DE HUECOS</i>      |                          |                             |
| ACCIONES MECÁNICAS                  |                          | DECOHESIONES                |
| Erosión                             |                          | Desagregación               |
| Corrosión                           |                          | Disgregación                |
| Abrasión                            |                          | Arenización                 |
|                                     |                          | Pulverización               |
| <b>Deformaciones</b>                | <b>Rupturas</b>          | <b>Disyunciones</b>         |
| Hinchamiento                        | Fracturación             | Separación de placas        |
| Combamiento                         | Fisuración               | Exfoliación                 |
| Ampollas                            | Fragmentación            | Descamación                 |
|                                     |                          | Separación de películas     |

*Tabla 3. Términos sistematizados para designar indicadores de alteración. Disponible en: (ALCALDE MORENO, et al., 1990, p. 24) y en (ALCALDE MORENO, 2007, pp. 16-17)*

| TABLA 4. ESTADO DE CONSERVACIÓN_PINTURA MURAL YACIMIENTO DE CUÉLLAR (PMC)   |   |   |
|---|---|---|
| MODIFICACIONES SUPERFICIALES  |   |   |
| <p>Son todas aquellas alteraciones que se manifiestan en la superficie de las pinturas, modificando su apariencia externa. Dentro de las modificaciones superficiales pueden considerarse: alteraciones cromáticas (acumulación de suciedad superficial, cromatización, limonitización, tinción, manchas o moteados, pátina/patinatura), formación de costras (sulfín, calcín o carbonataciones) y depósitos superficiales (concreciones, incrustaciones, velos blanquecinos o eflorescencias salinas, subflorescencias o criptoeflorescencias salinas); y alteración biológica – que no sólo afecta superficialmente (de tipo microscópico: bacterias, hongos, musgos, algas, líquenes; y macroscópico: plantas superiores, detritus de insectos, acción animal, etc.)</p> |   |   |
| <p><b>Alteración cromática</b><br/>Modificación físico-química de la(s) capa(s) pictórica(s). Los cambios cromáticos pueden deberse a: decoloración de las superficies (por el lavado o lixiviación de los materiales), cercos de humedad; limonitización (manchas de aspecto amarillento por la oxidación de óxidos de hierro en limonita); o tinción (por la corrosión de materiales de Fe o Cu).</p>   | <p><b>Suciedad superficial</b> → modificación superficial debida a la deposición o acumulación de polvo, cenizas u otras partículas atmosféricas. [Fig. 18]</p>   | X   |
|   | <p><b>Pátina/patinatura</b> → alteración superficial general que se produce de manera natural o artificial (patinatura) por el envejecimiento de los materiales de las pinturas. Se pueden distinguir las llamadas pátinas ferruginosas (de aspecto ocre negruzco, en presencia de materiales – como las arcillas – en base hierro) o pátinas de oxalato (de aspecto anaranjado-marrón debido al oxalato cálcico) [Fig. 19]</p> |   |
|   | <p><b>Manchas/moteado</b> → alteración cromática puntual, producida principalmente por acción biológica. [Fig. 20]</p>  | X   |
|  <p>Fig. 18. Aspecto grisáceo por la suciedad superficial general en el bloque de la Caja 4, de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía: noviembre 2016)</p>   |  <p>Fig. 19. Pátina ferruginosa (por la presencia de hongos) sobre pintura mural de Sacro Monte (Varallo Sesia, Novara). (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005).</p>  |  <p>Fig. 20. Manchas negras sobre la roca caliza afectando a las pinturas de la Cueva de Lascaux (detalle de los cuernos de la Gran Vaca Negra de la Nave (e), en marzo del 2008). (MARTÍN SÁNCHEZ, (2012))</p> |

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Costras y depósitos</b></p> <p>La formación de costras se considera como una transformación físico-química o mineralógica del propio material mural de manera total o parcial. Los depósitos son una adherencia y acumulación de material externo sobre la superficie mural.</p> | <p><b>Costras</b> (<i>costra negra, sulfín, calcín</i>) → formación de cortezas que se adhieren a las pinturas de diversa naturaleza: costras negras se desarrollan en medios urbanos debidos a la contaminación atmosférica, costras insolubles de yeso (sulfín) costras de carbonatación (calcín) [Fig. 21].</p> |  |
|  | <p><b>Concreciones</b> → o incrustaciones, masa de material externo al mural que se presenta en forma de depósitos compactos, duros y adherentes.</p>  |  |
|  | <p><b>Velos blanquecinos/eflorescencias salinas</b> → presencia superficial de depósitos cristalinos de color blancuzco producidos por los procesos de migración, evaporación y cristalización de soluciones salinas [Figs. 22 y 23].</p>  |  |
|  | <p><b>Subeflorescencias/criptoeflorescencias</b> → formación de depósitos de sales que se encuentran en el interior del material (criptoeflorescencias) o justo debajo de la capa pictórica superficial (subeflorescencias) y que se aprecian cuando la capa pictórica se ha perdido.</p>                          |  |
|  <p>Fig. 21. Costra negra en una escultura en caliza en la Catedral de Naumburg, Alemania. (ICOMOS-ISCS, 2011)</p>   |  <p>Fig. 22. Acción de las eflorescencias salinas, levantado la capa pictórica de la fachada de la Iglesia de San Lorenzo (Sevilla). (FERRER MORALES, 1998)</p>   |  <p>Fig. 23. Veladuras carbonatadas (junto con ataque biológico), pinturas de Altamira. (VV.AA. (Dirección científica: Gáel de Guichen), 2014)</p> |
| <p><b>Alteración biológica</b></p> <p>Todas aquellas alteraciones o indicadores de alteración producidos por la acción biológica. Por ejemplo, biocostras, bioexfoliación, bioeflorescencias, biopátinas,</p>  | <p><b>Microscópica</b> (<i>bacterias, hongos, algas, líquenes, musgos</i>) → modificaciones superficiales de carácter químico o físico, a consecuencia de la acción de colonias de bacterias, hongos, algas, líquenes o musgos [Fig. 24].</p>  |  |
|  | <p><b>Macroscópica</b> (<i>plantas superiores, detritus de insectos, acción animal</i>) → alteraciones de carácter mecánico-físico y químico, producidas por la presencia de plantas superiores (herbáceas, árboles) y la</p>  | X  |

|  |  |                                     |
|--|--|-------------------------------------|
| <p>biodisgregación, etc.</p>   | <p>acción directa e indirecta de insectos o animales (detritus de insectos, formación de nidos, guano otros excrementos animales, etc.) [Fig. 25]</p>  |                                     |
|  <p>Fig. 24. Crecimiento de actinomicetos (de aspecto blancuzco) sobre los frescos de una tumba en la Necrópolis Etrusca de Tarquinia, (Lacio, Italia) (ROMÁN SÁNCHEZ, 2005).</p> |  <p>Fig. 25. Detalle de restos biológicos de arácnidos entre la estopa y escayola del bloque de la caja 2, de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)</p>  |                                     |
| <p><b>Otros</b></p>  | <p><b>Craquelado</b> → alteración que afecta exclusivamente a la capa pictórica, se presenta como un cuarteado de la película pictórica (al óleo o al temple, principalmente) [Fig. 26].</p> <p><b>Desdibujamiento de la capa pictórica</b> → pérdida de las formas y detalles de la película pictórica por falta de compactación de los pigmentos (bien sea por la pérdida de aglutinante, por envejecimiento natural de los pigmentos, entre otros) [Fig. 27]</p> <p><b>Alteraciones antrópicas</b> → todas aquellas modificaciones de carácter negativo que han sido producidas a causa de la acción antrópica: vandalismo, graffitis, repintes, intervenciones anteriores erróneas, etc.</p> <p><b>Intervenciones anteriores</b> → aquellas intervenciones de conservación y restauración llevadas a cabo con anterioridad al momento actual (en este caso, las labores de excavación y arranque de las pinturas) [Fig. 28].</p> | <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> <p>X</p> |

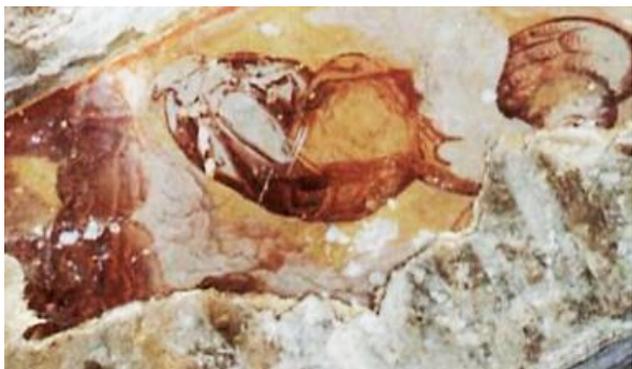


Fig. 26. Craquelado de la capa pictórica al temple, de las pinturas del Claustro mudéjar de los Baños de la Reina Mora, Sevilla. (FERRER MORALES, 1998)



Fig. 27. Ejemplo del desdibujamiento de los motivos decorativos de la capa pictórica del bloque de la caja 3 de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)



Fig. 28. Restos de color verde de la herramienta empleada para la extracción de los arranques murales (bloque de la caja 2 del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)

| <b>TABLA 5. ESTADO DE CONSERVACIÓN_PINTURA MURAL YACIMIENTO DE CUÉLLAR (PMC)</b>   |   |
|--|---|
| <b>DESPRENDIMIENTOS/PÉRDIDA DE MATERIA</b>   |   |
| Todas aquellas alteraciones o indicadores de alteración que muestran la eliminación tanto de las capas de mortero como de capa pictórica de las pinturas murales. Son la consecuencia de acciones mecánicas y físico-químicas, y se pueden manifestar como la pérdida de cohesión total o parcial de los materiales. |   |
| <b>Disgregación/desagregación</b> → desprendimiento de gránulos o cristales de los morteros y capa pictórica, por descohesión interna o superficial del material [Fig. 29].  | X |
| <b>Arenización</b> → pérdida de cohesión intergranular muy avanzada (que se da principalmente en materiales de naturaleza arenisca o granítica) en el que los gránulos disgregados tienen el tamaño de granos de arena (entre 0,06 y 2 mm) [Figs. 30 y 33].  | X |
| <b>Granulación</b> → descohesión del material mediante la pérdida de granos de mayor tamaño.   | X |
| <b>Pulverulencia</b> → tipo de disgregación o desagregación intergranular de partículas muy finas (polvo) [Figs. 30 y 33].   | X |
| <b>Picado</b> → eliminación de materia mediante la formación de cavidades puntiformes no interconectadas de muy pequeño tamaño. También, como causa de alteración a trópica, se pueden encontrar picados en las superficies pictóricas como método de agarre de capas de mortero posteriores [Fig. 32].              |   |

|   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>Alveolización</b> → pérdida de materia mediante la formación de cavidades (alveolos), retículas o depresiones conectadas entre sí, de tamaño variable [Fig. 34].</p>  |  |   |
| <p><b>Erosión/corrasión</b> → eliminación y transporte de materia producida por procesos tanto físicos y químicos (erosión) como mecánicos por la acción del viento (corrasión) que da lugar a una pérdida de superficie por desnivel o redondeamiento de las formas [Fig. 31].</p> | X  |   |
| <p><b>Cavernas</b> → pérdida de materia que da como resultado la formación de cavidades profundas.</p>  |  |   |
|  <p>Fig. 29. Falta de capa pictórica por la disgregación de los pigmentos, del bloque de la caja 3 de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)</p>         |  <p>Fig. 30. Arenización y pulverulencia en el bloque de la caja 2 de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)</p> |  <p>Fig. 31. Fisuras, enlucido erosionado en forma de "picado" provocado por la acción mecánico-química de la sedimentación y presencia también de concreciones carbonatadas, en los restos del suelo pintado del asentamiento de Tell Halula, Siria. (GONZÁLEZ PASCUAL, 1999)</p> |



Fig. 32. Picado antrópico, en las pinturas murales de la Capilla de la Piedad en la Catedral de Ntra. Sra. de Albarracín, Teruel. (IPCE, 2011)



Fig. 33. Arenización, pulverulencia y erosión de los bordes del bloque de la caja 3 de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)



Fig. 34. Alveolización, pinturas de Altamira. (VV.AA. (Dirección científica: G ael de Guichen), 2014)

| <b>TABLA 6. ESTADO DE CONSERVACIÓN_PINTURA MURAL YACIMIENTO DE CUÉLLAR (PMC)</b>  |   |
|--|---|
| <b>ROTURAS</b>   |   |
| Todo tipo de rupturas parciales o totales, que pueden conllevar la pérdida o no del material, mediante la separación de sus estructuras. Su origen suele ser normalmente mecánico.  |   |
| <b>Fracturas</b> → ruptura del material que se produce sin el desplazamiento de las partes pero con continuidad en la grieta [Figs. 35-37].  | X |
| <b>Fisuras</b> → roturas del material que se manifiestan como grietas de menor tamaño que las fracturas (<1mm.) [Figs. 35-37].   | X |
| <b>Fragmentación</b> → rotura que implica la separación total y como consecuencia la formación de fragmentos exentos del mural [Fig. 38].   | X |
| <b>DEFORMACIONES</b>   |   |
| Alteración estructural que se caracteriza por una separación o levantamiento de los materiales internos mostrando una formación convexa en la superficie mural. Es el caso de los hinchamientos, combamiento o pandeo, y la formación de ampollas. |   |
| <b>Hinchamiento</b> → deformación de tipo mecánico que se muestra en forma de curva continua.  |   |
| <b>Abolsamiento</b> → tipo de deformación en forma de pandeo o combamiento [Fig. 39].   |   |

**Ampollas /abultamientos** → deformación superficial que se manifiesta mediante la presencia de abultamientos rellenos de aire.



Fig.35 y 36. Ejemplos de fracturas y fisuras en la capa pictórica y demás estratos, en los bloques de la cajas 3 y 4 de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)



Fig. 37. Fisuras en los estratos de mortero en el bloque de la caja 2 de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía octubre 2016)



Fig. 38. Fragmentos correspondientes al bloque de la caja 5 de los arranques murales del Yacimiento Vacceo de Cuéllar (fotografía noviembre 2016)

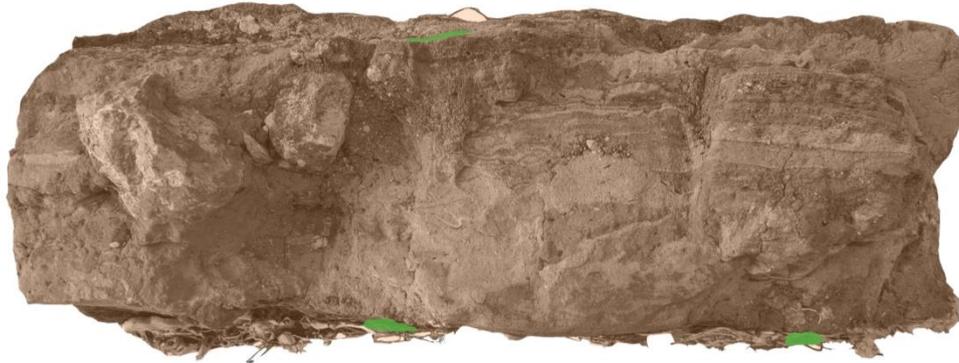


Fig. 39. Abolsamiento y concreciones salinas en la película pictórica de las pinturas murales del S.XVI del Hospital de Santiago en Úbeda (Jaén). (GONZÁLEZ LÓPEZ & BAGLIONI, 1996)

### 6.5.1. Mapas de alteraciones.

#### MAPAS DE ALTERACIONES. Pintura Mural Cuéllar\_Caja 2. (PMC\_C2)

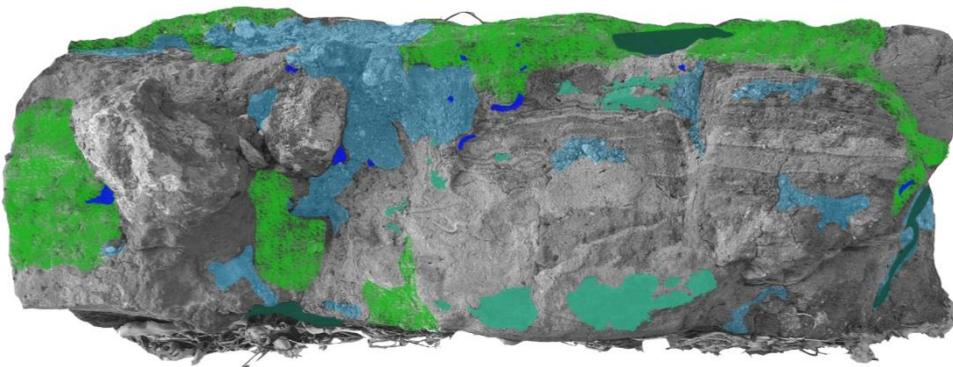
##### Mapa 1. Modificaciones superficiales y alteraciones biológicas.



 Suciedad superficial

 Alt. Biológica macroscópica (raíces, detritus de insectos, restos animales, etc.)

##### Mapa 2. Desprendimiento/Pérdida de materia



 Disgregación

 Arenización

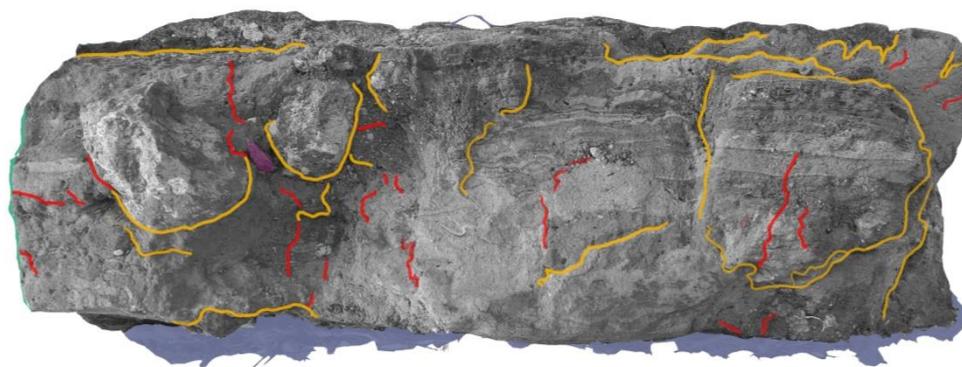
 Alveolización

 Pulverulencia (capa pictórica)

 Cavernas

**MAPAS DE ALTERACIONES. Pintura Mural Cuéllar\_Caja 2. (PMC\_C2)**

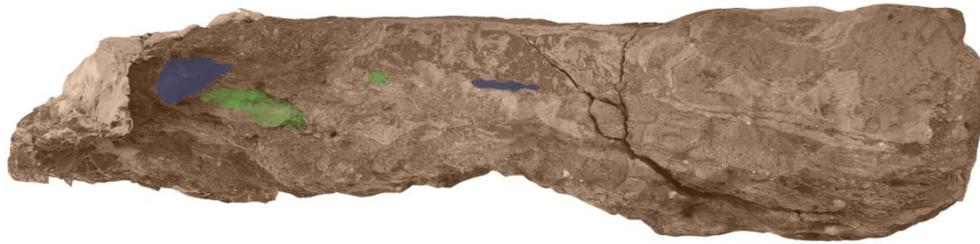
**Mapa 3. Roturas y otros.**



- |   |            |   |  |
|---|------------|---|--|
|  | Fisuras    |  | Alteraciones antrópicas (marcas cizalla) |
|  | Grietas    |  | Intervenciones anteriores (escayola)     |
|  | Fragmentos |   |  |

**MAPAS DE ALTERACIONES. Pintura Mural Cuéllar\_Caja 3. (PMC\_C3)**

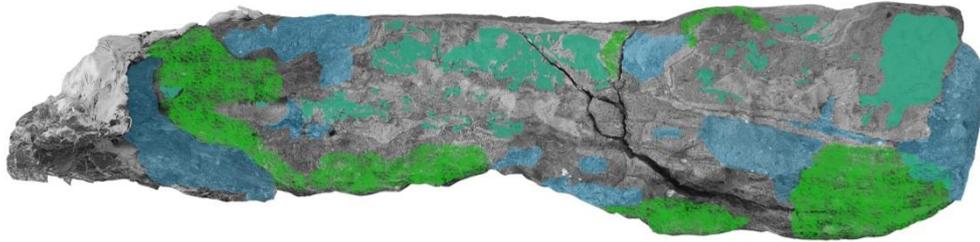
**Mapa 1. Modificaciones superficiales y alteraciones biológicas.**



■ Suciedad superficial  
■ Manchas/moteados

■ Alt. Biológica macroscópica (raíces, detritus de insectos, restos animales, etc.)

**Mapa 2. Desprendimientos/Pérdida de materia**



■ Disgregación  
■ Arenización

■ Pulverulencia (capa pictórica)

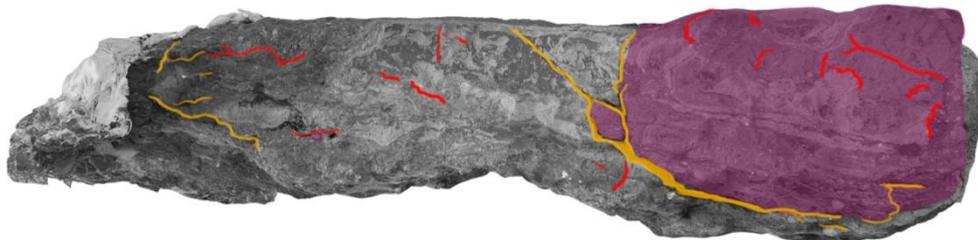
**MAPAS DE ALTERACIONES. Pintura Mural Cuéllar\_Caja 3. (PMC\_C3)**

**Mapa 3.Otros**



-  Alteraciones antrópicas
-  Intervenciones anteriores
-  Desdibujamiento de motivos decorativos

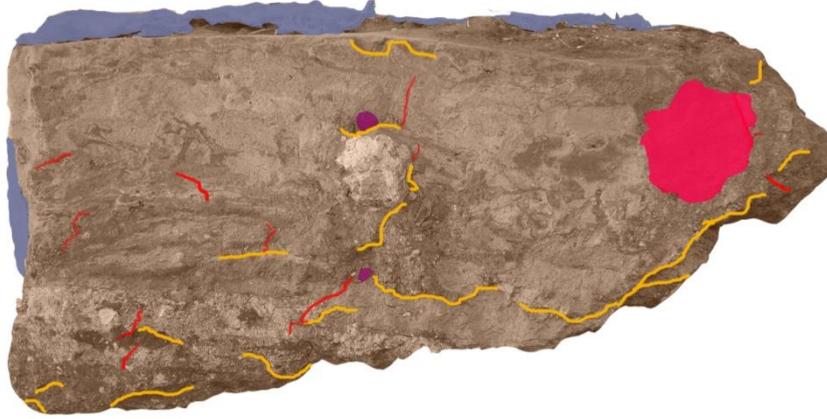
**Mapa 4.Roturas.**



-  Fisuras
-  Grietas
-  Fragmentos

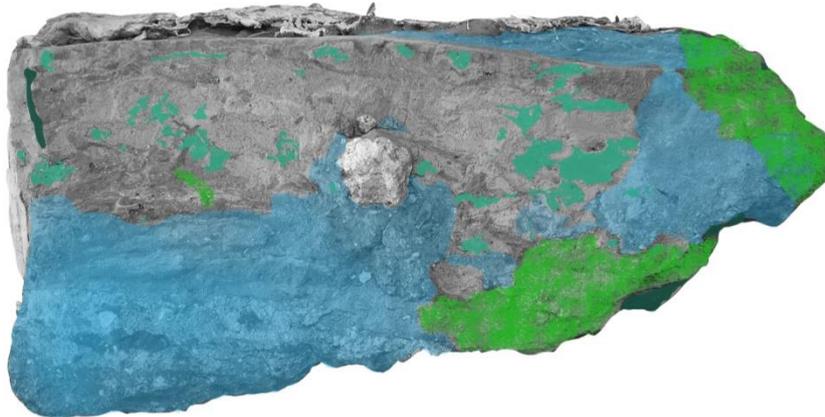
MAPAS DE ALTERACIONES. Pintura Mural Cuéllar\_Caja 4. (PMC\_C4)

Mapa 1. Modificaciones superficiales, roturas y otros



- |  |   |
|--|---|
|  Suciedad superficial |  Intervenciones anteriores |
|  Fisuras              |  Fragmentos                |
|  Grietas             |  Fracturas                |

Mapa 2. Desprendimientos/Pérdida de materia



- |  |   |
|--|---|
|  Disgregación |  Pulverulencia |
|  Arenización  |  Alveolización |

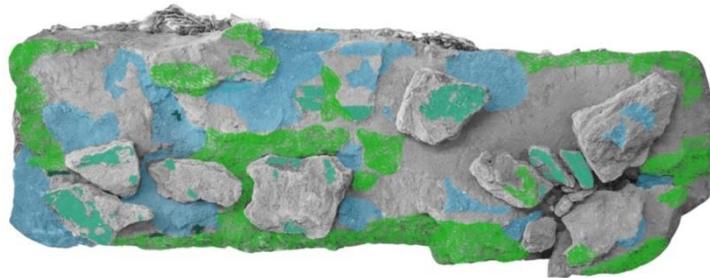
**MAPAS DE ALTERACIONES. Pintura Mural Cuéllar\_Caja 5. (PMC\_C5)**

**Mapa 1. Modificaciones superficiales y alteraciones biológicas.**



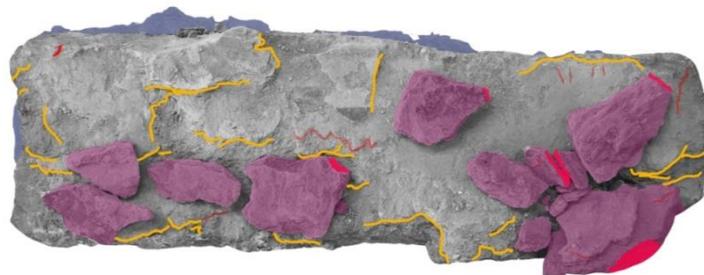
- |  |   |
|--|---|
|  Suciedad superficial |  Alt. Biológica macroscópica (raíces, detritus de insectos, restos animales, etc.) |
|--|---|

**Mapa 2. Desprendimientos/Pérdida de materia**



- |  |  |
|--|--|
|  Disgregación |  Pulverulencia (capa pictórica) |
|  Arenización  |  Alveolización                  |

**Mapa 3. Fracturas y otros**



- |  |  |
|--|--|
|  Fisuras                              |  Fragmentos |
|  Grietas                              |  Fracturas  |
|  Intervenciones anteriores (escayola) |  |

### ***PARTE III. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.***

## **7. Criterios de intervención sobre Patrimonio Arqueológico y Pintura Mural.**

### **7.1. Legislación, cartas y convenios.**

A la hora de llevar a cabo cualquier intervención sobre un bien cultural, se deben tener en cuenta una serie de criterios y directrices atendiendo, por un lado al marco normativo implantado – tanto a nivel internacional, como nacional y regional – y, por otro lado, a las necesidades que la obra a intervenir demande. Desde principios del siglo pasado se vienen organizando reuniones y convenios de los que se han extraído los documentos normativos principales sobre los criterios de intervención en bienes culturales. Resumidamente, todas las Cartas, Convenios y Tratados Internacionales firman llevar a cabo las acciones de conservación, prevención, salvaguardia, restauración y mantenimiento del Patrimonio Cultural.

La primera de ellas fue la *Carta de Atenas* o *Carta para la Restauración de Monumentos Históricos (1931)*, que menciona ya la conservación de hallazgos arqueológicos *in situ*. La *Carta de Venecia* o *Carta Internacional para la Conservación y Restauración de Monumentos (ICOMOS-1964)*; las *Cartas italianas del Restauo de 1972 y 1987*; la *Convención Cultural Europea para la Protección del Patrimonio Arqueológico (Consejo de Europa-1969)* ratificado posteriormente como *Convención Europea para la Protección el Patrimonio Arqueológico de Europa (Consejo de Europa-1992)*; la *Carta para la Protección y Gestión del Patrimonio Cultural Arqueológico (ICOMOS-1990)*; o la *Carta de Cracovia (UNESCO-2000)*, son algunos de los documentos que tratan sobre el Patrimonio Arqueológico.

A nivel nacional, en el marco legal se encuentra la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, el documento legislativo más importante que regla sobre los bienes culturales en España (GONZÁLEZ-VARAS, 2008, pp. 517-522). Asimismo, se encuentran los Reales Decretos y la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional. A nivel regional, se hallan las Leyes de Patrimonio Histórico o Cultural de las Comunidades Autónomas propias (entre las que han sido ya promulgadas están las de Castilla-La Mancha y País Vasco en 1990; Andalucía, 1991; Cataluña, 1993; y Galicia, 1995).

Sin embargo, concretamente de pintura mural el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios Histórico-Artísticos (ICOMOS) promulgó en 2003 el documento *Principios para la Preservación, Conservación y Restauración de Pinturas Murales*. En ella, se destacan los siguientes criterios:

**Artículo 1. Política de protección** → Las intervenciones que se lleven a cabo sobre las pinturas deben estar avaladas y protegidas por la legislación de patrimonio cultural. Puntualiza también en un aspecto relevante sobre el amparo de las pinturas murales frente a proyectos de desarrollo regional. Es decir, tomar medidas de conservación sobre las pinturas e intentar frenar la realización de proyectos que pudieran ocasionar el deterioro o destrucción de las mismas<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Aunque desgraciadamente, esto no ocurrió con nuestros arranques murales de Cuéllar, en cuyo yacimiento fue emplazada una central eléctrica.

**Artículo 2. Investigación** → Como en cualquier intervención de un bien patrimonial, es primordial conocer todos los aspectos que engloban la pintura mural: desde su contexto histórico-artístico, la técnica pictórica llevada a cabo, los materiales empleados, el estado de conservación, la identificación de las alteraciones que presenta, el historial de posibles intervenciones anteriores, etc. Todo ello, nos ayudará a determinar qué necesidades tienen las pinturas y qué tratamientos necesitarán.

**Artículo 3. Documentación** → Ni qué decir, que todo proyecto iniciado en torno a la intervención de las pinturas, deberá ir siempre adecuadamente documentado, de la manera más completa posible: informes, fichas técnicas, documentación fotográfica, planos, gráficos, analíticas, mapas de daños, etc. Todo tipo de documentación antes, durante y después de la intervención, desde la información más técnica inicial, hasta la metodología y tratamientos realizados sobre las pinturas.

**Artículo 4. Conservación Preventiva, Mantenimiento y Gestión del Lugar** → La conservación preventiva abarca toda clase de medidas que protegen y reducen lo máximo posible los procesos de degradación que puedan sufrir las pinturas – bien evitando el avance de las alteraciones ya presentes, bien evitando que se desarrollen otras nuevas – manteniendo la estabilidad y buen estado de conservación de las pinturas. Entre estas medidas están el control medioambiental, llevar a cabo un seguimiento periódico de las pinturas y establecer un plan de mantenimiento de las mismas. Con respecto a la gestión del entorno, una de las principales causas del deterioro de las pinturas murales es la afluencia masiva de visitantes. Por otro lado, en una situación opuesta, cuando los bienes de interés patrimonial no están adecuadamente vigilados son susceptibles de sufrir expolios y otras acciones vandálicas. En definitiva, las pinturas deben estar sometidas a un control de vigilancia.

**Artículo 5. Tratamientos de Conservación y Restauración** → desde un principio, se contemplan los tratamientos de conservación y restauración *in situ*, donde se encuentran emplazadas las pinturas murales dentro de su conjunto arquitectónico. Cualquier intervención deberá velar por la autenticidad de los materiales existentes; se respetará la pátina natural de las pinturas como símbolo del paso del tiempo sobre las mismas; se respetarán asimismo las intervenciones anteriores, consideradas como huellas históricas; los tratamientos deberán ser reversibles, con materiales y métodos científicos ampliamente estudiados y comprobada su eficacia; emplear materiales compatibles con los originales de las pinturas intervenidas; reintegraciones discernibles de la obra original y realizadas sobre materiales que no sean originales; las restituciones de materiales originales deberá ser adecuadamente documentadas; y finalmente, cualquier trabajo debe llevarse a cabo por personal cualificado y solvente.

**Artículo 6. Medidas de Emergencia** → para situaciones urgentes, llevadas a cabo por el personal competente. Aquí entra en juego las intervenciones de arranque y traslado de las pinturas murales: dichas operaciones deben realizarse en casos extremadamente necesarios, donde se ponga en peligro la integridad total de las pinturas y la intervención de tratamientos para conservarlas *in situ* sean inviabil<sup>10</sup>. Deberán plantearse medidas de

---

<sup>10</sup> Este principio viene siendo promulgado ya desde la Carta de Atenas (1964), en concreto en el Artículo 8, que cita: “*Los elementos de escultura, pintura o decoración que son parte integrante del*

conservación preventiva durante el traslado y el futuro almacenaje de los arranques una vez se hayan extraído de los muros.

**Artículo 7. Investigación e información pública** → una parte esencial de estos trabajos es la realización paralela de investigaciones y la difusión de las mismas: desde los descubrimientos en torno al contexto histórico-artístico, como el análisis pormenorizado de las alteraciones que presenta, el análisis y contextualización de los materiales constituyentes de las pinturas, el impacto y resultados de los tratamientos llevados a cabo, etc.

**Artículo 8. Educación y Formación Profesional** → los trabajos de conservación y restauración no pueden realizarse sin un conocimiento y una formación base especializada en dicho campo. Esta profesión requiere una educación y formación profesional concreta, como ya vienen apuntando el Código de Ética del Comité de Conservación del ICOM (1984), la Confederación Europea de Organizaciones de Conservadores y Restauradores (CEOOC) y la Red Europea de Educación en Conservación y Restauración (REECR).

**Artículo 9. Renovación Tradicional** → pese al empleo de técnicas tradicionales, éstas deben llevarse a cabo por profesionales adecuados, no por artesanos o artistas.

**Artículo 10. Cooperación Internacional** → Compartir a nivel nacional como internacional los conocimientos que se hayan ido adquiriendo. Es indudable que la conservación y la restauración es un campo en el que gobierna la interdisciplinariedad, lo cual hace de ésta disciplina un campo muy completo e interesante.

## **7.2. Criterios de intervención generales en cualquier bien cultural.**

De manera resumida, y aunque algunos criterios ya se han mencionado en el caso concreto de las pinturas murales, los puntos básicos que se deben cumplir y respetar de cara a la intervención de un bien arqueológico, han de ser:

- **Respetar la obra original** → Preservando su autenticidad e integridad. En ningún caso, se debe alterar la naturaleza propia de la obra, ni sus materiales constitutivos (CIRUJANO GUTIÉRREZ & LABORDE MARQUEZE, 2001, p. 703). El bien cultural en sí es un documento, una fuente de conocimiento histórico, artístico y científico, y debe mantenerse y conservarse, como tal.

---

*monumento no pueden ser separados de él más que cuando ésta sea la única forma adecuada para asegurar su conservación”.*

Y es que en prácticamente todos los documentos normativos que versan sobre el Patrimonio Cultural Arqueológico, incluyen este criterio: en el Convenio Europeo para la Protección del Patrimonio Arqueológico de La Valetta (1992) lo comenta en el Art. 4, apartado b), y menciona en el c) *“el establecimiento de lugares adecuados para el almacenamiento de restos arqueológicos que hayan sido extraídos de su emplazamiento original”.* También, en la Ley 16/1985 de Patrimonio Histórico Español, en el Art. 18. (MACARRÓN MIGUEL, 2008, p. 190)

- **Compatibilidad y reversibilidad** → A la hora de emplear los productos de restauración (aplicados en los tratamientos de limpieza, consolidación, reintegración, etc.) éstos deben ser compatibles con los materiales constituyentes de la obra. Deben garantizar también la estabilidad de los bienes tras su aplicación. Por otro lado, las intervenciones realizadas deben cumplir el criterio de reversibilidad, es decir, deben garantizar su fácil eliminación en el caso de que se quiera volver al estado original de la obra.

- **Intervenciones discernibles** → Concretamente para los trabajos de reintegración volumétrica o cromática, el resultado de dichas reintegraciones debe ser visualmente distinguible, de cara a diferenciar los materiales añadidos con respecto a la obra original. En el caso de la reintegración cromática, se podría llevar a cabo con una tinta plana o neutra, o a diferente nivel (GARCÍA FORTES & FLOS TRAVIESO, 2008, p. 139).

## **8. Propuesta de intervención sobre los fragmentos murales del yacimiento de Cuéllar.**

La propuesta de intervención es un planteamiento de los procesos de conservación y restauración que pueden y/o deben aplicarse sobre la pintura mural en base al estado de conservación que ésta presente: bien atendiendo a las alteraciones que ya presenta – es decir, eliminarlas o paliar sus efectos –; o bien evitando la aparición de otras nuevas alteraciones – lo que vendría a ser, la conservación preventiva.

En el caso de los fragmentos murales del Yacimiento de Cuéllar que aquí estudiamos, se ha planteado – y en algunas fases, ejecutado – una propuesta de tratamiento sobre las alteraciones que se evidencian (por ejemplo, los sistemas de limpieza, consolidación estructural y pictórica, la reposición de morteros, realización de un nuevo soporte, entre otras) y sobre algunas alteraciones que, aunque no se ha podido comprobar su presencia, sí son comunes entre las alteraciones en pintura mural y es conveniente anotarlas en caso de su aparición (nos referimos, por ejemplo, a los tratamientos de desalación en el caso de presencia de sales, o a la desinfectación, para paliar el biodeterioro por presencia de microorganismos).

### **8.1. Limpieza.**

Los tratamientos de limpieza están planteados para la eliminación de la suciedad superficial que presentan las pinturas (polvo atmosférico, restos de fibras, detritus de insectos, concreciones de tierra, etc.). En otros casos, también se llevaría a cabo la eliminación de restos biológicos, de eflorescencias salinas (es decir, aquellas que están más superficialmente y su eliminación es sencilla), o de posibles restos añadidos posteriormente de aglutinantes, barnices, gomas, ceras, etc. (MORA, et al., 2003, pp. 365-366) Metodológicamente, la limpieza puede ser de dos tipos:

**A) Limpieza mecánica** → o limpieza en seco, es aquella que se va a realizar mediante el empleo de bisturís, cepillos, pinceles, brochas, hisopos de madera, peras de goma, espatulines, entre otros [Figs. 40 Y 41]. En el caso de que la superficie a tratar esté muy disgregada, y mecánicamente se corra el riesgo de perder material, se plantearía llevar a cabo una consolidación puntual de la capa pictórica (que se explicará más adelante): no puede ser de manera general porque, en tal caso, fijaríamos a la superficie pictórica la suciedad que deseamos eliminar, y porque posteriormente, a la hora de realizar análisis, los productos consolidantes alterarían los resultados de dichos análisis (como se comentaba en el apartado 5.2. de este trabajo).

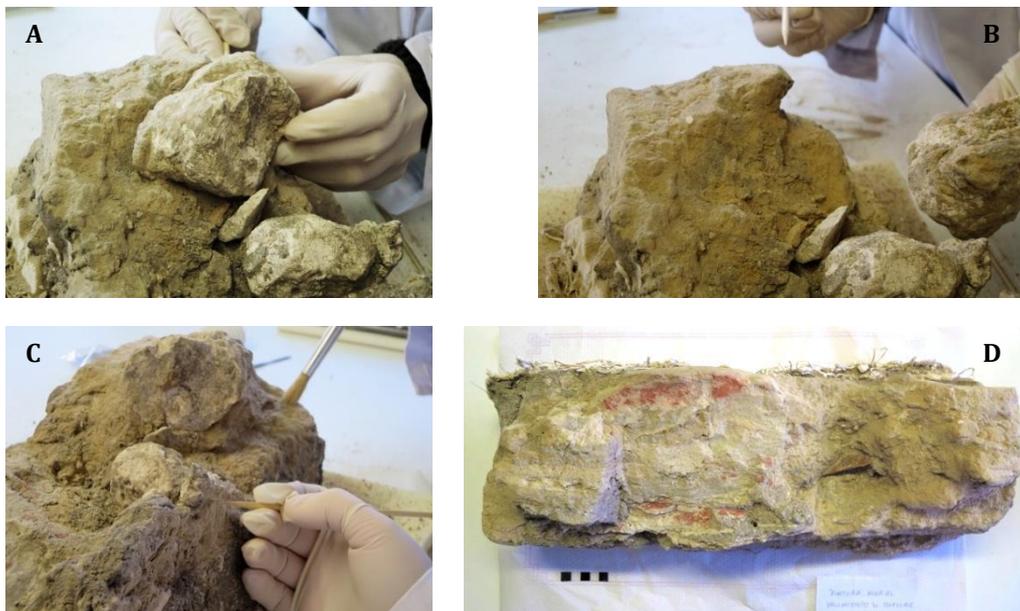
**B) Limpieza físico-química** → aquella que se lleva a cabo en húmedo con agua u otros agentes químicos. Los productos que vayan a emplearse, deben seleccionarse en función de los materiales que deseen eliminarse<sup>11</sup>. Esta clase de limpieza se emplea para la

---

<sup>11</sup> La comprobación de los efectos que tienen los productos no solamente es aplicable a los productos empleados en limpieza, sino en todos los demás tratamientos: disolventes, consolidantes y fijadores, morteros de reposición sintéticos, biocidas y fungicidas, etc. Antes de utilizar cualquier producto se deben consultar sus fichas técnicas y fichas de seguridad, para saber cómo y en qué

eliminación de agentes de deterioro que, mecánicamente – por su resistencia – no se han podido eliminar (como sería el caso de las sales o los restos biológicos).

Los métodos empleados para ello pueden ser: mediante un hisopo humedecido con una mezcla agua-alcohol (proporción 1:1); o mediante el empleo de papetas (compresas) de pulpa de celulosa empapadas en EDTA<sup>12</sup> o AB 57 (para la retirada de sales insolubles y agentes biológicos, aunque también es empleada ésta última en la eliminación de encalados u hollín (realmente, cualquier tipo de suciedad o incrustación que presenten las pinturas).



condiciones deben emplearse. También sería conveniente, realizar catas experimentales antes de tratar con ellos las piezas originales.

<sup>12</sup> Consultar el Anexo III. Fichas técnicas de productos de restauración.

### **8.1.1. Tratamiento de las sales: desalación.**

Aunque no se ha llegado a verificar la presencia o no de sales en las capas más internas de los bloques, tampoco podemos descartar esta opción completamente. Por ello, también se plantea una posible intervención de tratamiento desalación.

Como ya se ha comentado, además de la eliminación mediante acciones mecánicas, las sales pueden ser retiradas a través de métodos físico-químicos: bien disolviéndolas en agua (aquellas que sean de tipo hidrosoluble) o bien mediante el empleo de papetas (en el caso de presentarse sales insolubles). Una papeta es una compresa compuesta por una pasta a base de fibra de celulosa de naturaleza hidrófila (Arbocel 1000®), agua desionizada, una carga inorgánica absorbente y otros aditivos (como pueden ser biocidas o fungicidas, espesantes, tixotrópicos, reguladores del pH, tensoactivos, entre otros.). La papeta más conocida y empleada es la Papeta AB 57, cuya receta patentaron Paolo y Laura Mora en 1974 (que viene recogida en varios documentos: (MORA, et al., 2003, pp. 438-439) (FERRER MORALES, 1998, p. 99), (GARCÍA FORTES & FLOS TRAVIESO, 2008, p. 152) y (ORDI CASTILLA, et al., 2010, p. 78). Dicha receta contiene<sup>13</sup>:

- Agua desionizada – 1000 c.c.
- Bicarbonato de Amonio – 30g. → sal inorgánica que actúa como tensoactivo (rebaja la tensión superficial del agua)
- Bicarbonato de sodio – 50g. → sal inorgánica
- Desogen® 10% (Geigy)- 25g → sal cuaternaria de amonio que actúa como desinfectante o fungicida.
- Carboximetilcelulosa – 60g → sal sódica soluble en agua que actúa como tixotrópico (es decir, como espesante aumentando la viscosidad).

A esta papeta se le puede añadir en ocasiones sal bisódica EDTA (ácido Etilendiaminotetracético que ejerce una acción quelante, es decir, forma compuestos complejos metálicos capaces de atrapar iones (mediante enlaces no covalentes) (ORDI CASTILLA, et al., 2010, p. 76).

### **8.1.2. Agentes biológicos o biodeterioro.**

Los tratamientos empleados para frenar, paliar o eliminar el biodeterioro suelen ser de carácter mecánico (en el caso de la eliminación más superficial de líquenes, plantas superiores, hongos, etc.) o de carácter químico, mediante el empleo de biocidas o fungicidas. Normalmente el uso de estos productos no es muy aconsejable debido a la alta toxicidad que presentan y ser perjudiciales al medio ambiente.

A nivel químico, antes de tratar las piezas arqueológicas es necesario saber la naturaleza de los agentes biológicos que están perjudicándolas, de cara a seleccionar el producto más adecuado. Un novedoso método de detección e identificación de microorganismos biológicos (en concreto, de las poblaciones microbianas de actinomicetos) es mediante Hibridación Fluorescente *in situ* (FISH) que consiste en la identificación de las secuencias

---

<sup>13</sup> Las propiedades químicas de los componentes de la papeta AB 57 pueden consultarse en las fichas técnicas en el apartado de Anexos de este trabajo (*Anexo III*).

de RNA de los microorganismos mediante una sonda marcada con fluorocromos – éste método se empleó en las pinturas murales de La Capilla de la Comunión de la Basílica de la Virgen de los Desamparados de Valencia (MONTES ESTELLÉS, et al., 2006, p. 501)).

Sin embargo, sin la posibilidad de identificar exactamente la naturaleza de los componentes biológicos que atacan las pinturas, se pueden emplear productos biocidas de amplio espectro, aplicados bien mediante papetas, bien por impregnación o por pulverización. Las características básicas que éstos productos deben cumplir son: que sean de amplio espectro a baja concentración (para no acrecentar su acción tóxica), estable a lo largo del tiempo, estable en solución, estable física y químicamente con respecto a los componentes de las pinturas, no higroscópicos e incoloro (MORA, et al., 2003, p. 381). Entre éstos productos se encuentran:

- **Papeta AB 57** → citada con anterioridad, contiene en su formulación un componente fungicida.
- **Silicato de etilo Estel 1200®** → Biocida que, además de actuar como tal, actúa como consolidante es un preparado a base de Silicato de Etilo y otros agentes conservantes diluidos en Alcohol Isopropílico (ver ficha de producto en *Anexo III*) y en: (CTS Srl, 2014)).
- **Biotin T® y Biotin R®** → ambas son preparados concentrados líquidos de sustancias activas que se preparan diluidas, el primero en agua desmineralizada a una concentración entre el 1-3%, y el segundo en disolventes orgánicos a una proporción entre el 3-5% (*Anexo III* y en: (CTS Srl, 2014)).
- **Amoniaco al 10-20% diluido en butilamina** → lavados de la superficie.
- **Silicofloruro de sodio, cloruro de zinc y cloruro de magnesio** → todos diluidos en agua, el primero a una concentración del 2%, y los otros dos al 1,5%, para tratar el ataque de musgos y líquenes (MORA, et al., 2003, p. 380), (ABAD CASAL, 1982, p. 158) y (FERRER MORALES, 1998, p. 106)
- **Fenol, pentaclorofenol y ortofenilfenol** → en solución acuosa, para atacar hongos y algas. (MORA, et al., 2003, p. 381), (ABAD CASAL, 1982, p. 158) y (FERRER MORALES, 1998, p. 107).
- **Rayos gamma** → método físico mediante radiaciones electromagnéticas (FERRER MORALES, 1998).

## **8.2. Eliminación del soporte de campo: retirada de la escayola.**

Los cuatro fragmentos murales del Yacimiento de Cuéllar venían de la excavación con un refuerzo de escayola a modo de soporte provisional que se realizó en el propio yacimiento durante los trabajos de extracción de las pinturas. Dicho soporte cumplió su finalidad, que no era más que la de sujetar los restos murales y mantener unidas las capas de preparación y capas pictóricas, al ser desprovistos de su soporte original que era el propio sustrato (el suelo). No obstante, este soporte era de carácter temporal, y una vez en el taller es conveniente su retirada. Para ello, se realizan las siguientes operaciones:

### **8.2.1. Consolidación de los morteros**

La consolidación es una acción primordial si se quieren conservar estructuralmente tanto los morteros como la capa pictórica. Es un tratamiento que se puede llevar a cabo siempre que los fragmentos lo demanden, en cualquier fase del

proceso de restauración – es decir, que se puede llevar a cabo paralelamente a cualquiera de los demás tratamientos. Con la aplicación de un consolidante, básicamente deseamos conseguir: cohesionar o fijar entre sí los materiales de las capas de preparación que están en estado de disgregación para conferirles de nuevo estabilidad y compactación; consolidar y fijar las capas pictóricas sobre las capas de preparación (aquellas que se encuentran entre los sustratos, es decir, las capas de repintes internas); fijar la capa pictórica más superficial que se encuentran en estado pulverulento.

Las características principales que deben cumplir los productos consolidantes son: que tengan un buen poder fijador; que tenga un grado de penetración o absorbencia óptimo (GARCÍA FORTES & FLOS TRAVIESO, 2008, p. 167) dependiendo ésta en gran medida de la evaporación del disolvente empleado – a mayor volatilidad, menor penetración, pues el disolvente se evapora más rápido, provocando la acción del consolidante en superficie en vez de en el interior –; baja toxicidad e inflamabilidad; resistencia biológica y a los agentes atmosféricos; reversibilidad; buenas condiciones ópticas o estéticas (es decir, que no aporte color, no produzca brillos ni interaccione químicamente con los pigmentos de la capa pictórica modificando su tonalidad).

Metodológicamente, la consolidación puede aplicarse por inyección (siempre y cuando sea posible), por pulverización<sup>14</sup>, por inmersión o por impregnación con brocha/pincel (estas dos últimas, como se ha procedido con los bloques de Cuéllar). Entre los productos que pueden emplearse como consolidantes para morteros y pinturas murales, se encuentran:

- **Resinas acrílicas** → como el Paraloid® B-72, Acrisil® 201/O.N., Acril® 33, Acril® ME, Primal® E822K (ex AC61) / B 60 A ER, Primal® CM 330 (ex E 330 S), Plextol® B-500, Degalan® (Plexisol) P 550 – las propiedades de todos estos productos pueden consultarse en el Catálogo de CTS (CTS Srl, 2014).
- **Resinas vinílicas** → como Alcohol polivinílico (PVA), Acetato de Polivinilo (PVAc), Cloruro de polivinilo (PVC), Vinavil.
- **Ésteres de silicio** → o éster etílico del ácido silícico, como Estel® 1000, Estel® 1100, Estel® 1200 (BIO Estel NEW), el Nano Estel (todos ellos comercializados por CTS); ostosilicato tetraetilo (TEOS).

El empleo de resinas sintéticas (tanto acrílicas como vinílicas) para pinturas en adobe, según comenta Giacomo Chiari, no son de lo más recomendable porque tienden a oscurecer los colores, aumentar el brillo y modificar su textura (CHIARI, 2002, pp. 121-122). En cambio los ésteres silíceos (los silicatos de etilo) no modifican tanto estas propiedades ópticas, y además poseen buena capacidad de adhesión, resistencia al agua (permeabilidad ante el vapor de agua), buena capacidad de penetración y no genera películas superficiales.

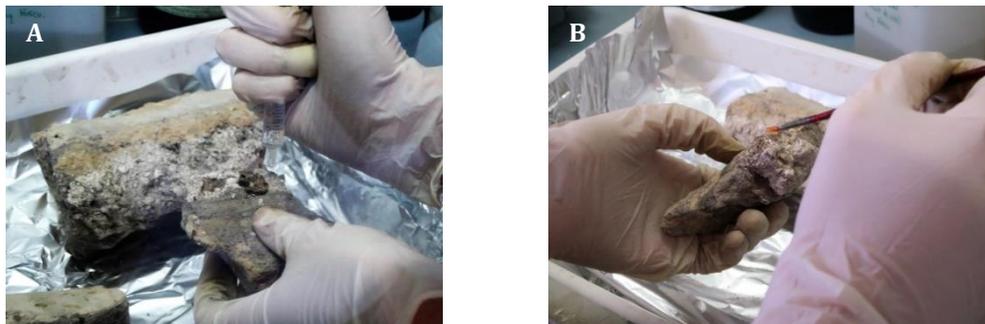
---

<sup>14</sup> Método, por ejemplo, que se lleva a cabo cuando las superficies a consolidar son muy amplias. Ejemplo de ello, son los proyectos de restauración arqueológica llevados a cabo en Perú sobre las pinturas sobre barro de la Huaca de la Luna y el Sol. Se realizaron dos clases de consolidación: mediante una bomba de pulverización con Silicato de Etilo 40 en alcohol etílico a modo general, y por impregnación con brocha para las pinturas más puntuales con Paraloid B-72 al 2% en Thinner acrílico (White Spirit) (UCEDA & MORALES, 2010), ambas operaciones con buenos resultados.

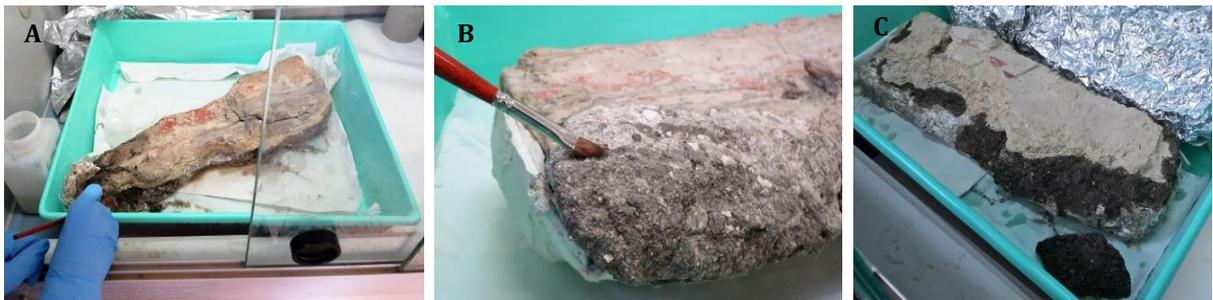
En el caso de los fragmentos murales de Cuéllar, se ha realizado una consolidación de los estratos de mortero más gruesos, próximos a la escayola, con un producto de Silicato de Etilo (Estel® 1000) diluido en White Spirit, por impregnación con brocha [Figs. 42-44]. El tratamiento se ha llevado a cabo siempre dentro de una campana extractora de gases tóxicos, llevando mascarillas con filtros especiales y guantes de nitrilo.



*Figs. 42. Proceso de consolidación de fragmentos de pintura mural del yacimiento de Cuéllar mediante inmersión en una cubeta con Silicato de Etilo (Estel® 1000)*



*Fig. 43. Proceso de consolidación de fragmentos de pintura mural del yacimiento de Cuéllar: mediante goteo (A) y mediante impregnación (B) con Silicato de Etilo (Estel® 1000)*



*Fig. 44. Proceso de consolidación de fragmentos de pintura mural del yacimiento de Cuéllar por impregnación con Silicato de Etilo (Estel® 1000): imagen A del bloque de la Caja 3; imagen B de la Caja 4, e imagen C de la Caja 5*

### **8.2.2. Empapelado de protección y consolidación de la capa pictórica.**

Tras la consolidación, se realizará un empapelado de protección de la capa pictórica con papel japonés adherido con una resina o copolímero acrílico (tipo Paraloid B-72) y un refuerzo de engasado (entramado de fibra de algodón) – esto último, para aportar algo más de estructura protectora cuando giremos los fragmentos para retirarles la escayola. El producto consolidante o adhesivo empleado deberá ser reversible, puesto que la finalidad de este empapelado/engasado es temporal y se deberá extraer más tarde con facilidad.

Un ejemplo propuesto de engasado, es el que se aplicó para la protección de los fragmentos de las pinturas murales de la Casa de la Fortuna de Cartagena. Se realizó un doble engasado con tejido de celulosa sin tejer en dos capas superpuestas, la segunda con un tisú de mayor grosor que la primera, adheridas con alcohol polivinílico (VALLALTA MARTÍNEZ & BERROCAL CAPARRÓS, 2006, pp. 406-407). Con varias capas de engasado, aplicadas con Paraloid B-72 a una proporción entre el 10-20% en acetona, también se protegieron las pinturas del Tell Dja'de el Mughara, en Siria durante los trabajos de extracción del yacimiento (GONZÁLEZ PASCUAL, 2009, p. 250).

Este empapelado además protegerá las pinturas durante los procesos de nivelación de los morteros.

### **8.2.3. Retirada de la escayola.**

Procedimiento que se realizará mecánicamente, mediante espátulas, cinceles o mediante máquinas cortadoras de escayola (para agilizar el proceso). No obstante, estas máquinas pueden llegar a ser muy agresivas al aportar un exceso de vibración, además de requerir un control específico para evitar llevarnos material innecesario que no sea la escayola que deseamos retirar. Debemos, en cualquiera de los casos, estar pendientes en todo momento de los desprendimientos, tanto de las capas de preparación como de la capa pictórica, que se puedan producir durante esta operación.

Giraremos los bloques colocándolos con la capa pictórica boca abajo, sobre una cama de espuma de poliuretano de baja densidad – que ejerce también como amortiguador – o sobre unas cubetas rellenas con arena, que nos permitan nivelar los bloques.

## **8.3. Reintegración.**

### **8.3.1. Reintegración estructural o reposición de mortero.**

Una vez hemos eliminado el soporte de campo (es decir, la escayola) y teniendo los bloques todavía con la capa pictórica boca abajo, se realizará el nivelado de los bloques y la reintegración con morteros.

- En primer lugar, y mecánicamente, rebajaremos e igualaremos todos los bloques, eliminando las capas de mortero más grueso que estaba en contacto con la escayola.

Tenemos la seguridad de que no nos vamos a encontrar con sustratos pictóricos, por lo que la eliminación de esta capa de mortero grueso es bien lícita. Si la consolidación previa que habíamos llevado a cabo mediante impregnación con Estel® 1000 ha sido efectiva, no habrá peligro de perder material durante esta operación. Sino, se podrían llevar a cabo consolidaciones puntuales.

- Tras dejar al mismo nivel todos los bloques, se realizará una reintegración estructural de los morteros. Esta reintegración va a consistir en reponer zonas carentes de mortero mediante la incorporación de unos nuevos que le aporten una mayor fuerza estructural a los bloques. Se aplicará una capa homogénea donde estaba el mortero más grueso – anteriormente eliminado, a modo de soporte – en los laterales y en las lagunas del interior de los bloques (éste, aplicado mediante inyección).

Para los bloques de Cuéllar, se propone emplear unos morteros sintéticos consolidantes de la línea PLM. Las propiedades que éstos tienen son: libres de sales solubles, no alteran la permeabilidad, propiedades físicas y mecánicas similares a los morteros originales donde van a ser aplicados, fácilmente inyectables, fáciles de limpiar o eliminar. Renzo dal Monte (1998), expone los seis tipos de morteros PLM y realiza estudios sobre tres de ellos (que bien podrían emplearse para nuestro caso): PLM A (para consolidación de pinturas murales), PLM AL (consolidación de pinturas murales donde se requiere ligereza del producto) y PLM I (consolidación de *intonacos* de gran valor) (MONTE, 1998, p. 97). Estos morteros se preparan con agua y ya vienen aditivados con cargas inertes.

Otra opción de mortero de reposición podría ser un mortero a base de cal, cargas inertes tipo arlita (arcilla expandida, para aportar ligereza a la composición) y agua desmineralizada (libre de sales) (VALLALTA MARTÍNEZ & BERROCAL CAPARRÓS, 2006).

En cualquiera de las dos opciones, a las preparaciones se les podrá aditivar un poco de color, para intentar mimetizar los morteros nuevos repuestos con los morteros propios de los fragmentos – siempre y cuando se respete el criterio de ser discernible con respecto a la original.

### **8.3.2. Reintegración cromática.**

Una vez finalizada la reintegración estructural de los morteros, se llevaría a cabo la reintegración cromática de las lagunas en la capa pictórica.

En primer lugar, se tendría que realizar el desempapelado o desengasado ejecutado con anterioridad para proteger la capa pictórica. Con el mismo disolvente con que se encuentre diluido el adhesivo que se haya aplicado, se elimina poco a poco el papel y engasado – por ejemplo, si el producto empleado ha sido Paraloid® B-72 en acetona, su eliminación se lleva a cabo con acetona.

En nuestro caso, no se plantearía ejecutar una reintegración cromática, sino que intentaríamos conservar la capa pictórica que queda fijando y consolidándola (con productos anteriormente citados como consolidantes). No consideramos necesario reponer el color de las pinturas, puesto que no sabemos qué continuidad tenían. Es difícil determinar, debido a la cantidad de capas de repintes, dónde acaba una y comienza la

siguiente, por lo tanto no tiene sentido que nos aventuremos a reintegrar cromáticamente una capa sin saber la continuidad de la misma.

### **8.3.3. Reconstrucción de fragmentos.**

En prácticamente los cuatro bloques, nos encontramos con fragmentos que se han ido desprendiendo de los mismos. Algunos de ellos son claramente fáciles de reponer en su emplazamiento original, mientras que otros, es prácticamente imposible determinar a dónde pertenecen.

En el último de los casos, dichos fragmentos, aunque no vayan a ser repuestos, se deberán conservar y guardar en bolsas o cajas especiales, correctamente inventariadas y catalogadas para que no corran el riesgo de perderse – éstos fragmentos, además nos pueden ser útiles para realizar análisis.

En el caso de aquellas piezas que sí alcanzamos a ubicar – como algunas del bloque de la caja nº5 – realizaríamos el pegado de las mismas en los lugares correspondientes.

Antiguamente, los productos de adhesión eran productos naturales de tipo tradicional (colas animales, *colletta*, goma laca, etc.) pero éstas con el tiempo amarillean y son susceptibles de ser atacadas por microorganismos. En la actualidad, se emplean las resinas sintéticas (tanto acrílicas como vinílicas).

Para nuestro caso, podría emplearse la resina acrílica Paraloid® B-72 entre el 10-20% en acetona o la resina vinílica de acetato de polivinilo en solución acuosa.

### **8.4. Realización de un soporte permanente.**

Una vez realizados todos estos tratamientos de restauración, a los cuatro bloques se les plantearía un soporte que sirviera tanto de manipulación como de almacenaje y exposición – es decir, que el soporte sirva para mantener siempre los fragmentos protegidos sin tener que manipularlos directamente, sino el soporte.

Independientemente del tipo de soporte que se vaya a plantear, las características<sup>15</sup> del mismo deben ser:

- Buen poder de sujeción: que protejan los bloques durante su manipulación y traslado
- Buena adaptabilidad a la superficie.
- Estable a las deformaciones.
- Rentable valor económico y fácil de realizar
- Ignífugo
- Ligero: que permita cómodamente su manipulación y transporte
- Reversible
- Impermeable: insensible a la humedad

---

<sup>15</sup> Todas estas características han sido planteadas en: (FERRER MORALES, 1998, p. 125), (SORIANO SANCHO & OSCA PONS, 2006, p. 470) y (GARCÍA FORTES & FLOS TRAVIESO, 2008, p. 196)

- Inmune al ataque de microorganismos
- Poseer un coeficiente de dilatación térmica bueno: que resista cambios de temperatura.

A diferencia de otras pinturas murales, pertenecientes a paredes o techos, cuya disposición era vertical y en contra de la gravedad, los fragmentos que a nosotros se nos presentan forman parte de un zócalo y un suelo. Por lo tanto, el soporte planteado para su futura exposición en museo es mucho más sencilla y menos problemática que en el caso de las otras pinturas murales. La propuesta planteada será tenerlos en horizontal, a favor de la gravedad, por lo que no será necesario plantear sistemas de anclaje: por sus dimensiones y su peso, podrán ir perfectamente en vitrinas – aunque las condiciones expositivas dependerán realmente de los recursos museísticos que posea el museo donde van a ir destinadas.

## 9. Propuesta de conservación preventiva.

Según el ICOM (Consejo Internacional de Museos) la conservación preventiva son:

*“Todas aquellas medidas y acciones que tengan como objetivo evitar o minimizar futuros deterioros o pérdidas. Se realizan sobre el contexto o el área circundante al bien, o más frecuentemente un grupo de bienes, sin tener en cuenta su edad o condición. Estas medidas y acciones son indirectas – no interfieren con los materiales y las estructuras de los bienes. No modifican su apariencia”.*

Cuando hablamos de Patrimonio Arqueológico, la conservación preventiva puede ir ligada a la conservación *in situ* del espacio en torno al yacimiento, o la preservación de los bienes arqueológicos recuperados y extraídos de la excavación en otros edificios (ya sea el taller de restauración, el laboratorio, el almacén o el museo donde vayan a ser expuestos). En nuestro caso, atenderemos a las medidas de conservación preventiva de los materiales arqueológicos una vez han salido del yacimiento.

La conservación preventiva es una acción que puede ejecutarse paralelamente a la restauración, pues durante este proceso también han de tenerse en cuenta medidas de mantenimiento, salvaguardia y prevención. Entre ellas, está adecuar los espacios donde están los materiales arqueológicos con unas condiciones ambientales propicias – condiciones de luz, temperatura, humedad relativa, control biológico y calidad del aire. De este modo, las consideraciones con respecto a las diferentes áreas donde van a ir destinados los objetos arqueológicos serán:

**Los almacenes o depósitos** → los espacios destinados al almacenaje de las piezas deberán estar adecuadamente ventilados, protegidos de la luz solar directa, empleando sistemas de iluminación artificial<sup>16</sup> con filtros que protejan de la luz ultravioleta y luz infrarroja. Las condiciones de temperatura oscilarán entre los 15-25 °C y las de humedad relativa en torno al 50% (para materiales secos). No obstante, estas condiciones variarán en función de las características de los materiales: por ejemplo, los metales, necesitarán unas condiciones más secas de humedad relativa (35% aproximadamente). El edificio deberá también estar provisto de un sistema de ventilación que controle los agentes contaminantes (Compuestos Orgánicos Volátiles – COVs – como el polvo, polen, etc. que a su vez pueden propiciar la aparición de bacterias y otros microorganismos) y estar herméticamente protegido, de cara a evitar la entrada de insectos, pequeños mamíferos roedores, etc. El mobiliario deberá ser seguro para las piezas, especialmente en cuanto al peso y volumen. Toda pieza deberá ir acompañada de su ficha técnica y ficha de inventario, de modo que sean fácilmente identificables sin necesidad de extraerlas de su embalaje. Con respecto a esto último, los materiales arqueológicos deberán estar perfectamente embalados o resguardados en soportes realizados con materiales completamente inertes –

---

<sup>16</sup> Dependiendo de la naturaleza de los materiales, del estado de conservación que presenten o de los productos de restauración aplicados sobre ellos, la intensidad lumínica (lux) a la que deberán ser expuestos es diferente: los materiales más sensibles (papel, madera, textiles, elementos orgánicos) deberán tener una iluminación en torno a los 50 lux; los materiales medianamente sensibles (hueso, marfil, cuero, madera seca) una intensidad no superior a los 250 lux; y los elementos pétreos, metales, cerámica o el vidrio, soportan hasta 300 lux. (GARCÍA FORTES & FLOS TRAVIESO, 2008, pp. 201-202)

es decir, que su naturaleza no interactúe con la de las piezas – como por ejemplo materiales sintéticos de naturaleza polimérica (polietileno, poliestireno, polipropileno, poliuretano, metacrilato, PVC, entre otros). Embalajes que no sólo garanticen su correcto almacenaje sino la seguridad durante el traslado de las piezas.

**El taller de restauración (o el laboratorio)** → las condiciones anteriormente citadas para el almacenaje de las piezas también son aplicables durante los trabajos de restauración. Sin embargo, estas condiciones suelen oscilar bastante, puesto que cada tratamiento realizado requiere unas medidas específicas. Lo que sí es imprescindible dentro del taller, es mantener los protocolos de seguridad de cara a proteger las piezas pero sobre todo al personal que las está interviniendo. Así, se realizarán los trabajos en espacios correctamente ventilados, dentro de cámaras extractoras de humo o de gases (para los trabajos de consolidación, aplicación de fungicidas, inhibición, entre otros). Tras los tratamientos de conservación y restauración, como medida de conservación preventiva, es importante establecer un plan de mantenimiento estableciendo una serie de protocolos y actuaciones que mantengan las condiciones de integridad y funcionalidad de los materiales arqueológicos intervenidos (CIRUJANO GUTIÉRREZ & LABORDE MARQUEZE, 2001, p. 696).

**El espacio museístico** → en los lugares destinados a la exposición o museización de los materiales arqueológicos, las condiciones de temperatura, humedad relativa, control atmosférico y biológico deberán ser igualmente adecuadas como en los almacenes o depósitos. Sin embargo, teniendo en cuenta que estos espacios van a ser transitados por personas, la temperatura y humedad relativa deberán adecuarse para asegurar el confort del entorno. Los materiales se instalarán en soportes expositivos, normalmente dentro de vitrinas, que permitan su correcta visualización asegurando al mismo tiempo su estabilidad y seguridad: estabilidad con respecto a las condiciones ambientales dentro de la vitrina – con ventilación, filtros lumínicos, reguladores de la humedad relativa como el carbón activo o bolsas de gel de sílice, etc. – y seguridad con respecto a los visitantes.

Finalmente, cualquiera de los espacios donde vayan a depositarse los bienes arqueológicos, deberá estar provisto de unas medidas de seguridad adecuadas encaminadas a proteger dichos bienes de acciones vandálicas, expolios, inundaciones, incendios, etc.

## **10. Conclusiones del trabajo.**

En base a los objetivos mencionados en la introducción del trabajo, podemos concluir que:

- A) Los diversos estudios llevados a cabo sobre el Yacimiento de la Plaza del Castillo de Cuéllar nos han permitido establecer el contexto histórico de los fragmentos murales; la bibliografía consultada nos ha proporcionado imágenes y gráficos explicativos sobre la estratigrafía que presentaba el poblado que fue ocupado a lo largo de diferentes etapas (finales de la I Edad del Hierro hasta época prerromana), permitiéndonos llegar a enmarcar cronológicamente el origen de nuestros arranques murales (en torno al siglo V a. de C., época vaccea).
- B) Las características materiales que nos ofrecen los fragmentos murales junto con el estudio de los elementos constructivos de la vivienda a la que pertenecían, nos han llevado a determinar que el empleo del barro como material de construcción – técnica de edificación conocida como “arquitectura de tierra” – fue un rasgo característico de la cultura vaccea.
- C) Con respecto al estudio directo de los arranques murales, se han podido realizar satisfactoriamente unas fichas técnicas que recogen de forma esquemática las características de los objetos estudiados. También, aunque no falto de dificultad técnica, se han podido llevar a cabo análisis mediante Microscopía Electrónica de Barrido para establecer la naturaleza de las capas de preparación y las capas pictóricas de los fragmentos. Los resultados generales de los mismos han determinado que las capas de preparación están compuestas principalmente por tierras con alto contenido de cuarzos (sílice) y arcillas (aluminosilicatos), y en alguna capa puntual carbonatos; y la presencia de hierro en los estratos correspondientes a las capas pictóricas, pudiendo justificar el color rojizo por la composición a base de óxidos de hierro. La poca proporción de carbonatos no nos permite confirmar la técnica pictórica del fresco como la técnica empleada en la realización de estas pinturas. Tampoco los análisis nos han permitido confirmar la presencia de aglutinantes orgánicos de los pigmentos.  
El estudio más pormenorizado de los fragmentos murales nos ha permitido conocer el estado de conservación en que éstos se encontraban y el origen de algunas de las alteraciones en base a los diversos factores ambientales, biológicos y antrópicos que los han afectado.
- D) En base al estado de conservación, se ha podido establecer – y en algunos casos ejecutar – una propuesta de intervención de conservación y restauración, fundamentada tanto en los criterios generales de intervención sobre bienes arqueológicos de esta naturaleza (pintura mural) como en las necesidades que presentaban los fragmentos.
- E) Finalmente, como parte fundamental en todo trabajo de restauración, se ha establecido una propuesta de conservación preventiva, que abarca desde medidas de almacenaje, transporte y exposición, hasta de mantenimiento periódico y constante, que garantice así la perdurabilidad de dichos fragmentos murales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ABAD CASAL, L., (1982): Aspectos técnicos de la Pintura Mural Romana. *Lucentum*, Volumen I, pp. 135-171.
- ALCALDE MORENO, M., (2007): Factores, mecanismos e indicadores de alteración en los materiales pétreos. En: *Actas de la Jornada Técnica sobre Tratamientos de Conservación Aplicados a Materiales Pétreos en Construcciones Históricas*. Cáceres: Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción (INTROMAC), pp. 29-34.
- ALCALDE MORENO, M., (2007): La alteración de la piedra en monumentos. En: *Actas de la Jornada Técnica sobre Tratamientos de Conservación Aplicados a Materiales Pétreos en Construcciones Históricas*. Cáceres: Instituto Tecnológico de Rocas Ornamentales y Materiales de Construcción (INTROMAC), pp. 13-28.
- ALCALDE MORENO, M., VILLEGAS SÁNCHEZ, R., VALE, J. F. y MARTÍN PÉREZ, A., (1990): *Diagnosis y Tratamiento de la Piedra*. Madrid: Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (ICCET).
- ALONSO PONGA, J. L., (1994): *La arquitectura del barro*. Madrid: Junta de Castilla y León, Consejería de Cultura y Turismo.
- ARRIBAS PALAU, A., (1976): Las bases actuales para el estudio del Eneolítico y la Edad del Bronce en el Sudeste de la Península Ibérica. *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, Volumen 1, pp. 139-155.
- BARRIO MARTÍN, J., (2011): Ciudades Vacceas. Cuéllar Vaccea. Arqueología de un asentamiento vacceo al sur del Duero. *Vaccea Anuario*, Nº 5, pp. 26-32.
- BARRIO MARTÍN, J., (2000): Arquitectura de tierra en el Poblado Prerromano de Cuéllar (Segovia, España). En: M. Hammam, ed. *L'Architecture de Terre en Méditerranée*. Rabat: Publications de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, pp. 41-69.
- BARRIO MARTÍN, J., (1999): Elementos arquitectónicos en el poblado de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). En: *Actas del Coloquio Internacional de la Edad del Hierro en la Meseta Norte*. Salamanca: Zephyrus XXXIX-XL, pp. 169-177.
- BARRIO MARTÍN, J., (1993): Estratigrafía y desarrollo poblacional en el yacimiento prerromano de la Plaza del Castillo (Cuéllar, Segovia). En: F. ROMERO CARNICERO, C. SANZ MÍNGUEZ y Z. ESCUDERO NAVARRO, edits. *Arqueología Vaccea. Estudios sobre el Mundo Prerromano en la Cuenca Media el Duero*. Valladolid: Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo, pp. 173-212.
- BARRIO MARTÍN, J., (1991): Excavación arqueológica del poblado prerromano de Cuéllar (Segovia). En: *La II Edad del Hierro en Segovia*. Madrid: Tesis Doctorales. Universidad Autónoma de Madrid, pp. 551-646. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10486/6577>.

- BOBILLO DE LAMO, G., (2011): Ficha de catálogo N<sup>o</sup>: 18. En: *Catálogo Arqueológico. Normas Urbanísticas Municipales de Cuéllar (Segovia)*. Cuéllar: Ilustrísimo Ayuntamiento de la Villa de Cuéllar, pp. 70-86.
- CHIARI, G., (2002): Conservación in situ de frisos pintados sobre adobe. En: L. M. Bitelli, ed. *Arqueología. Restauración y Conservación. La conservación y restauración hoy*. Guipúzcoa: Editorial Nerea, pp. 117-126.
- CIRUJANO GUTIÉRREZ, C. y LABORDE MARQUEZE, A., (2001): La conservación arqueológica. *Arbor*, 169(667-668), pp. 691-709. Disponible en: <https://doi.org/10.3989/arbor.2001.i667-668.906>
- COVARRUBIAS OROZCO, S. d., (1611): *Tesoro de la Lengua Castellana o Española. Fondo Antiguo. Fondos Digitalizados Universidad de Sevilla*. Disponible en: <http://fondosdigitales.us.es/fondos/libros/765/16/tesoro-de-la-lengua-castellana-o-espanola/>[Último acceso: 17 abril 2017].
- CTS Srl, (2014): *Catálogo General CTS 2014*. Disponible en: <http://www.ctseurope.com/es/catalogo.php>
- FERRER MORALES, A., (1998): *La pintura mural. Su soporte, conservación, restauración y técnicas modernas*. Segunda Edición. Ed. Sevilla: Secretariado de Publicaciones. Universidad de Sevilla.
- GARCÍA ALONSO, M. y URTEAGA ARTIGAS, M., (1985): La Villa Medieval y el poblado de la Edad del Hierro de La Mota (Medina del Campo, Valladolid). *Noticiario Arqueológico Hispánico*, N<sup>o</sup> 23, pp. 61-140.
- GARCÍA FORTES, S. y FLOS TRAVIESO, N., (2008): *Conservación y restauración de bienes arqueológicos*. Madrid: Editorial Síntesis, S.A.
- GARCÍA MERINO, C., SÁNCHEZ SIMÓN, M. y BURÓN ÁLVAREZ, M., (2009): Cultura material del siglo III en un ambiente doméstico de la Meseta: el conjunto cerrado de la Casa de los Plintos de Uxama. *Archivo Español de Arqueología*, Volumen 82, pp. 221-253. Disponible en: <https://doi.org/10.3989/aespa.082.009.009>.
- GONZÁLEZ LÓPEZ, M. J. y BAGLIONI, R., (1996): Pinturas murales de la sacristía y antesacristía del Hospital de Santiago. Úbeda (Jaén). *Revista PH*, N<sup>o</sup> 16, pp. 19-29.
- GONZÁLEZ PASCUAL, M., (2009): La extracción de las pinturas murales neolíticas descubiertas en Tell Dja' de El Mughara. *Patrimonio Cultural de España. El Patrimonio Inmaterial a debate*, N<sup>o</sup> 0, pp. 247-256.
- GONZÁLEZ PASCUAL, M., (1999): La conservación del suelo pintado con figuras humanas más antiguo del Próximo Oriente. Actuación de salvaguardia y montaje expositivo. *Pátina*, N<sup>o</sup> 9, pp. 14-18.
- GONZÁLEZ-VARAS, I., (2008): *Conservación de Bienes Culturales. Teoría, historia, principios y normas*. Madrid: Ediciones Cátedra.

- HOZ ONRUBIA, J. d., MALDONADO RAMOS, L. y VELA COSSÍO, F., (2003): *Diccionario de Construcción Tradicional en Tierra*. San Sebastián: Editorial Nerea.
- ICOMOS-ISCS, (2011): *Glosario ilustrado de formas de deterioro de la piedra*, Paris: ICOMOS-ISCS Véronique Vergès-Belmin.
- IPCE, (2011): *Proyecto de restauración de las Pinturas Murales de la Capilla de la Piedad en la Catedral de Ntra. Sra. de Albarracín, Teruel*. Madrid: Dirección General de Bellas Artes y Bienes Culturales. Ministerio de Cultura.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, F. J., (1999): *Tapias y tapias. Loggia. Arquitectura y Restauración*, N<sup>o</sup> 8, pp. 74-89. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/loggia.1999.5288>.
- MACARRÓN MIGUEL, A. M., (2008): *Conservación del Patrimonio Cultural*. Madrid: Editorial Síntesis.
- MALDONADO RAMOS, L. y VELA COSSÍO, F., (2011): El patrimonio arquitectónico construido con tierra. Las aportaciones historiográficas y el reconocimiento de sus valores en el contexto de la arquitectura tradicional española. *Informes de la Construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja*, 63(523), pp. 71-80.
- MARTÍN SÁNCHEZ, P. M., (2012): *Las manchas negras de la cueva de Lascaux: origen, evolución y caracterización de un brote fúngico*. Sevilla: Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, IRNASCSIC.
- MARTÍNEZ GARCÍA-OTERO, S. P., (2001): Agentes de deterioro y alteraciones de las pinturas murales "in situ". *Instituto Andaluz de Patrimonio Histórico*, N<sup>o</sup> 34, pp. 201-205.
- MILETO, C., VEGAS, F. & LÓPEZ, F., (2011): Criterios y técnicas de intervención en tapia. La restauración de la torre Bofilla de Bétera (Valencia). *Informes de la Construcción. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja*, 63(523), pp. 81-96.
- MONTE, R. d., (1998): Morteros de consolidación para revestimientos pintados. La línea PLM. Un nuevo Silicato de Etilo para pintura mural: Bioestel. En: *Técnicas de Consolidación en Pintura Mural. Actas del Seminario Internacional sobre Consolidación de Pinturas Murales celebrado en Aguilar de Campoo (Palencia) del 19 a 21 de Agosto de 1998*. Aguilar de Campoo: Fundación Sta. María la Real. Centro de Estudios del Románico, pp. 95-113.
- MONTES ESTELLÉS, R. M., REGIDOR ROS, J. L., CUESTA AMAT, G., MORENO TRIGOS, Y., y HERNÁNDEZ GIMÉNEZ, E., (2006): Actinomicetos en las Pinturas Murales de la Capilla de la Comunión de la Basílica de los Desamparados de Valencia. En: *Actas XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Murcia: 21-24, octubre, 2004*. Murcia: Murcia. Consejería de Educación y Cultura. Dirección General de Cultura, pp. 499-504.
- MORA, P., MORA, L., PHILIPPOT, P. y VERNAZA, C., (2003): *La Conservación de las Pinturas Murales*. Primera ed. Bogotá: Universidad de Externado de Colombia e ICCROM.

- ORDI CASTILLA, B. d., REGIDOR ROS, J. L. y PASÍES OVIEDO, T., (2010): Revisión de tratamientos de limpieza de pintura mural arqueológica. Eliminación de concreciones carbonáticas. *Arché. Publicación del Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio de la UPV*, N° 4-5, pp. 73-80.
- OTEIZA, I. d., (2002): Introducción a la construcción con tierra. En: L. MALDONADO RAMOS, D. RIVERA GÁMEZ y F. VELA COSSÍO, edits. *Arquitectura y Construcción con Tierra. Tradición e innovación*. Madrid: Marea Libros, pp. 99-116.
- PALOL, P. d. y WATTENBERG, F., (1974): *Carta Arqueológica de España*. Valladolid. Valladolid: Diputación Provincial de Valladolid. Servicio de Investigaciones Arqueológicas.
- ROMÁN SÁNCHEZ, M. d. C., (2005): Capítulo 2. Factores, mecanismos e indicadores de alteración de las pinturas murales. En: *Tesis. Estudio de los agentes de deterioro que afectan a la conservación de la pintura mural. Una metodología para la evaluación de su estado de conservación*. Sevilla: Tesis Doctorales. Universidad de Sevilla, pp. 153-393.
- ROMERO CARNICERO, F. y RAMÍREZ RAMÍREZ, M. L., (2001): Sobre el "Celtismo" de la "Cultura" del Soto. *Boletín del Seminario de Estudios de Arte y Arqueología*, N° 67, pp. 49-80.
- ROMERO CARNICERO, F. y RAMÍREZ RAMÍREZ, M. L., (1996): La Cultura del Soto. Reflexiones sobre los contactos entre el Duero Medio y las Tierras del Sur Peninsular durante la Primera Edad del Hierro. *Complutum Extra*, I(6), pp. 313-326.
- ROTONDARO, R., (2007): Arquitectura de tierra contemporánea: tendencias y desafíos. *APUNTES. Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 20(2), pp. 342-353.
- RUBIO BARDON, C., (2011): *Los Materiales de construcción en Los Diez Libros de Arquitectura de Vitruvio. Cahiers des Études Anciennes, XLVIII*. Disponible en: <http://etudesanciennes.revues.org/314> [Último acceso: 16 abril 2017].
- RUIZ ZAPATERO, G., (2010): Arqueología del proceso de etnogénesis en la Meseta Prerromana: Los Vacceos. En: F. ROMERO CARNICERO y C. SANZ MÍNGUEZ, edits. *De la Región Vaccea a la Arqueología Vaccea*. Valladolid: Centro de Estudios Vacceos "Federico Wattenberg" de la Universidad de Valladolid, pp. 37-63.
- SACRISTÁN DE LAMA, J. D., (2011): El urbanismo vacceo. *Complutum*, 22(2), pp. 185-222.
- SÁNCHEZ SANZ, M. E., (1977): El barro en la construcción. *Revista Narria*, N° 8, pp. 29-35.
- SANZ, E., de la ROJA, J. M., BAONZA, V. G., POLO DÍE, L. y SAN ANDRÉS, M., (2002): Análisis de pigmentos por microscopía Raman. Espectros Raman de referencia de algunos pigmentos de interés artístico. *Revista PH*, N° 38.
- SORIANO SANCHO, P. y OSCA PONS, J., (2006): Propuesta de un nuevo soporte para las Pinturas Murales de la Bóveda de la Iglesia de los Santos Juanes de Valencia. En: *Actas XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales*. Murcia:

21-24, octubre, 2004. Murcia: Murcia. Consejería de Educación y Cultura. Dirección General de Cultura, pp. 465-476.

UCEDA, S. y MORALES, R., (2010): Parte II. Los trabajos de conservación. En: S. UCEDA y R. MORALES, edits. *Moche. Pasado y Presente*. Perú: Patronato Huacas del Valle de Moche. Universidad Nacional de Trujillo, pp. 109-218.

VALLALTA MARTÍNEZ, P. y BERROCAL CAPARRÓS, M. C., (2006): La Casa de la Fortuna. Restauración de sus Pinturas Murales. En: *Actas XV Congreso de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Murcia: 21-24, octubre, 2004*. Murcia: Murcia. Consejería de Educación y Cultura. Dirección General de Cultura, pp. 401-412.

VELA COSSÍO, F., (2005): Materiales, técnicas y sistemas de construcción en la arquitectura celtibérica de la primera Edad del Hierro. En: S. Huerta Fernández, ed. *Actas del Cuarto Congreso Nacional de Historia de la Construcción: Cádiz, 27-29 de enero de 2005*. Cádiz: Instituto Juan de Herrera, Sociedad Española de Historia de la Construcción, pp. 1050-1064.

VV.AA. (Dirección científica: Gäel de Guichen), (2014): *Programa de investigación para la conservación preventiva y régimen de acceso de la Cueva de Altamira (2012-2014)*. Cantabria: Ministerio de Educación Cultura y Deporte.

YUSTE MIGUEL, B., (2010): *Arquitectura de tierra. Caracterización de los tipos edificadores*. s.l.: Universidad Politécnica de Cataluña. Máster de Arquitectura, Energía y Medio Ambiente (inédito).

## **LEGISLACIÓN, CARTAS, CONVENIOS.**

ICOMOS-1964: *Carta de Venecia o Carta Internacional para la Conservación y Restauración de Monumentos*. Disponible en: [https://www.icomos.org/charters/venice\\_sp.pdf](https://www.icomos.org/charters/venice_sp.pdf).

1972 y 1987: *Cartas del Restauo de Roma*. Disponible en: <http://ipce.mecd.gob.es/dam/jcr:76a04348-7ea7-48ae-89a4-5b52c7f6f330/1972-carta-restauro-roma.pdf>.

ICOMOS-2003: *Principios para la Preservación, Conservación y Restauración de Pinturas Murales*. Disponible en: <http://www.icomoscr.org/doc/teoria/ICOMOS.2003.principios.conservacion.restauracion.pinturas.murales.pdf>

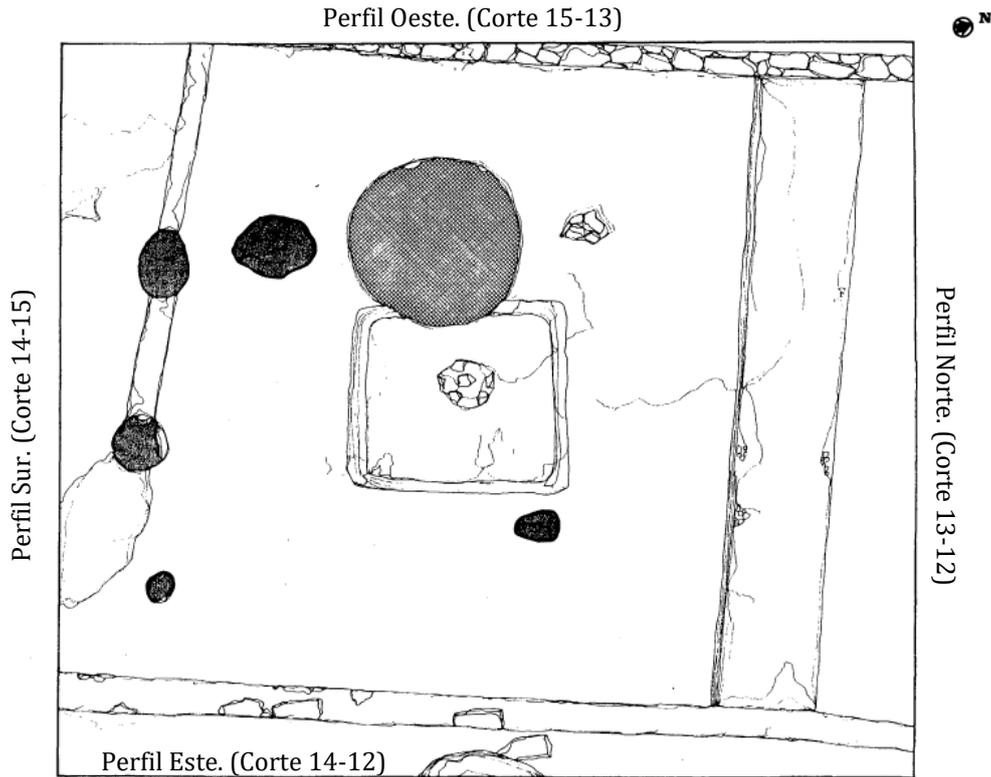
CONSEJO DE EUROPA-1992: *Convención Europea para la Protección del Patrimonio Arqueológico de Europa*. Disponible en: [https://ge-iiic.com/files/Cartasydocumentos/1992\\_La\\_Valetta.pdf](https://ge-iiic.com/files/Cartasydocumentos/1992_La_Valetta.pdf).

AGENCIA ESTATAL. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. *Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español*. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1985-12534>

ICOM-CC – 2008: *Terminología para definir la conservación del patrimonio cultural tangible*. Disponible en: [http://ge-iiic.com/files/Cartasydocumentos/2008\\_Terminologia\\_ICOM.pdf](http://ge-iiic.com/files/Cartasydocumentos/2008_Terminologia_ICOM.pdf)

## ***ANEXOS***

### ***ANEXO I. Mapas y cortes estratigráficos del yacimiento.***



NIVEL VIII, IX 12,13,14,15 Plano de una casa del Poblado II. Nivel VIII. En el área suroeste aparecen los postes de la cabaña del hábitat anterior.

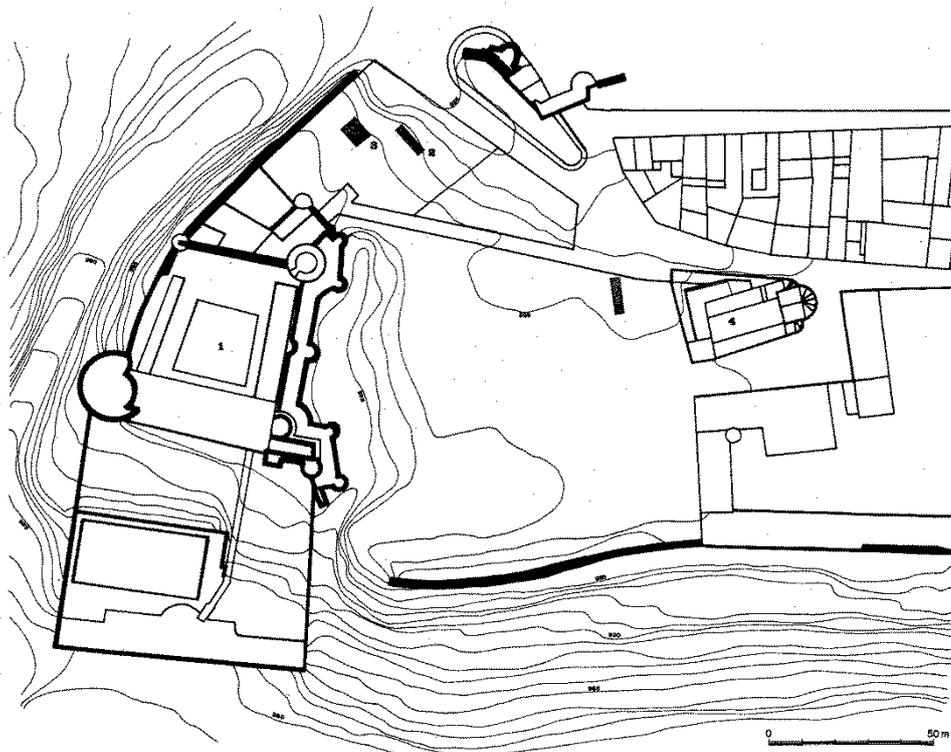
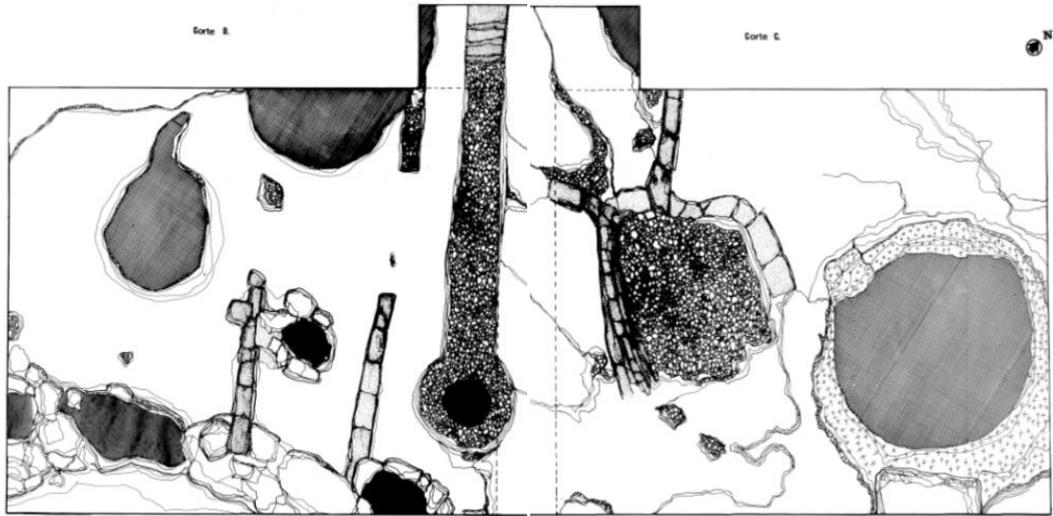
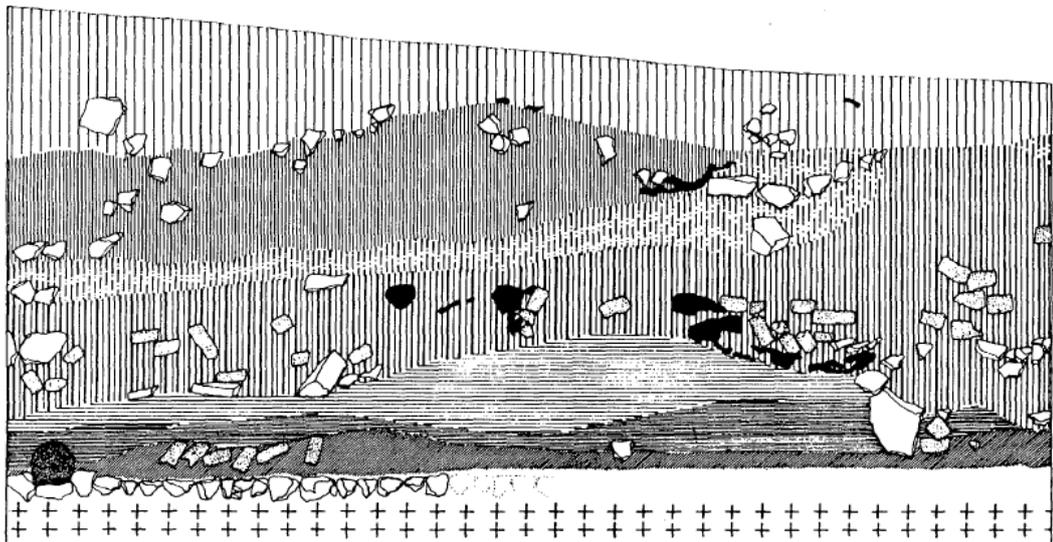


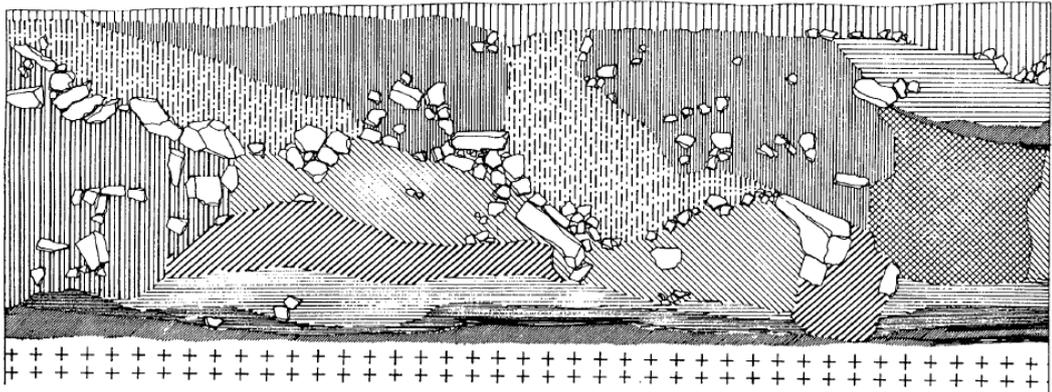
Fig. 3 Topografía y trama urbana actual sobre el poblado prerromano de Cuéllar. 1 Castillo-Palacio del Duque de Alburquerque; 2 ubicación del espacio de culto; 3 casa principal; 4 iglesia mudéjar de San Martín.



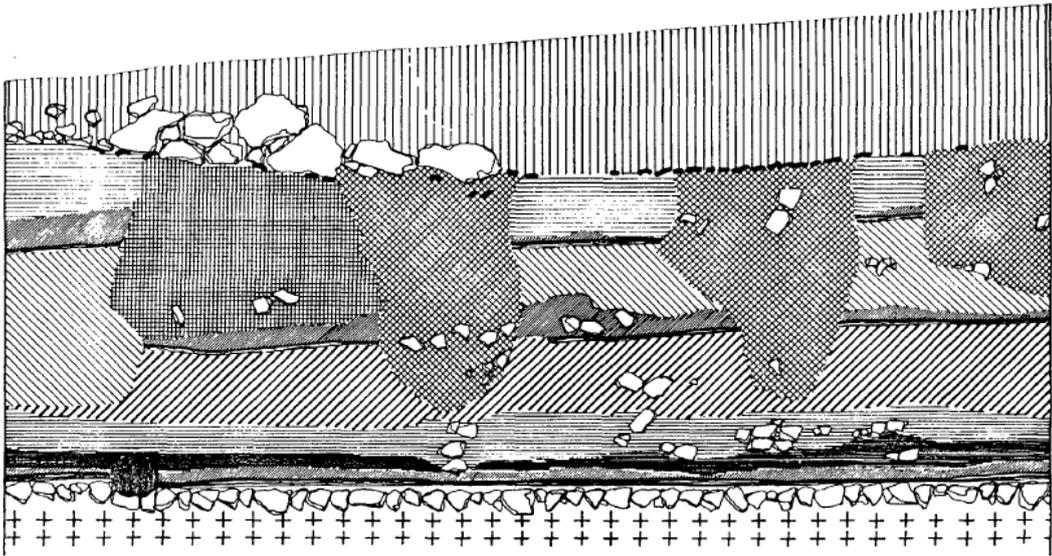
Dibujo 2



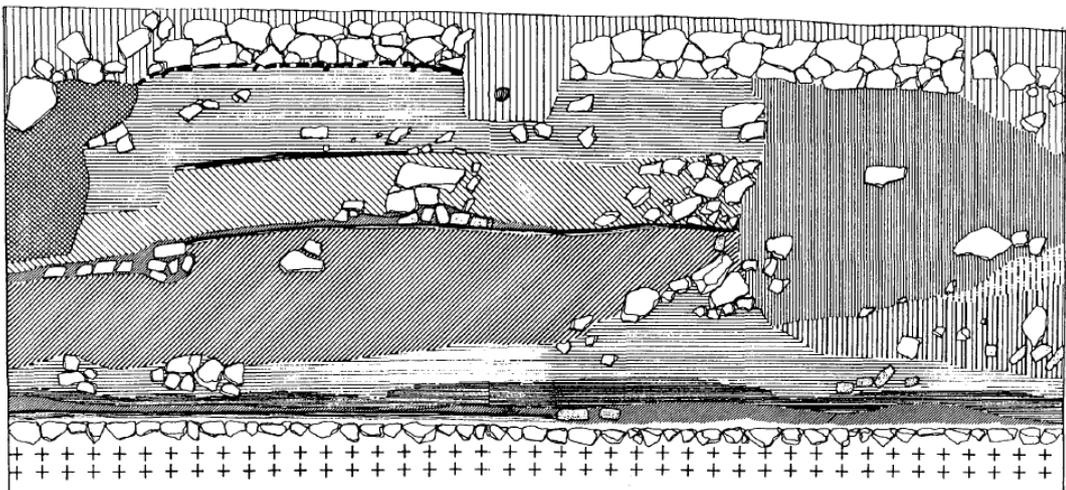
PERFIL NORTE (10-12)



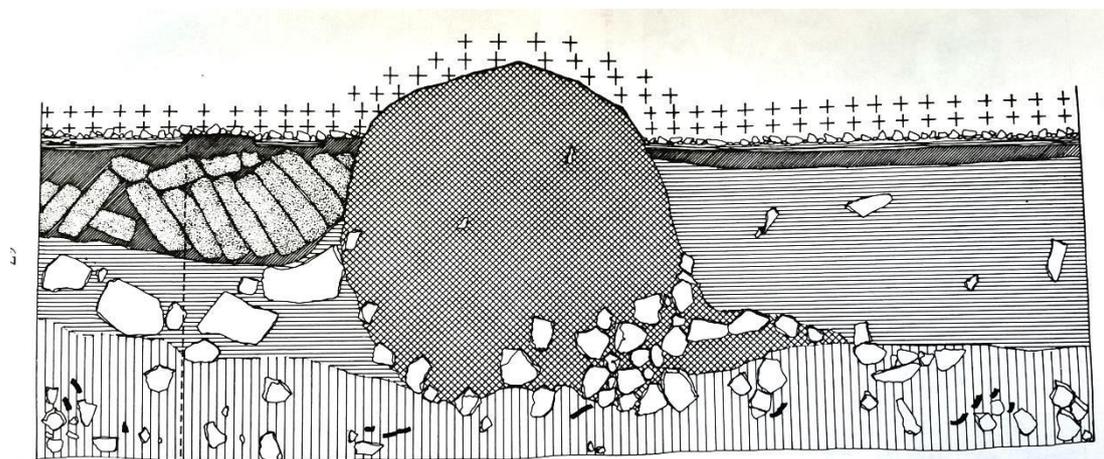
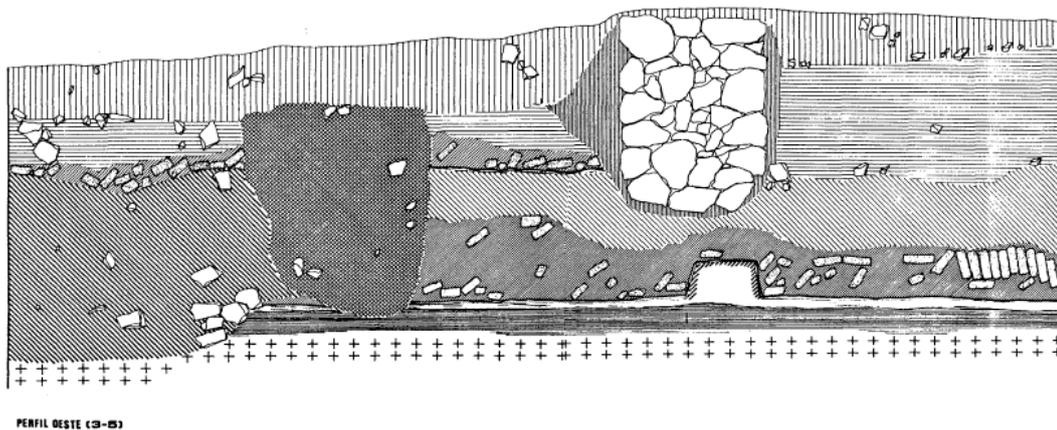
PERFIL ESTE (12-14)



PERFIL SUR (14-15)



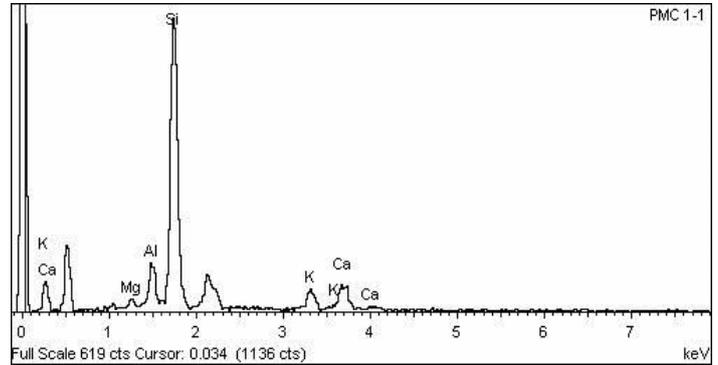
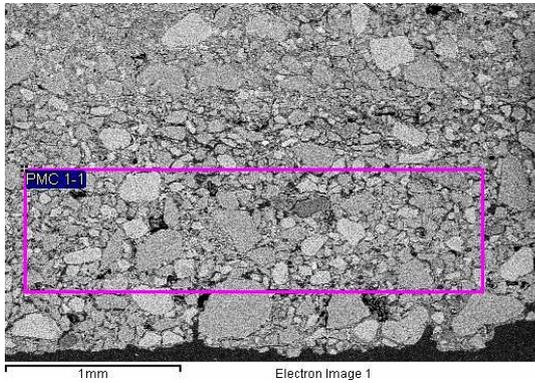
PERFIL OESTE (15-13)



**Fig. 4 - Estratigrafía de la Zona II (C-D), con muro de adobes desplomado**

***ANEXO II. Gráficas y espectros de las muestras en Microscopía Electrónica de Barrido (MEB o SEM)***

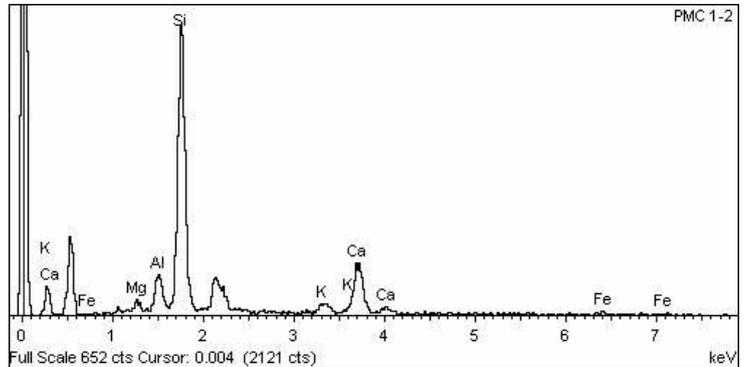
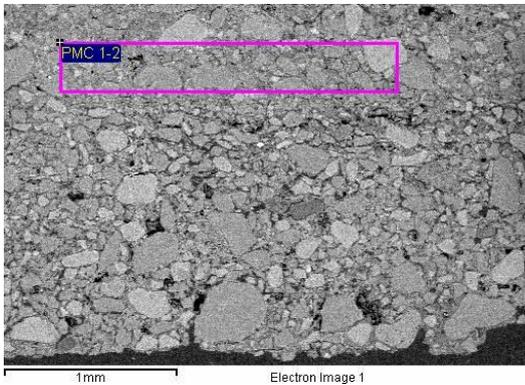
**Imagen del SEM, espectro obtenido y % de elementos resultante presentes en la muestra PMC 1.**



PMC\_1-1 (1)

PMC\_1: Pintura Mural Cuéllar, muestra 1  
1: Fotografía número 1  
(1): Análisis número 1

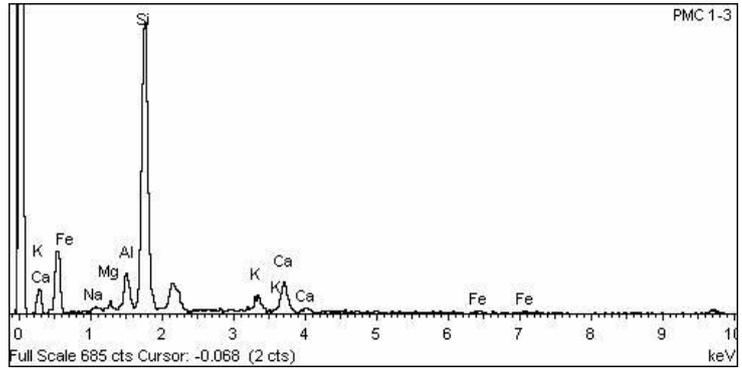
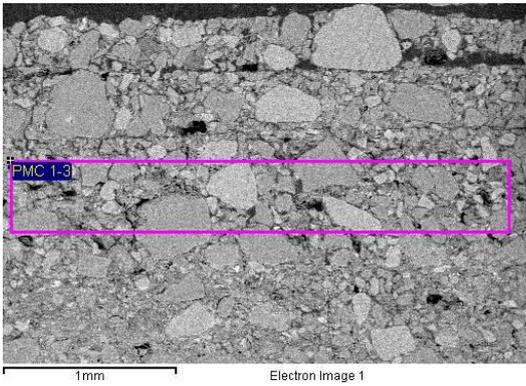
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corn.     |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.07  | 0.9450    | 1.95    | 0.48    | 2.38    |
| Al K    | 4.86  | 1.0142    | 8.26    | 0.66    | 9.09    |
| Si K    | 37.48 | 0.9367    | 68.97   | 1.23    | 72.94   |
| K K     | 4.33  | 0.8521    | 8.75    | 0.84    | 6.64    |
| Ca K    | 5.73  | 0.8177    | 12.08   | 0.95    | 8.95    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_1-1 (2)

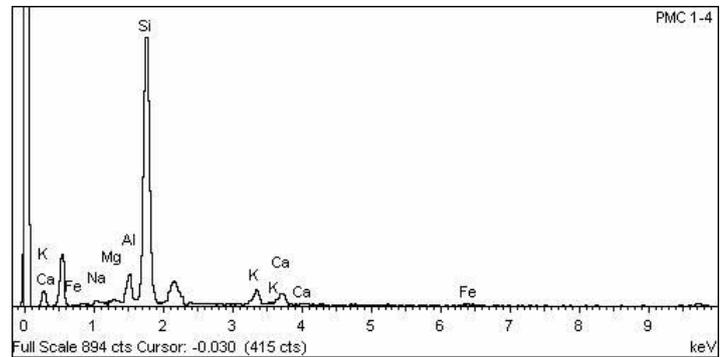
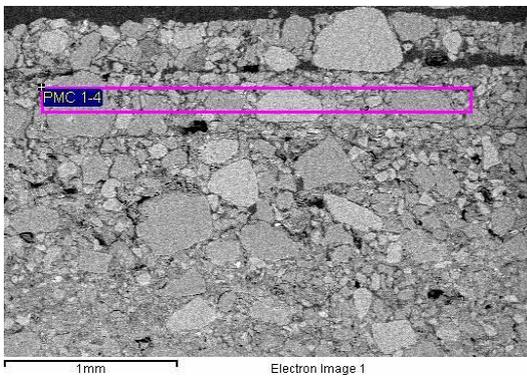
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corn.     |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.27  | 0.8587    | 2.42    | 0.49    | 3.04    |
| Al K    | 3.91  | 0.9382    | 6.82    | 0.62    | 7.74    |
| Si K    | 34.79 | 0.9104    | 62.49   | 1.25    | 68.13   |
| K K     | 2.01  | 0.8791    | 3.74    | 0.67    | 2.93    |
| Ca K    | 11.37 | 0.8523    | 21.82   | 1.00    | 16.67   |
| Fe K    | 1.36  | 0.8210    | 2.71    | 0.82    | 1.49    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

*Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). Propuesta de conservación y restauración.*



PMC\_1-2 (3)

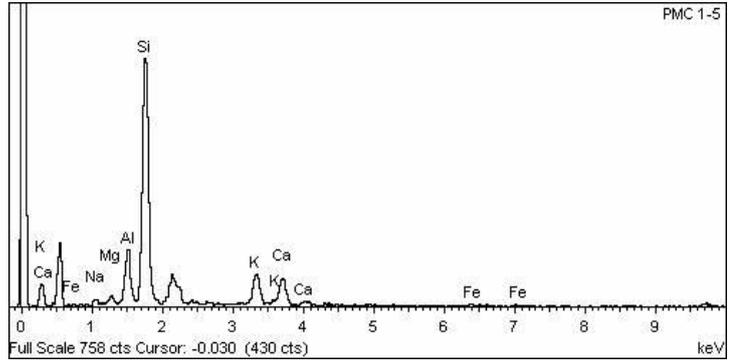
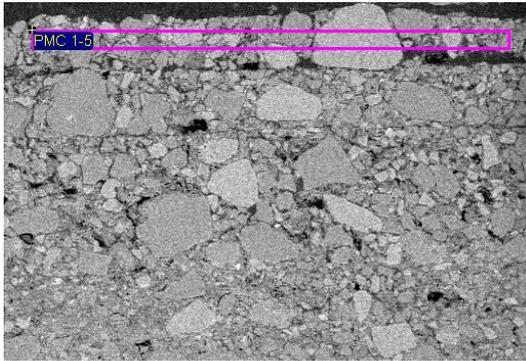
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.50  | 0.9816    | 0.84    | 0.53    | 1.09    |
| Mg K    | 0.98  | 0.8970    | 1.79    | 0.44    | 2.21    |
| Al K    | 4.22  | 0.9795    | 7.09    | 0.60    | 7.87    |
| Si K    | 38.60 | 0.9307    | 68.33   | 1.29    | 72.77   |
| K K     | 3.38  | 0.8561    | 6.51    | 0.75    | 4.98    |
| Ca K    | 6.74  | 0.8289    | 13.40   | 0.87    | 10.00   |
| Fe K    | 1.02  | 0.8230    | 2.04    | 0.76    | 1.09    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_1-2 (4)

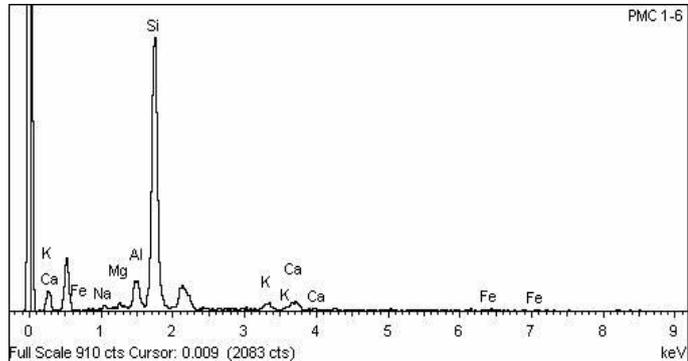
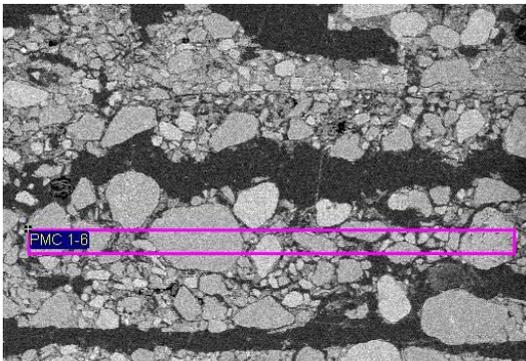
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.67  | 1.0649    | 1.04    | 0.49    | 1.32    |
| Mg K    | 0.47  | 0.9502    | 0.82    | 0.38    | 0.99    |
| Al K    | 4.16  | 1.0413    | 6.61    | 0.55    | 7.18    |
| Si K    | 44.53 | 0.9697    | 76.05   | 1.25    | 79.30   |
| K K     | 3.85  | 0.8332    | 7.65    | 0.73    | 5.73    |
| Ca K    | 3.27  | 0.8106    | 6.68    | 0.72    | 4.88    |
| Fe K    | 0.57  | 0.8238    | 1.15    | 0.75    | 0.60    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

*Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). Propuesta de conservación y restauración.*



PMC\_1-2 (5)

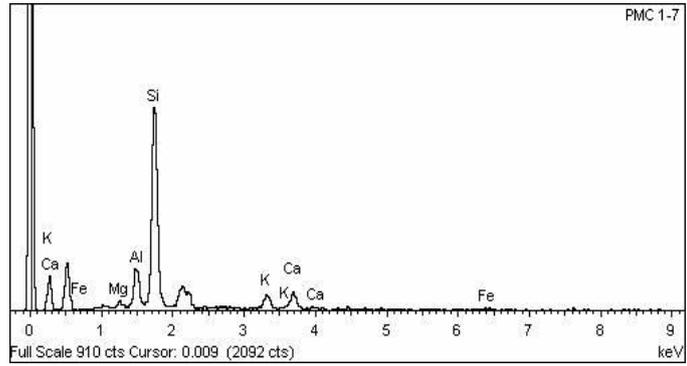
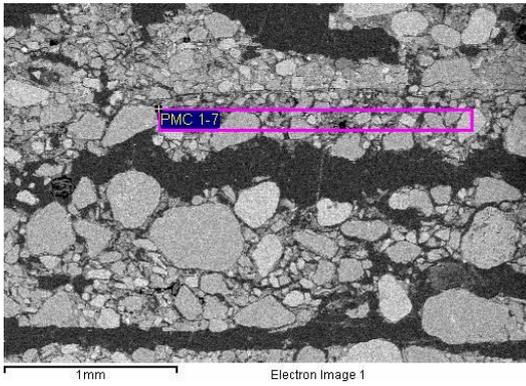
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 1.09  | 0.9686    | 1.68    | 0.46    | 2.20    |
| Mg K    | 0.98  | 0.8741    | 1.67    | 0.40    | 2.08    |
| Al K    | 6.73  | 0.9603    | 10.48   | 0.62    | 11.72   |
| Si K    | 35.14 | 0.8818    | 59.55   | 1.15    | 63.99   |
| K K     | 7.77  | 0.8727    | 13.31   | 0.80    | 10.27   |
| Ca K    | 6.55  | 0.8161    | 12.00   | 0.78    | 9.04    |
| Fe K    | 0.72  | 0.8235    | 1.31    | 0.74    | 0.71    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_1-3 (6)

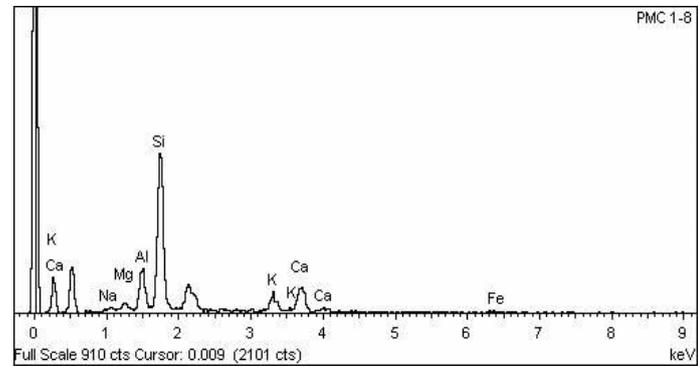
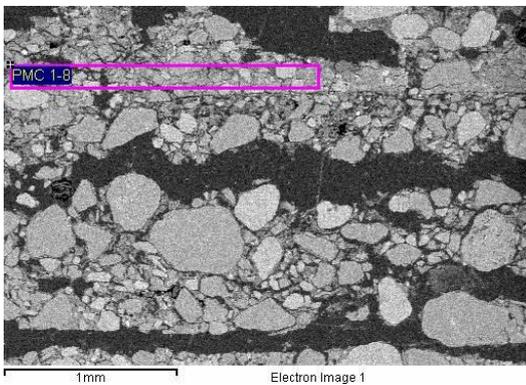
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.99  | 1.1017    | 1.53    | 0.47    | 1.92    |
| Mg K    | 0.59  | 0.9640    | 1.04    | 0.40    | 1.24    |
| Al K    | 4.27  | 1.0480    | 6.93    | 0.56    | 7.42    |
| Si K    | 45.19 | 0.9679    | 79.53   | 1.28    | 81.78   |
| K K     | 2.01  | 0.8207    | 4.17    | 0.65    | 3.08    |
| Ca K    | 2.47  | 0.8148    | 5.17    | 0.72    | 3.72    |
| Fe K    | 0.79  | 0.8252    | 1.63    | 0.81    | 0.85    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

*Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). Propuesta de conservación y restauración.*



PMC\_1-3 (7)

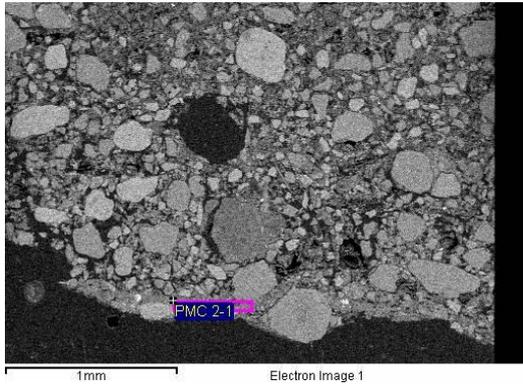
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.08  | 0.9300    | 1.98    | 0.47    | 2.42    |
| Al K    | 5.90  | 1.0000    | 10.04   | 0.67    | 11.07   |
| Si K    | 36.11 | 0.9066    | 67.83   | 1.29    | 71.82   |
| K K     | 4.20  | 0.8498    | 8.41    | 0.79    | 6.40    |
| Ca K    | 4.68  | 0.8191    | 9.73    | 0.84    | 7.22    |
| Fe K    | 0.98  | 0.8247    | 2.02    | 0.87    | 1.07    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



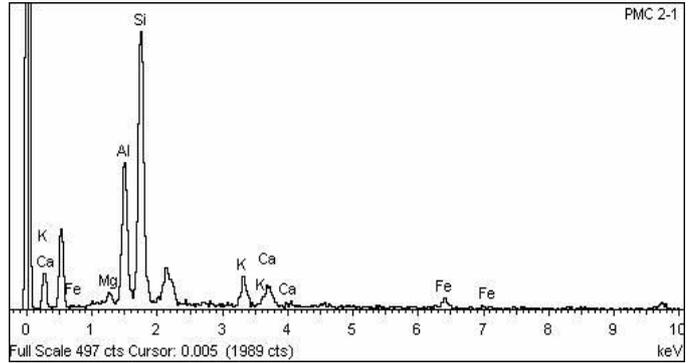
PMC\_1-3 (8)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.67  | 0.9235    | 1.24    | 0.62    | 1.64    |
| Mg K    | 1.10  | 0.8500    | 2.19    | 0.55    | 2.75    |
| Al K    | 6.45  | 0.9315    | 11.76   | 0.75    | 13.28   |
| Si K    | 28.13 | 0.8516    | 56.12   | 1.34    | 60.90   |
| K K     | 4.63  | 0.8825    | 8.92    | 0.83    | 6.95    |
| Ca K    | 8.45  | 0.8376    | 17.15   | 0.99    | 13.04   |
| Fe K    | 1.27  | 0.8240    | 2.62    | 0.90    | 1.43    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

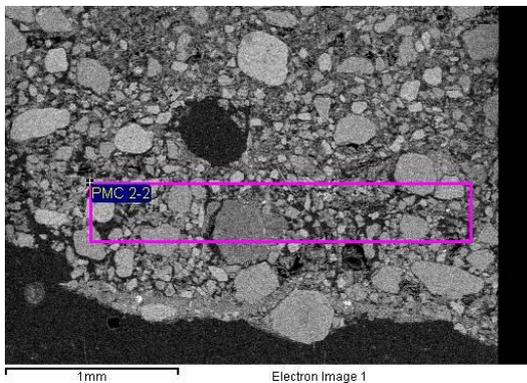
**Imagen del SEM, espectro obtenido y % de elementos resultante presentes en la muestra PMC 2.**



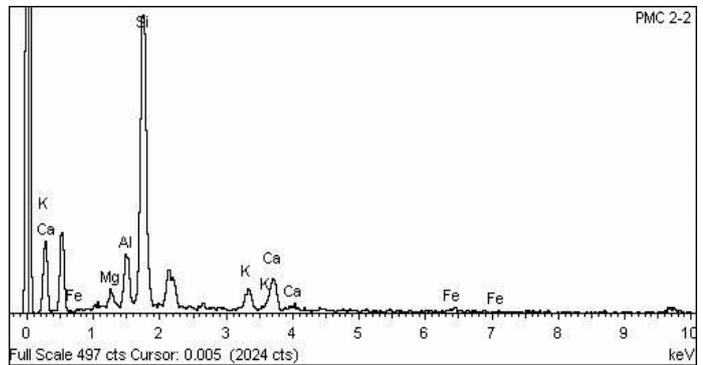
PMC\_2-1 (1)



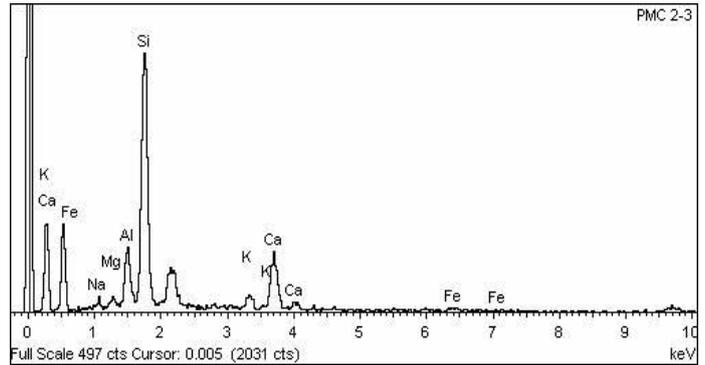
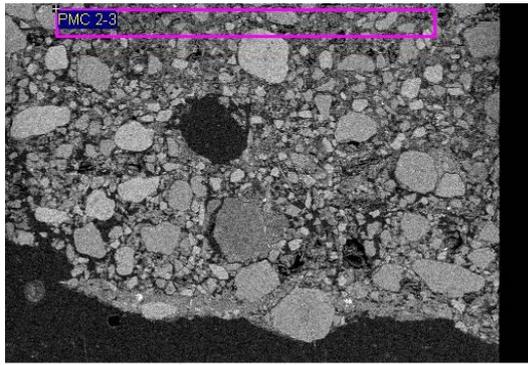
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.93  | 0.8976    | 1.65    | 0.81    | 2.19    |
| Mg K    | 1.67  | 0.8248    | 3.23    | 0.75    | 4.05    |
| Al K    | 7.50  | 0.8945    | 13.39   | 1.02    | 15.15   |
| Si K    | 27.58 | 0.8131    | 54.15   | 1.74    | 58.87   |
| K K     | 4.02  | 0.8803    | 7.29    | 0.98    | 5.70    |
| Ca K    | 6.62  | 0.8470    | 12.47   | 1.15    | 9.50    |
| Ti K    | 1.30  | 0.7462    | 2.77    | 0.83    | 1.77    |
| Fe K    | 2.63  | 0.8301    | 5.05    | 1.24    | 2.76    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_2-1 (2)

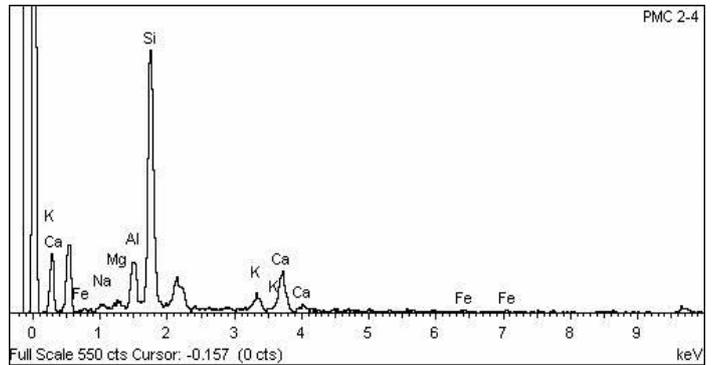
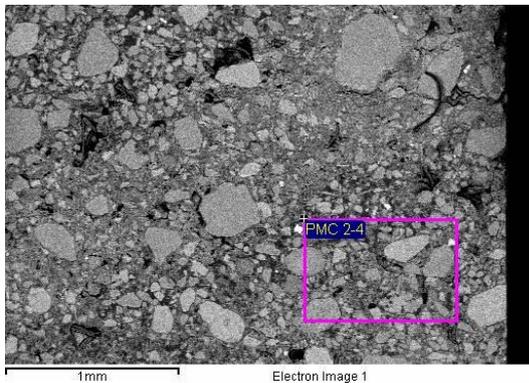


| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.53  | 0.8971    | 3.00    | 0.58    | 3.71    |
| Al K    | 5.26  | 0.9567    | 9.63    | 0.73    | 10.73   |
| Si K    | 32.34 | 0.8874    | 63.89   | 1.40    | 68.40   |
| K K     | 3.55  | 0.8620    | 7.23    | 0.85    | 5.56    |
| Ca K    | 6.37  | 0.8310    | 13.44   | 0.97    | 10.08   |
| Fe K    | 1.33  | 0.8246    | 2.82    | 0.97    | 1.52    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



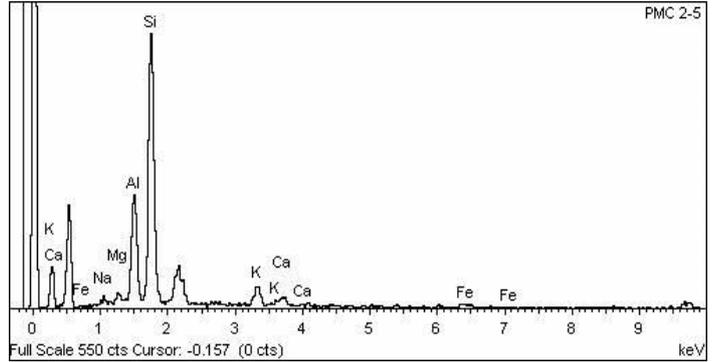
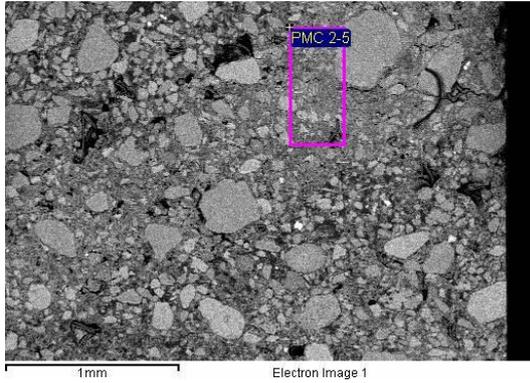
PMC\_2-1 (3)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 1.26  | 0.9042    | 2.48    | 0.69    | 3.29    |
| Mg K    | 0.71  | 0.8173    | 1.55    | 0.55    | 1.95    |
| Al K    | 5.17  | 0.9157    | 10.06   | 0.79    | 11.40   |
| Si K    | 27.13 | 0.8609    | 56.14   | 1.43    | 61.13   |
| K K     | 2.56  | 0.8892    | 5.13    | 0.76    | 4.01    |
| Ca K    | 10.52 | 0.8544    | 21.94   | 1.12    | 16.74   |
| Fe K    | 1.26  | 0.8225    | 2.72    | 0.97    | 1.49    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



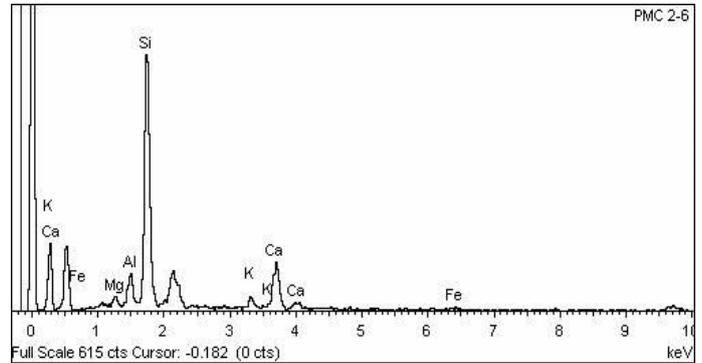
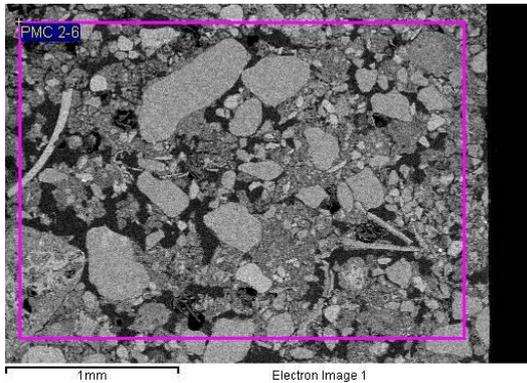
PMC\_2-2 (4)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.60  | 0.9488    | 1.08    | 0.67    | 1.43    |
| Mg K    | 0.75  | 0.8703    | 1.48    | 0.55    | 1.84    |
| Al K    | 5.44  | 0.9609    | 9.76    | 0.77    | 10.94   |
| Si K    | 31.99 | 0.8895    | 62.01   | 1.46    | 66.74   |
| K K     | 2.82  | 0.8720    | 5.57    | 0.83    | 4.31    |
| Ca K    | 8.88  | 0.8419    | 18.18   | 1.08    | 13.71   |
| Fe K    | 0.91  | 0.8221    | 1.90    | 0.89    | 1.03    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_2-2 (5)

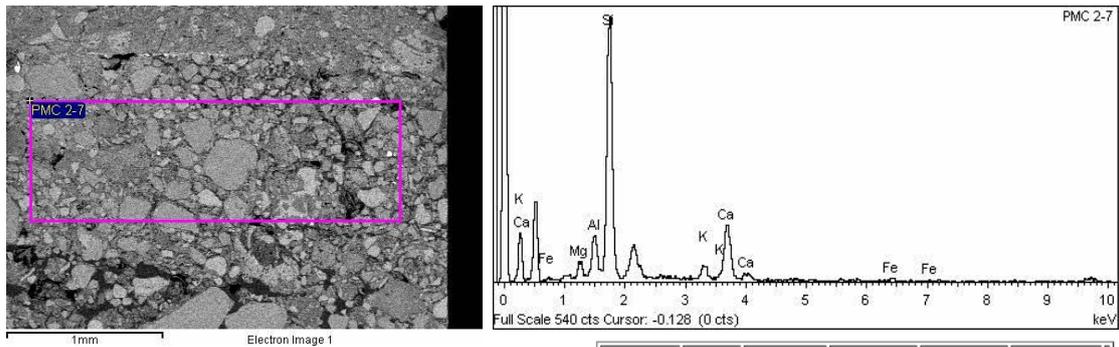
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 1.01  | 1.0613    | 1.57    | 0.54    | 1.99    |
| Mg K    | 0.88  | 0.9357    | 1.56    | 0.48    | 1.87    |
| Al K    | 11.40 | 1.0048    | 18.81   | 0.86    | 20.29   |
| Si K    | 31.11 | 0.8115    | 63.58   | 1.36    | 65.89   |
| K K     | 3.94  | 0.8378    | 7.80    | 0.81    | 5.81    |
| Ca K    | 1.63  | 0.8162    | 3.31    | 0.70    | 2.40    |
| Fe K    | 1.69  | 0.8316    | 3.36    | 0.96    | 1.75    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_2-3 (6)

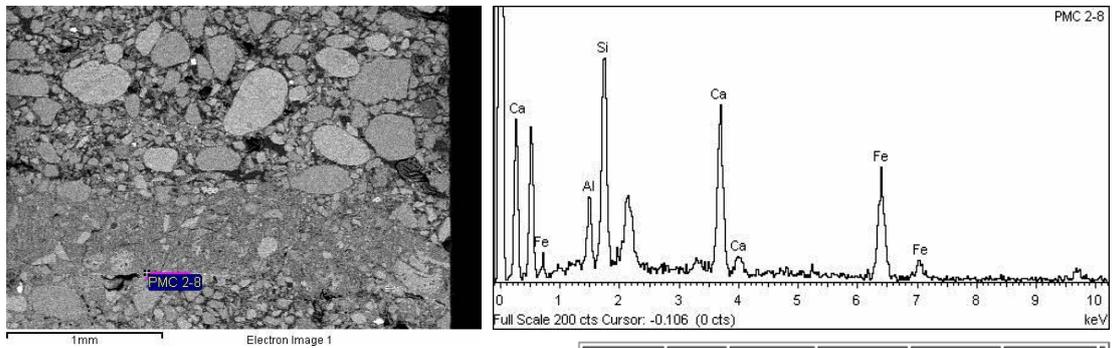
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.37  | 0.8541    | 2.78    | 0.57    | 3.51    |
| Al K    | 3.61  | 0.9287    | 6.72    | 0.67    | 7.65    |
| Si K    | 31.82 | 0.9062    | 60.75   | 1.34    | 66.45   |
| K K     | 2.27  | 0.8847    | 4.43    | 0.70    | 3.48    |
| Ca K    | 11.33 | 0.8529    | 22.98   | 1.08    | 17.62   |
| Fe K    | 1.11  | 0.8201    | 2.34    | 0.91    | 1.29    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

*Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). Propuesta de conservación y restauración.*



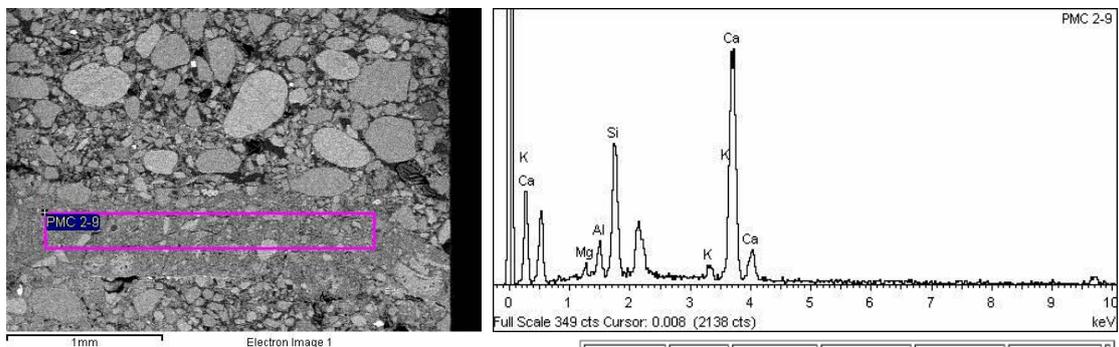
PMC\_2-4 (7)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.81  | 0.8547    | 3.48    | 0.55    | 4.41    |
| Al K    | 4.29  | 0.9172    | 7.69    | 0.67    | 8.77    |
| Si K    | 31.17 | 0.8883    | 57.69   | 1.25    | 63.18   |
| K K     | 3.12  | 0.8909    | 5.76    | 0.69    | 4.53    |
| Ca K    | 12.28 | 0.8516    | 23.71   | 1.03    | 18.20   |
| Fe K    | 0.83  | 0.8192    | 1.67    | 0.83    | 0.92    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



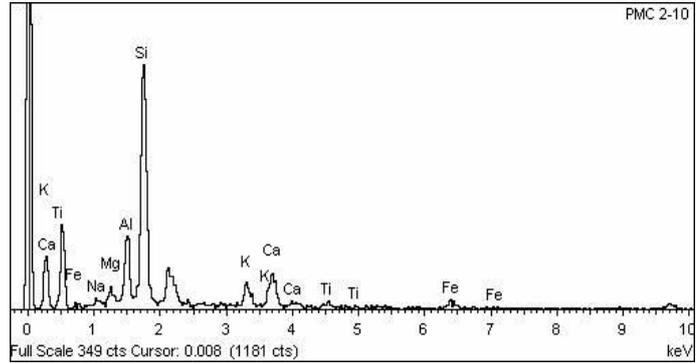
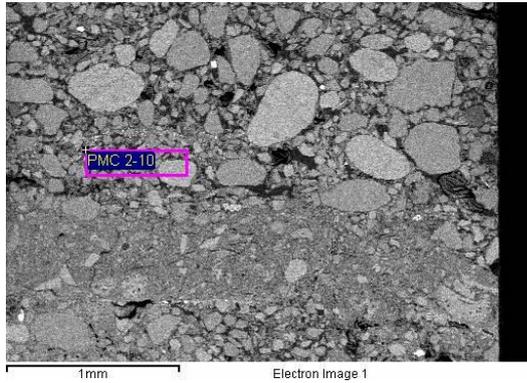
PMC\_2-5 (8)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Al K    | 3.51  | 0.6393    | 8.67    | 0.87    | 12.45   |
| Si K    | 11.21 | 0.6969    | 25.45   | 1.23    | 35.09   |
| Ca K    | 15.14 | 0.9658    | 24.79   | 1.14    | 23.95   |
| Fe K    | 22.78 | 0.8763    | 41.10   | 1.53    | 28.50   |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



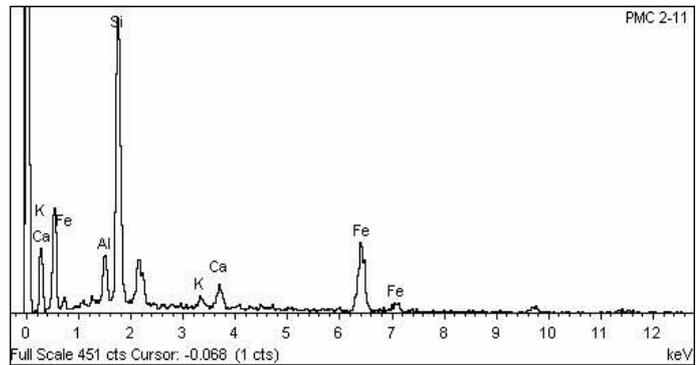
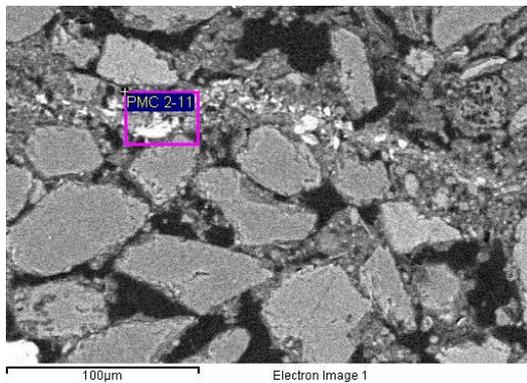
PMC\_2-5 (9)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.11  | 0.6702    | 2.85    | 0.67    | 4.13    |
| Al K    | 2.27  | 0.7758    | 5.06    | 0.70    | 6.60    |
| Si K    | 10.78 | 0.8341    | 22.36   | 1.06    | 28.01   |
| K K     | 2.03  | 1.0716    | 3.28    | 0.60    | 2.95    |
| Ca K    | 36.36 | 0.9469    | 66.44   | 1.29    | 58.31   |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_2-5 (10)

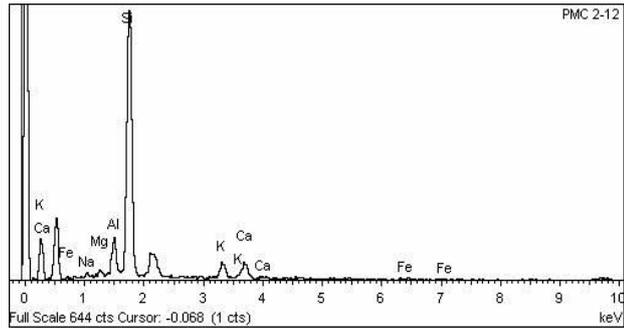
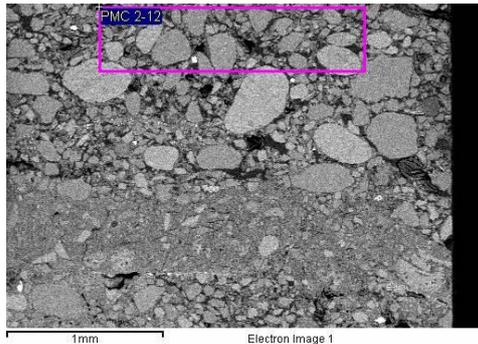
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.93  | 0.8976    | 1.65    | 0.81    | 2.19    |
| Mg K    | 1.67  | 0.8248    | 3.23    | 0.75    | 4.05    |
| Al K    | 7.50  | 0.8945    | 13.39   | 1.02    | 15.15   |
| Si K    | 27.58 | 0.8131    | 54.15   | 1.74    | 58.87   |
| K K     | 4.02  | 0.8803    | 7.29    | 0.98    | 5.70    |
| Ca K    | 6.62  | 0.8470    | 12.47   | 1.15    | 9.50    |
| Ti K    | 1.30  | 0.7462    | 2.77    | 0.83    | 1.77    |
| Fe K    | 2.63  | 0.8301    | 5.05    | 1.24    | 2.76    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_2-6 (11)

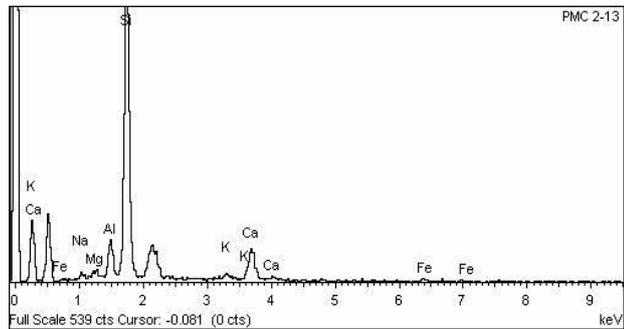
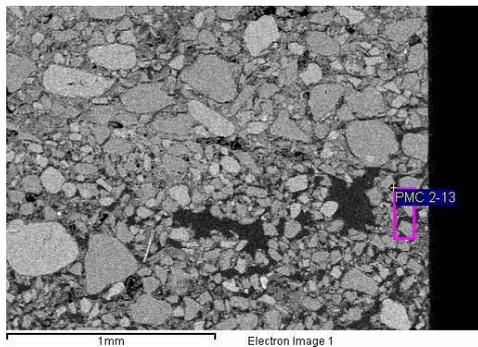
| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Al K    | 3.88  | 0.7007    | 7.53    | 0.68    | 9.95    |
| Si K    | 25.41 | 0.7479    | 46.18   | 1.20    | 58.60   |
| K K     | 1.72  | 0.9128    | 2.56    | 0.51    | 2.33    |
| Ca K    | 3.23  | 0.9071    | 4.84    | 0.59    | 4.31    |
| Fe K    | 25.17 | 0.8797    | 38.89   | 1.27    | 24.82   |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

Estudio y análisis de los fragmentos murales del poblado vacceo de la Plaza del Castillo de Cuéllar (Segovia). Propuesta de conservación y restauración.



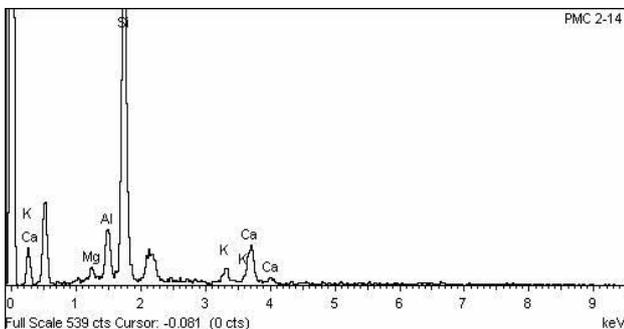
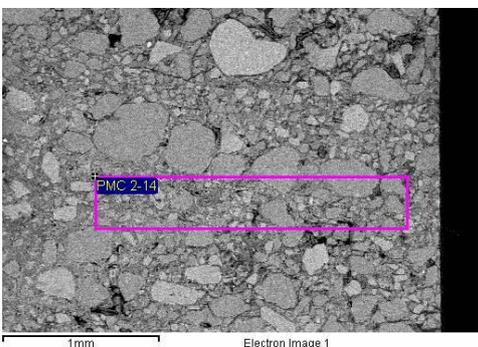
PMC\_2-7 (12)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 0.81  | 1.0421    | 1.33    | 0.53    | 1.71    |
| Mg K    | 0.67  | 0.9292    | 1.24    | 0.46    | 1.50    |
| Al K    | 4.53  | 1.0153    | 7.64    | 0.64    | 8.34    |
| Si K    | 39.66 | 0.9439    | 72.05   | 1.38    | 75.54   |
| K K     | 4.19  | 0.8415    | 8.53    | 0.81    | 6.42    |
| Ca K    | 3.73  | 0.8130    | 7.86    | 0.84    | 5.77    |
| Fe K    | 0.64  | 0.8240    | 1.34    | 0.85    | 0.71    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



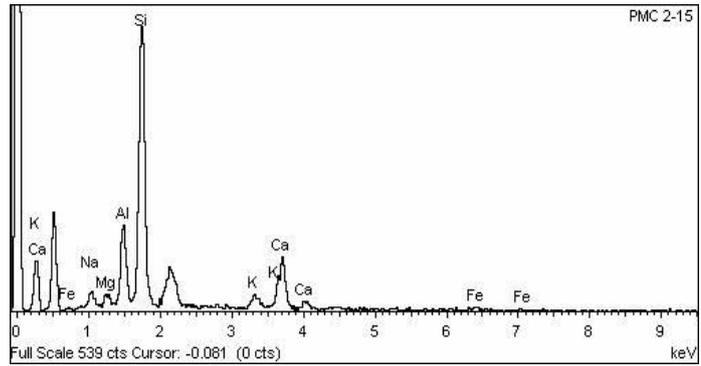
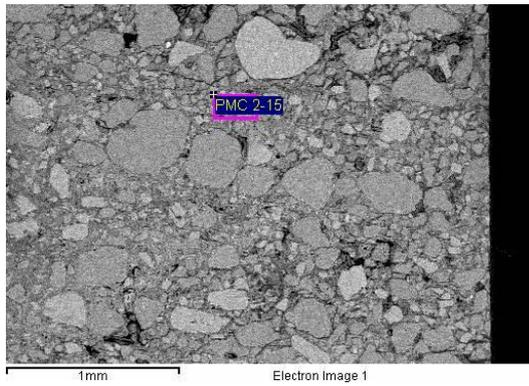
PMC\_2-8 (13)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Na K    | 1.18  | 0.9997    | 2.05    | 0.60    | 2.63    |
| Mg K    | 0.71  | 0.8873    | 1.39    | 0.51    | 1.69    |
| Al K    | 4.06  | 0.9782    | 7.18    | 0.64    | 7.86    |
| Si K    | 38.36 | 0.9261    | 71.60   | 1.43    | 75.32   |
| K K     | 0.75  | 0.8453    | 1.53    | 0.67    | 1.15    |
| Ca K    | 6.43  | 0.8403    | 13.23   | 0.97    | 9.75    |
| Fe K    | 1.44  | 0.8249    | 3.03    | 0.88    | 1.60    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



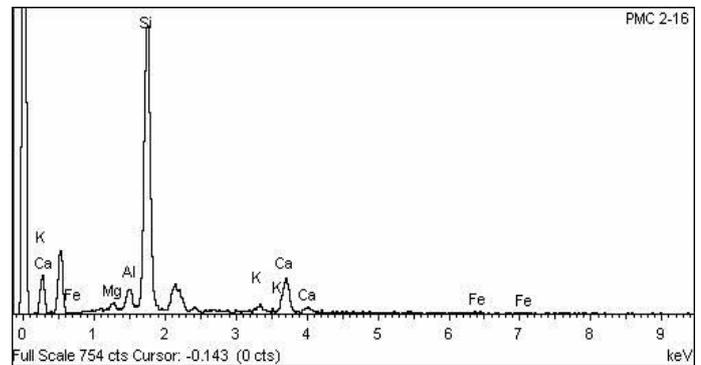
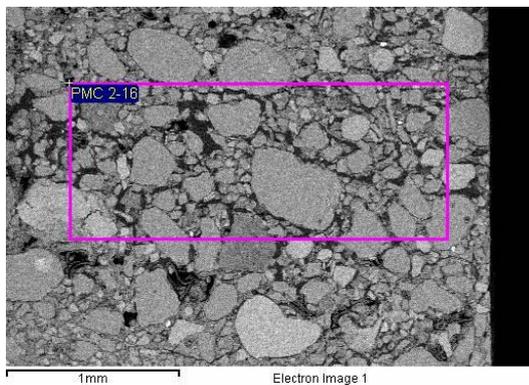
PMC\_2-9 (14)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.17  | 0.9362    | 2.13    | 0.49    | 2.60    |
| Al K    | 5.30  | 1.0029    | 8.97    | 0.65    | 9.88    |
| Si K    | 36.84 | 0.9213    | 67.83   | 1.16    | 71.79   |
| K K     | 2.48  | 0.8561    | 4.92    | 0.70    | 3.74    |
| Ca K    | 7.93  | 0.8329    | 16.16   | 0.92    | 11.99   |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



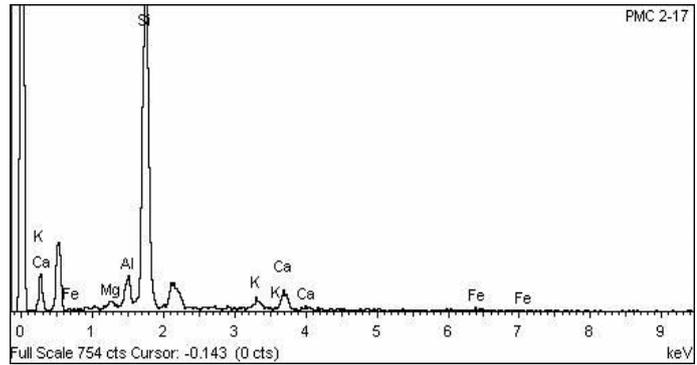
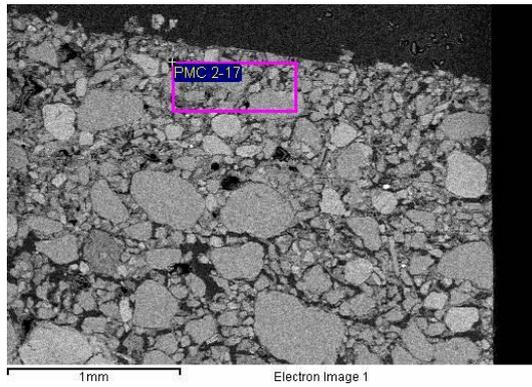
PMC\_2-9 (15)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corn.     |         | Sigma   |         |
| Na K    | 2.28  | 0.9692    | 3.84    | 0.69    | 4.97    |
| Mg K    | 1.14  | 0.8374    | 2.22    | 0.52    | 2.72    |
| Al K    | 7.52  | 0.9189    | 13.37   | 0.77    | 14.75   |
| Si K    | 29.04 | 0.8249    | 57.51   | 1.30    | 60.94   |
| K K     | 1.71  | 0.8711    | 3.21    | 0.66    | 2.44    |
| Ca K    | 8.95  | 0.8512    | 17.18   | 0.94    | 12.76   |
| Fe K    | 1.35  | 0.8253    | 2.67    | 0.84    | 1.42    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



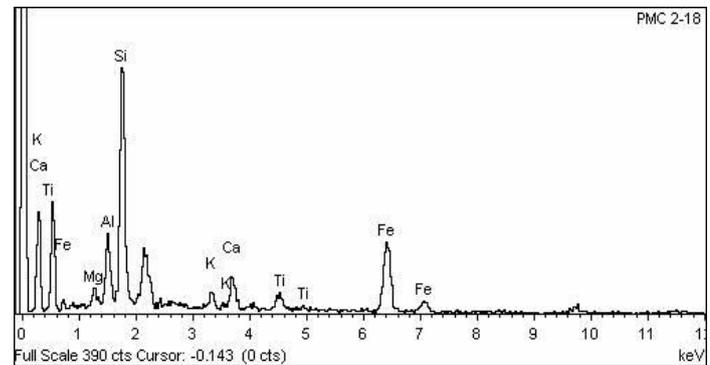
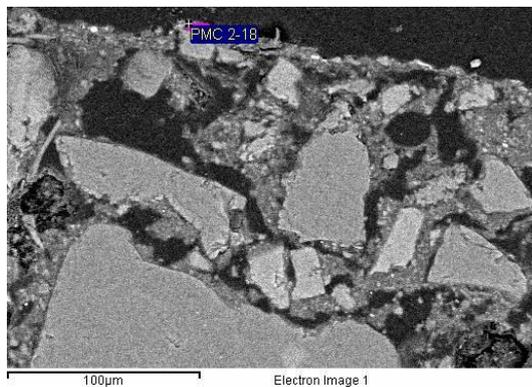
PMC\_2-10 (16)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corn.     |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.01  | 0.9121    | 1.87    | 0.45    | 2.30    |
| Al K    | 2.50  | 0.9930    | 4.26    | 0.53    | 4.72    |
| Si K    | 41.55 | 0.9738    | 72.11   | 1.25    | 76.91   |
| K K     | 1.51  | 0.8552    | 2.97    | 0.62    | 2.28    |
| Ca K    | 8.73  | 0.8391    | 17.58   | 0.92    | 13.14   |
| Fe K    | 0.59  | 0.8196    | 1.21    | 0.80    | 0.65    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_2-11 (17)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 0.61  | 0.9515    | 1.11    | 0.41    | 1.34    |
| Al K    | 3.45  | 1.0381    | 5.76    | 0.53    | 6.28    |
| Si K    | 43.85 | 0.9791    | 77.62   | 1.23    | 81.34   |
| K K     | 2.04  | 0.8325    | 4.25    | 0.66    | 3.20    |
| Ca K    | 4.34  | 0.8218    | 9.16    | 0.76    | 6.72    |
| Fe K    | 1.00  | 0.8239    | 2.11    | 0.81    | 1.11    |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |



PMC\_2-12 (18)

| Element | App   | Intensity | Weight% | Weight% | Atomic% |
|---------|-------|-----------|---------|---------|---------|
|         | Conc. | Corrn.    |         | Sigma   |         |
| Mg K    | 1.00  | 0.5459    | 2.52    | 0.69    | 3.75    |
| Al K    | 4.61  | 0.6654    | 9.50    | 0.78    | 12.77   |
| Si K    | 18.86 | 0.7070    | 36.61   | 1.20    | 47.24   |
| K K     | 2.11  | 0.9372    | 3.09    | 0.51    | 2.86    |
| Ca K    | 4.12  | 0.9248    | 6.12    | 0.63    | 5.53    |
| Ti K    | 2.68  | 0.8322    | 4.42    | 0.67    | 3.34    |
| Fe K    | 24.18 | 0.8792    | 37.74   | 1.34    | 24.50   |
| Totals  |       |           | 100.00  |         |         |

***ANEXO III. Fichas Técnicas de productos de restauración.***

## RESINAS ACRÍLICAS RESINAS ACRÍLICAS

# 1.1.1



### ACRIL 33

Resina acrílica pura al 100% en dispersión acuosa caracterizada por una óptima resistencia a los agentes atmosféricos y estabilidad química. Por la elevada resistencia a los álcalis, **Acril 33** es especialmente indicada para aplicaciones con ligantes hidráulicos (cal hidratada-hidráulica, cemento, yeso). **Acril 33** es una resina utilizada en todos los sectores de la restauración, como:

- aditivo para morteros de inyección y de estucado
- ligante para pigmentos, veladuras
- adhesivo
- consolidante y fijativo para estratos pictóricos

#### Propiedades-características:

- excelente estabilidad al hielo-deshielo
- buena estabilidad del pH
- óptimo poder ligante
- elevada resistencia al amarilleo

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| Aspecto:      | líquido lechoso blanco |
| Residuo seco: | 46 ± 1%                |
| Viscosidad:   | 3750 mPas a 20°C       |
| pH:           | 9,5                    |

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 20 kg 120 kg

### ACRIL ME

**ACRIL ME** es una micro emulsión acrílica caracterizada por las reducidas dimensiones de las partículas (alrededor de 50 micron). Esto implica una baja viscosidad y una mayor capacidad de penetración en substratos porosos con respecto a las normales emulsiones acrílicas. Se puede por tanto utilizar como consolidante de piedras naturales, cementos e intónacos.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                              |                        |
|------------------------------|------------------------|
| Aspecto:                     | líquido blanco lechoso |
| Contenido de materia activa: | 41%                    |
| Densidad:                    | aprox. 1,0 kg/l a 20°C |
| Viscosidad Brookfield:       | <500 mPa.s             |

**ENVASES:** 1 Kg 5 Kg 20 Kg

### ELVACITE®

Resina acrílica al 100% a base de Butil-Metacrilato usada para la consolidación y la protección de objetos y obras de arte. Se caracteriza por la especial elasticidad que favorece su aplicación en obras sujetas a variaciones dimensionales (madera, cuero, pergamino, etc.). **Elvacite** es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorurados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                                     | 2044                             | 2046     |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------|
| Aspecto:                            | minúsculas esferas transparentes |          |
| Viscosidad (30% en Tolueno):        | 150 mPas                         | 200 mPas |
| Temperatura transición vítrea (tg): | 15°C                             | 35°C     |
| Dureza Tukon:                       | < 1                              | 4        |

**ENVASES:** 2044 800 g 5 kg  
2046 800 g 5 kg



### ACRIL 33

Resina acrílica pura (100%) em dispersão aquosa caracterizada por uma ótima resistência aos agentes atmosféricos e estabilidade química. Devido à elevada resistência aos alcalis, **Acril 33** é especialmente indicada para aplicações com ligantes hidráulicos (cal hidratada-hidráulica, cimento, gesso). **Acril 33** é uma resina utilizada em todos os setores de restauro, como:

- aditivo para argamassa de injeção e estucagem
- ligante para pigmentos, caiações
- adesivo
- consolidante e fixador para camadas pictóricas

#### Propiedades-características:

- excelente estabilidade em situações de gelo/degelo
- boa estabilidade do pH
- ótimo poder ligante
- elevada resistência ao amarelecimento

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| Aspetto:      | líquido branco leitoso |
| Residuo seco: | 46 ± 1%                |
| Viscosidade:  | 3750 mPas à 20°C       |
| pH:           | 9,5                    |

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 20 kg 120 kg

### ACRIL ME

**ACRIL ME** é uma microemulsão acrílica caracterizada pela reduzida dimensão das partículas (cerca de 50 microns), o que lhe confere uma baixa viscosidade e uma maior capacidade de penetração nos substratos porosos em relação às emulsões acrílicas normais. Assim, pode ser utilizada como consolidante de pedras naturais, cimentos, rebocos.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                            |                        |
|----------------------------|------------------------|
| Aspetto:                   | líquido branco leitoso |
| Conteúdo de matéria ativa: | 41%                    |
| Densidade:                 | aprox. 1,0 kg/l a 20°C |
| Viscosidade Brookfield:    | <500 mPa.s             |

**EMBALAGENS:** 1 Kg 5 Kg 20 Kg

### ELVACITE®

Resina 100% acrílica à base de Metacrilato de butilo, usada para a consolidação e proteção de objetos e obras de arte. Caracteriza-se pela particular elasticidade que favorece a sua aplicação sobre objetos sujeitos a variações dimensionais (madeira, couro, pergamino, etc.). **Elvacite** é solúvel em cetonas, ésteres, hidrocarbonetos aromáticos e clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                                       | 2044                             | 2046     |
|---------------------------------------|----------------------------------|----------|
| Aspetto:                              | minúsculas esferas transparentes |          |
| Viscosidade (30% em Tolueno):         | 150 mPas                         | 200 mPas |
| Temperatura de transição vítrea (tg): | 15°C                             | 35°C     |
| Dureza Tukon:                         | < 1                              | 4        |

**EMBALAGENS:** 2044 800 g 5 kg  
2046 800 g 5 kg

# 1.1.1

## RESINAS ACRÍLICAS RESINAS ACRÍLICAS



### PARALOID® B 44

Resina acrílica al 100% a base de Metil-metacrilato con óptimas características de dureza, brillo y adhesión sobre los más variados soportes, especialmente en metales. **Paraloid B 44** es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: granos transparentes  
Dureza knoop: 15-16  
Temperatura transición vítrea (tg): 60°C

ENVASES: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg

### PARALOID® B 66

Resina acrílica al 100% a base de Metil-butil-metacrilato con óptimas características de adhesión, flexibilidad y rápido secado al aire. **Paraloid B 66** es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: granos transparentes  
Dureza knoop: 12-13  
Temperatura transición vítrea (tg): 50°C

ENVASES: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg

### PARALOID® B 67

Resina acrílica al 100% a base de Isobutil-metacrilato con óptimas características de brillo y adhesión. **Paraloid B 67** es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: granos transparentes  
Dureza knoop: 11-12  
Temperatura transición vítrea (tg): 50°C

ENVASES: 1 kg 5 kg 12 kg 127 kg

### PARALOID® B 72

Resina acrílica al 100% a base de Etil-metacrilato con óptimas características de dureza, brillo y adhesión sobre los más variados soportes. El **Paraloid B 72** se emplea para la consolidación y la protección de objetos y obras de arte en madera, piedra, mármol, metal, etc. **Paraloid B 72** es soluble en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: granos transparentes  
Dureza knoop: 10-11  
Temperatura transición vítrea (tg): 40°C

ENVASES: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg

### PARALOID® B 82

Resina acrílica al 100% a base de Metil-metacrilato. La característica especial del **Paraloid B 82** es su solubilidad en mezclas de alcohol/agua, y también en cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: granos transparentes  
Dureza knoop: 10-11  
Temperatura transición vítrea (tg): 35°C

ENVASES: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg



### PARALOID® B 44

Resina 100% acrílica à base de Metacrilato de metilo-butilo com ótimas características de aderência, flexibilidade e rápida secagem ao ar. **Paraloid B 66** é solúvel em cetonas, ésteres, hidrocarbonetos aromáticos e clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: grânulos transparentes  
Dureza knoop: 15-16  
Temperatura de transição vítrea (tg): 60°C

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg

### PARALOID® B 66

Resina 100% acrílica à base de Metacrilato de metilo-butilo com ótimas características de aderência, flexibilidade e rápida secagem ao ar. **Paraloid B 66** é solúvel em cetonas, ésteres, hidrocarbonetos aromáticos e clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: grânulos transparentes  
Dureza knoop: 12-13  
Temperatura de transição vítrea (tg): 50°C

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg

### PARALOID® B 67

Resina 100% acrílica à base de Metacrilato de isobutilo com ótimas características de brilho e aderência. **Paraloid B 67** é solúvel em cetonas, ésteres, hidrocarbonetos aromáticos e clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: grânulos transparentes  
Dureza knoop: 11-12  
Temperatura de transição vítrea (tg): 50°C

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 12 kg 127 kg

### PARALOID® B 72

Resina 100% acrílica à base de Metacrilato de etilo com ótimas características de dureza, brilho e aderência aos mais variados substratos. **Paraloid B 72** é utilizado para a consolidação e proteção de objetos e obras de arte em madeira, pedra, mármore, metal, etc. **Paraloid B 72** é solúvel em cetonas, ésteres, hidrocarbonetos aromáticos e clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: grânulos transparentes  
Dureza knoop: 10-11  
Temperatura de transição vítrea (tg): 40°C

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg

### PARALOID® B 82

Resina 100% acrílica à base de Metacrilato de metilo. **Paraloid B 82** possui a característica particular de ser solúvel em misturas de álcool/água e é também solúvel em cetonas, ésteres, hidrocarbonetos aromáticos e clorados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: grânulos transparentes  
Dureza knoop: 10-11  
Temperatura de transição vítrea (tg): 35°C

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 12 kg 136 kg

**RESINAS ACRÍLICAS  
RESINAS ACRÍLICAS**

**1.1.1**



**DEGALAN® (PLEXISOL) P 550**

Resina acrílica a base de Butil-metacrilato en solución al 40% en bencina 100º/140ºC, usada como consolidante de la película pictórica. **Degalan P 550** es soluble en ésteres, cetonas, hidrocarburos aromáticos, alifáticos y clorados; se puede diluir solo limitadamente con alcohol e hidrocarburos alifáticos.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspecto: líquido denso  
Residuo seco: 40 ± 1%  
Densidad: 0,84 kg/l  
Viscosidad: 2800 - 5400 mPas a 20ºC

**ENVASES:** 1 l 5 l

**PLEXTOL® B 500**

Resina acrílica pura termoplástica de media viscosidad en dispersión acuosa. El **Plextol B 500** está caracterizado por una óptima resistencia a los agentes atmosféricos y estabilidad química, y se emplea generalmente como adhesivo y en la forración de cuadros.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspecto: líquido lechoso blanco  
Residuo seco: 50 ± 1%  
Viscosidad: 1100 - 4500 mPas a 20ºC  
pH: 9,5

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 20 kg 125 kg

**PRIMAL® E822K (ex AC61) / B 60 A ER**

Resina acrílica pura al 100% en dispersión acuosa utilizada en las formulaciones de morteros a base de ligantes hidráulicos a los cuales confiere buena resistencia mecánica.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

|                    | <b>E822K</b>           | <b>B 60 A ER</b> |
|--------------------|------------------------|------------------|
| Aspecto:           | líquido lechoso blanco |                  |
| Residuo seco:      | 50 ± 0,5%              | 46-47%           |
| Densidad:          | 1,07 kg/l a 20ºC       |                  |
| Viscosidad a 20ºC: | 100 - 1000 mPas        | 800-3000 mPas    |
| pH:                | 8,5 - 9                | 9,0-9,9          |

**ENVASES:** 5 kg 20 kg 120 kg

**PRIMAL® CM 330 (ex E 330 S)**

Resina acrílica pura al 100% de baja viscosidad en dispersión acuosa. Especialmente indicada como aditivo para morteros, a los cuales aporta un rápido endurecimiento y una mejora de la resistencia mecánica.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspecto: líquido lechoso blanco  
Residuo seco: 47 ± 0,5%  
Densidad: 1,06 kg/l a 20ºC  
Viscosidad: < 100 mPas a 20ºC  
pH: 9,5 - 10,5

**ENVASES:** 5 kg 20 kg 120 kg



**DEGALAN® (PLEXISOL) P 550**

Resina acrílica à base de Metacrilato de butilo, em solução a 40% em bencina 100º/140ºC, usada como consolidante da película pictórica. **Degalan P 550** é solúvel em ésteres, cetonas, hidrocarbonetos aromáticos, alifáticos e clorados; é parcialmente miscível em álcool e hidrocarbonetos alifáticos.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspeto: líquido denso  
Resíduo seco: 40 ± 1%  
Densidade: 0,84 kg/l  
Viscosidade: 2800 - 5400 mPas a 20ºC

**EMBALAGENS:** 1 l 5

**PLEXTOL® B 500**

Resina acrílica pura, termoplástica, de média viscosidade, em dispersão aquosa. **Plextol B 500** é caracterizado por uma ótima resistência aos agentes atmosféricos e estabilidade química. É geralmente utilizado como adesivo e no revestimento de quadros.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspeto: líquido branco leitoso  
Resíduo seco: 50 ± 1%  
Viscosidade: 1100 - 4500 mPas a 20ºC  
pH: 9,5

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 20 kg 125 kg

**PRIMAL® E822K (ex AC61) / B 60 A ER**

Resina acrílica pura (100%) em dispersão aquosa utilizada nas formulações de argamassa à base de ligantes hidráulicos, aos quais confere boa resistência mecânica.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

|                     | <b>E822K</b>           | <b>B 60 A ER</b> |
|---------------------|------------------------|------------------|
| Aspeto:             | líquido branco leitoso |                  |
| Resíduo seco:       | 50 ± 0,5%              | 46-47%           |
| Densidade:          | 1,07 kg/l a 20ºC       |                  |
| Viscosidade a 20ºC: | 100 - 1000 mPas        | 800-3000 mPas    |
| pH:                 | 8,5 - 9                | 9,0-9,9          |

**EMBALAGENS:** 5 kg 20 kg 120 kg

**PRIMAL® CM 330 (ex E 330 S)**

Resina acrílica pura (100%) de baixa viscosidade em dispersão aquosa. Particularmente indicada como aditivo para argamassa, à qual confere um rápido endurecimento e uma melhoria da resistência mecânica.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspeto: líquido branco leitoso  
Resíduo seco: 47 ± 0,5%  
Densidade: 1,06 kg/l a 20ºC  
Viscosidade: < 100 mPas a 20ºC  
pH: 9,5 - 10,5

**EMBALAGENS:** 5 kg 20 kg 120 kg

## 1.1.2

### RESINAS EPOXÍDICAS RESINAS EPOXÍDICAS



#### EPO 127

Resina epoxídica tixotrópica estudiada específicamente para reconstrucciones y reintegraciones de partes de madera, garantizando una óptima adhesión y correspondencia a las características del material sobre el que se aplica. **Epo 127** garantiza además una óptima resistencia mecánica y estabilidad dimensional.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Endurecedor: **K 128** relación en peso 100%  
Aspecto: pasta marrón  
Tiempo de trabajo: 40 min. a 20°C

**ENVASES:**  
**EPO 127** 1 kg 5 kg  
**K 128** 1 kg 5 kg

#### EPO 150

Resina epoxídica líquida transparente de muy baja viscosidad para operaciones de restauración de estructuras dañadas en hormigón, piedra, ladrillo y madera, mediante inyecciones o anclado con espigas de barras de fibra de vidrio. **Epo 150** es una resina pura muy versátil con óptimas características de resistencia y estabilidad; se puede cargar con inertes hasta obtener una mezcla para utilizar en estucos y reintegraciones.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Endurecedor: **K 151** relación en peso 25%  
Aspecto: líquido transparente  
Viscosidad del sistema: 500 - 800 mPas  
Tiempo de trabajo: 30 - 50 min. a 25°C

**ENVASES:**  
**EPO 150** 1 kg 4 kg 20 kg  
**K 151** 250 g 1 kg 5 kg

#### EPO 155

**Epo 155** es una resina epoxídica fluida, dotada de una buena adhesión y elevada flexibilidad, indicada para los encolados elásticos en una gran variedad de soportes como piedra, barro cocido, metal y madera.

**Epo 155** puede ser utilizada para las normales inyecciones, en relleno de fisuras y en el anclaje de clavos y barras de fibra de vidrio; se puede cargar con inertes secos de varios tipos, hasta conseguir mezclas para utilizar en estucados y reintegraciones.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Endurecedor: **K 156** relación en peso 50%  
Aspecto: líquido transparente  
Viscosidad del sistema: 120-240 mPas  
Tiempo de trabajo: 30 min. a 25°C

**ENVASES:**  
**EPO 155** 1 Kg  
**K 156** 500 g

#### UHU® PLUS

Adhesivo epoxídico bicomponente para el encolado rápido de metal, madera, piedra, cerámica, hormigón y vidrio.

**ENVASES:**  
tubo 30 ml (15+15)  
tubo 150 ml (75+75)



#### EPO 127

Resina epoxídica tixotrópica especialmente estudiada para reconstruções e reparações de partes de madeira, garantindo uma ótima aderência e correspondência às características do material ao qual é aplicada. **Epo 127** garante também uma ótima resistência mecânica e estabilidade dimensional.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Endurecedor: **K 128** relação em peso 100%  
Aspetto: pasta castanha  
Tempo de trabalho: 40 min. a 20°C

**EMBALAGENS:**  
**EPO 127** 1 kg 5 kg  
**K 128** 1 kg 5 kg

#### EPO 150

Resina epoxídica líquida transparente de muito baixa viscosidade para intervenções de restauro de estruturas danificadas em cimento, pedra, barro e madeira, através de injeções ou fixação com pernos em fibra de vidro. **Epo 150** é uma resina pura muito versátil, com ótimas características de resistência e estabilidade. Pode ser misturada com vários materiais inertes, de forma a obter misturas para utilização em estucagens e reparações.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Endurecedor: **K 151** relação em peso 25%  
Aspetto: líquido transparente  
Viscosidade do sistema: 500 - 800 mPas  
Tempo de trabalho: 30 - 50 min. a 25°C

**EMBALAGENS:**  
**EPO 150** 1 kg 4 kg 20 kg  
**K 151** 250 g 1 kg 5 kg

#### EPO 155

**Epo 155** é uma resina epoxídica fluida, dotada de boa aderência e elevada flexibilidade, indicada para colagens elásticas numa grande variedade de substratos, entre os quais pedra, barro cozido, metal e madeira.

**Epo 155** pode ser utilizada para injeções normais, para enchimento de fissuras e para fixação de pernos e barras em fibra de vidro. Pode ser misturada com diversos materiais inertes secos, de forma a obter misturas para utilização em estucagens e reparações.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Endurecedor: **K 156** relação em peso 50%  
Aspetto: líquido transparente  
Viscosidade do sistema: 120-240 mPas  
Tempo de trabalho: 30 min. a 25°C

**EMBALAGENS:**  
**EPO 155** 1 kg  
**K 156** 500 g

#### UHU® PLUS

Adesivo epoxídico bicomponente para a colagem rápida de metal, madeira, pedra, cerâmica, cimento e vidro.

**EMBALAGENS:**  
bisnaga 30 ml (15+15)  
bisnaga 150 ml (75+75)

## 1.1.4

## RESINAS VINÍLICAS RESINAS VINÍLICAS



### ALCOHOL POLIVINÍLICO

Resina obtenida por la saponificación del polivinilacetato, usada para la formulación de soluciones acuosas adhesivas sobre varios materiales, como barniz protectoro para metales y como consolidante para la película pictórica (sobre todo en casos de presencia de humedad). Es soluble en agua y dentro de ciertos límites en etanol y metanol, mientras que resulta insoluble en disolventes orgánicos. Las películas son estables y transparentes.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: polvo blanco marfil  
Viscosidad:  $8 \pm 1$  mPas (en sol. acuosa al 4% a 20°C)  
pH: 6 aprox. (en sol. acuosa al 4% a 20°C)  
Grado de hidrólisis: 87 - 89  
Temp. de transición vítrea (Tg): 65°C

ENVASES: 1 kg 5 kg 15 kg

### MOWITAL® B 60HH

Polímero de vinilbutiral usado sobre todo en la restauración arqueológica para el encolado y la consolidación de cerámicas. **Mowital B 60HH** responde perfectamente a las características de reversibilidad, resistencia al envejecimiento, transparencia, rapidez de toma y mínimo retiro. Se diluye con alcohol en porcentajes variables según el empleo y es reversible con alcohol y acetona.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: polvo blanco  
Residuo seco: > 98%  
Intervalo de reblandecimiento: 185° - 205°C  
Temperatura de transición vítrea (Tg): 65°C

ENVASES: 1 kg

### MOWILITH® DS 5/2 (ex DMC 2)

Dispersión acuosa de un copolímero a base de acetato de vinilo y éster butílico del ácido maleico, exento de plastificantes. Las óptimas propiedades de adhesión sobre soportes celulósicos permiten el empleo del **Mowilith DS 5/2** para el encolado de papel, cartón, tejidos y madera.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: líquido lechoso blanco  
Viscosidad: 9000 - 15000 mPas  
Residuo seco:  $56 \pm 1\%$   
Densidad: 1,05 kg/l a 20°C  
pH: 3,5 - 4,5

ENVASES: 5 kg 15 kg 125 kg

### PEOVAL 33

Dispersión acuosa de un copolímero del éster del ácido versático con acetato de vinilo, con óptimas características de resistencia y estabilidad tanto para interior como para exterior. En combinación con los ligantes hidráulicos utilizados para la formulación de estucos y morteros, **Peoval** aporta una mejora de la resistencia mecánica y del hidrofugado con respecto a las resinas acrílicas.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: líquido lechoso blanco  
Residuo seco:  $42 \pm 1\%$   
Densidad (kg/l a 20°C): 1  
Viscosidad (mPas a 20°C): 7000 - 12500  
pH: 2,5 - 4

ENVASES: 1 kg 5 kg 20 kg 120 kg



### ÁLCOOL POLIVINÍLICO

Resina obtida a partir da saponificação do acetato de polivinilo, utilizada na formulação de soluções aquosas adhesivas para diversos materiais, como verniz protetor para metais e como consolidante para película pictórica (sobretudo em casos de presença de humidade). É solúvel em água e parcialmente solúvel em etanol e metanol, sendo insolúvel em solventes orgânicos. As películas são estáveis e transparentes.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: pó branco marfim  
Viscosidade:  $8 \pm 1$  mPas (em sol. aquosa a 4% a 20°C)  
pH: aprox. 6 (em sol. aquosa a 4% a 20°C)  
Grau de hidrólise: 87 - 89  
Temp. de transição vítrea (Tg): 65°C

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 15 kg

### MOWITAL® B 60HH

Polímero de vinilbutiral utilizado sobretudo no restauro arqueológico para a colagem e consolidação de cerâmicas. **Mowital B 60HH** responde muito bem às características de reversibilidade, resistência ao envelhecimento, transparência, rapidez de endurecimento e mínima retração. É diluído em álcool em percentagens variáveis de acordo com a utilização e é reversível em álcool e acetona.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: pó branco  
Residuo seco: > 98%  
Intervalo de amolecimento: 185° - 205°C  
Temperatura de transição vítrea (Tg): 65°C

EMBALAGENS: 1 kg

### MOWILITH® DS 5/2 (ex DMC 2)

Dispersão aquosa de um copolímero à base de acetato de vinilo e éster butílico do ácido maleico, isento de plastificantes. As ótimas propriedades de aderência em substratos celulósicos permitem a utilização de **Mowilith DMC 2** para a colagem de papel, cartão, tecidos, madeira.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: líquido branco leitoso  
Viscosidade: 9000 - 15000 mPas  
Residuo seco:  $56 \pm 1\%$   
Densidade: 1,05 kg/l a 20°C  
pH: 3,5 - 4,5

EMBALAGENS: 5 kg 15 kg 125 kg

### PEOVAL 33

Dispersão aquosa de um copolímero do éster do ácido versático com acetato de vinilo, com ótimas características de resistência e estabilidade, tanto para interiores como exteriores. Em combinação com os ligantes hidráulicos utilizados na formulação de estuques e argamassa, **Peoval** permite uma melhoria da resistência mecânica e da hidrofugação, quando comparado com as resinas acrílicas.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: líquido branco leitoso  
Residuo seco:  $42 \pm 1\%$   
Densidade (kg/l a 20°C): 1  
Viscosidade (mPas a 20°C): 7000 - 12500  
pH: 2,5 - 4

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 20 kg 120 kg

RESINAS ACRÍLICAS  
RESINAS ACRÍLICAS

1.1.4



ACETATO DE POLIVINILO - PVA

Resina termoplástica a base de homopolímeros de acetato de polivinilo usada para la producción de pinturas, barnices, colas, etc. El PVA es soluble en alcoholes, ésteres, cetonas, tolueno e hidrocarburos clorurados, y es especialmente apto para la consolidación y el encolado caliente de hallazgos arqueológicos y cerámicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|  | K40              | K60                |
|--|------------------|--------------------|
| Aspecto:                               | polvo y/o granos |                    |
| Viscosidad (en Etil acetato): (al 20%) | 26±6 mPas        | (al 10%) 25±5 mPas |
| Peso específico:                       | 1,20 kg/l        | 1,20 kg/l          |
| Intervalo de reblandecimiento:         | 83° - 101°C      | 145° - 165°C       |

ENVASES: 1 kg 5 kg

VINNAPAS® CEF 10W

Dispersión sintética de partículas finísimas a base de un termopolímero de Etileno, Vinilacetato y Vinilcloruro con óptimo poder ligante; gracias a su óptimo efecto adhesivo y a la compatibilidad con cualquier pigmento y carga, Vinnapas CEF 10W se emplea como consolidante para formulaciones de adhesivos, barnices y pinturas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                                 |                        |
|---------------------------------|------------------------|
| Aspecto:                        | líquido lechoso blanco |
| Viscosidad:                     | 2700 ± 800 mPas        |
| Residuo seco:                   | 50 ± 1%                |
| Densidad:                       | 1,08 kg/l a 20°C       |
| pH:                             | 6                      |
| Temp. mínima de película (mft): | 5°C                    |

ENVASES: 5 kg 15 kg 150 kg

VINAVIL® 59

Dispersión acuosa de un homopolímero acetovinílico de alto residuo seco. Vinavil 59 es un adhesivo especialmente apto para madera, papel, tela y materiales porosos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Aspecto:                              | líquido lechoso blanco |
| Residuo seco:                         | 42 ± 1%                |
| pH:                                   | 7                      |
| Viscosidad:                           | 9000 - 16000 mPas      |
| Temperatura mínima de película (mft): | 5°C                    |
| Rendimiento:                          | 100 - 150 g/m²         |

ENVASES: 1 kg 5 kg

VINAVIL® AZUL NPC

Dispersión acuosa de un homopolímero acetovinílico de media viscosidad con plastificante externo. Vinavil NPC es un adhesivo especialmente apto para madera, papel, tela y materiales porosos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                                       |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Aspecto:                              | líquido lechoso blanco |
| Residuo seco:                         | 51 ± 1%                |
| pH:                                   | 4                      |
| Viscosidad:                           | 7000 - 13000 mPas      |
| Temperatura mínima de película (mft): | 5°C                    |
| Rendimiento:                          | 100 - 150 g/m²         |

ENVASES: 1 kg 5 kg 20 kg



ACETATO DE POLIVINILO - PVA

Resina termoplástica à base de homopolímeros de acetato de polivinilo, utilizada na produção de tintas, vernizes, colas, etc. O PVA é solúvel em álcoois, ésteres, cetonas, tolueno e hidrocarbonetos clorados, e é particularmente adequado para a consolidação e colagem a quente de achados arqueológicos e cerâmicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|  | K40              | K60              |
|--|------------------|------------------|
| Aspeto:                                | polvo e/ou grãos |                  |
| Viscosidade (em Etil-acetato): (a 20%) | 26±6mPas         | (a 10%) 25±5mPas |
| Peso específico:                       | 1,20 kg/l        | 1,20 kg/l        |
| Intervalo de amolecimento:             | 83° - 101°C      | 145° - 165°C     |

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg

VINNAPAS® CEF 10W

Dispersão sintética de partículas finísimas à base de um termopolímero de Etileno, Acetato de vinilo e Cloreto de vinilo com ótimo poder ligante; graças ao seu ótimo efeito adesivo e à compatibilidade com qualquer pigmento e carga, Vinnapas CEF 10W é utilizado como consolidante na formulação de adesivos, vernizes e tintas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|  |                        |
|--|------------------------|
| Aspeto:                                  | líquido branco leitoso |
| Viscosidade:                             | 2700 ± 800 mPas        |
| Residuo seco:                            | 50 ± 1%                |
| Densidade:                               | 1,08 kg/l a 20°C       |
| pH:                                      | 6                      |
| Temp. mínima de formação de filme (mft): | 5°C                    |

EMBALAGENS: 5 kg 15 kg 150 kg

VINAVIL® 59

Dispersão aquosa de um homopolímero de acetato de vinilo, de alto residuo seco. Vinavil 59 é um adesivo particularmente adequado para madeira, papel, tecido e materiais porosos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|  |                        |
|--|------------------------|
| Aspeto:  | líquido branco leitoso |
| Residuo seco:                                  | 42 ± 1%                |
| pH:  | 6,5                    |
| Viscosidade:                                   | 7000 - 16000 mPas      |
| Temperatura mínima de formação de filme (mft): | 5°C                    |
| Rendimento:                                    | 100 - 150 g/m²         |

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg

VINAVIL® AZUL NPC

Dispersão aquosa de um homopolímero de acetato de vinilo, de média viscosidade com plastificante externo. Vinavil NPC é um adesivo particularmente adequado para madeira, papel, tecido e materiais porosos.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|  |                        |
|--|------------------------|
| Aspeto:  | líquido branco leitoso |
| Residuo seco:                                  | 51 ± 1%                |
| pH:  | 4                      |
| Viscosidade:                                   | 7000 - 13000 mPas      |
| Temperatura mínima de formação de filme (mft): | 5°C                    |
| Rendimento:                                    | 100 - 150 g/m²         |

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 20 kg

## CONSOLIDANTES CONSOLIDANTES

# 2.1



### ACRISIL 201/O.N.

Resina acril-silicónica de efecto consolidante-hidrofugante compuesta por una resina acrílica y una resina silicónica en disolventes orgánicos. **Acrisil 201/O.N.** se utiliza para aportar mejores propiedades estructurales y de hidropelencia a piedras naturales, ladrillo, estuco e intónaco. En casos en los que se necesite disminuir la viscosidad para favorecer la penetración o para aplicaciones especiales, **Acrisil 201/O.N.** se puede diluir con **Diluyente AC 204** con el cual es también fácilmente reversible.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: líquido limpio incoloro  
Contenido materia activa: 8%  
Densidad: 0,83 kg/l a 20°C

ENVASES: 1 l 5 l 25 l

### DISOLVENTE AC 204

Mezcla de disolventes orgánicos formulada específicamente para la disolución y la reversibilidad de la resina acril-silicónica **Acrisil 201/O.N.**, a la cual confiere una óptima capacidad de penetración.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: líquido limpio incoloro  
Densidad: 0,95 kg/l a 20°C

ENVASES: 5 l 25 l

### AMONIO OXALATO

El **Oxalato de Amonio** es una sal que se puede utilizar para la consolidación superficial y la protección de pinturas al fresco, intónacos y elementos arquitectónicos, sin alterar la hidrofilia y por tanto la absorción. Una vez aplicada reacciona con el carbonato de calcio presente, transformándose en el Oxalato de calcio, insoluble y resistente a ácidos y bases.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Fórmula:  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
Aspecto: polvo finísimo blanco  
Título:  $\geq 99\%$   
pH: 5 (solución al 5% en peso)  
Solubilidad: 45 gr/lit (a 20°C)

ENVASES: 5 kg 15 kg

### BARIO HIDRATO (HIDRÓXIDO DE BARIO)

El **Bario Hidrato** octahidrato generalmente se utiliza como consolidante para intónacos y pintura mural. El **Hidróxido de Bario** reacciona con el anhídrido carbónico formando el Carbonato de Bario, una sal de muy baja solubilidad en  $\text{H}_2\text{O}$ , que tiene el efecto consolidante. Reacciona además con el Sulfato de Calcio ( $\text{CaSO}_4$ ), presente en los frescos como eflorescencia, para dar Sulfato de Bario ( $\text{BaSO}_4$ ), una sal extremadamente insoluble.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Fórmula:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$   
Aspecto: polvo finísimo blanco  
Título:  $> 97\%$   
Solubilidad: 56 gr/lit (a 15°C)

ENVASES: 5 kg 20 kg



### ACRISIL 201/O.N.

Resina acrílico-silicónica com efeito consolidante/hidrofugante composta por uma resina acrílica e uma resina silicónica em solventes orgânicos. **Acrisil 201/O.N.** é utilizada para proporcionar melhores propriedades estruturais e de hidropelência com pedras naturais, tijolos, estuques e rebocos. Caso seja necessário diminuir a viscosidade para facilitar a penetração ou para aplicações específicas, **Acrisil 201/O.N.** pode ser diluída com **Diluyente AC 204**, com o qual é também facilmente reversível.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: líquido límpido de incolor  
Conteúdo matéria ativa: 8%  
Densidade: 0,83 kg/l a 20°C

EMBALAGENS: 1 l 5 l 25 l

### SOLVENTE AC 204

Mistura de solventes orgânicos especialmente formulada para a diluição e reversibilidade da resina acrílico-silicónica **Acrisil 201/O.N.**, à qual confere uma ótima capacidade de penetração.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: líquido límpido incolor  
Densidade: 0,95 kg/l a 20°C

EMBALAGENS: 5 l 25 l

### OXALATO DE AMÓNIO

O **Oxalato de Amónio** é um sal que pode ser utilizado para a consolidação e proteção de frescos, rebocos e elementos arquitetónicos, sem alterar a hidrofilia e por conseguinte a absorção. Uma vez aplicado, reage com o carbonato de cálcio presente, transformando-se no Oxalato de cálcio, insolúvel e resistente a ácidos e bases.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Fórmula:  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$   
Aspeto: pó branco finíssimo  
Título:  $\geq 99\%$   
pH: 5 (solução a 5% em peso)  
Solubilidade: 45 gr/lit (a 20°C)

EMBALAGENS: 5 kg 15 kg

### HIDRATO DE BÁRIO (HIDRÓXIDO DE BÁRIO)

O **Hidrato de Bário** octahidrato é normalmente utilizado como consolidante para rebocos e pinturas de paredes. O **Hidróxido de Bário** reage com o anidrido carbónico, formando o Carbonato de Bário, um sal de muito baixa solubilidade em  $\text{H}_2\text{O}$ , que confere o efeito consolidante. Reage também com o Sulfato de Cálcio ( $\text{CaSO}_4$ ), presente em frescos como eflorescências, para formar o Sulfato de Bário ( $\text{BaSO}_4$ ), um sal extremamente insolúvel.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Fórmula:  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$   
Aspeto: pó branco finíssimo  
Título:  $> 97\%$   
Solubilidade: 56 gr/lit (a 15°C)

EMBALAGENS: 5 kg 20 kg

## 2.1

## CONSOLIDANTES CONSOLIDANTES



### LINEA ESTEL

Consolidantes monocomponentes listos para su uso a base de éster etílico del ácido silícico (**silicato de etilo**) en disolventes orgánicos que, gracias a la peculiar formulación y a las mínimas dimensiones del monómero, consigue una óptima capacidad de penetración, hasta alcanzar el núcleo sano de la piedra. Mediante la acción de un catalizador neutro, los **Estel** se hidrolizan en presencia de humedad atmosférica con formación de un intermedio (silanol) y etanol, que evapora sin dejar residuos.

En un segundo momento el silanol polimeriza con la formación de gel de sílice que, uniéndose a la piedra, consolida la estructura disgregada. Se han desarrollado **tres diversas formulaciones de Estel a base de silicato de etilo**, y recientemente se ha añadido una cuarta a base de **nanopartículas de sílice (Nano Estel)**.

Los productos de la línea **Estel** son especialmente indicados para el tratamiento de piedras naturales absorbentes (arenisca, traquita, toba), ladrillo, intónacos y estucos.

#### Propiedades-características:

- Óptima permeabilidad al vapor acuoso
- Ausencia de efectos filmógenos
- Ausencia de variaciones cromáticas
- Óptima afinidad con los materiales de construcción de naturaleza silíceas

### ESTEL 1200 (BIO ESTEL NEW)

Producto de doble acción consolidante-preventiva listo para su uso, a base de Silicato de Etilo y agentes preservantes, en solución en Alcohol Isopropílico. A su eficaz acción consolidante, **Estel 1200** asocia una permanente acción protectora de microorganismos.

**Estel 1200** es especialmente indicado para el tratamiento de materiales pétreos de naturaleza silicática, ladrillos y revoques situados en ambientes húmedos y sometidos al biodeterioro.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| Aspecto:                     | líquido de incoloro a pajizo |
| Densidad:                    | ca. 0,92 kg/l a 20°C         |
| Punto de ebullición inicial: | 81°C                         |
| Viscosidad:                  | 9,5 cp. a 25°C               |
| Residuo seco:                | 25%                          |

ENVASES: 1 l 5 l 25 l

### ESTEL 1000

Producto consolidante listo para su uso a base de silicato de etilo en solución en white spirit D40. **Estel 1000** es especialmente indicado para el tratamiento **consolidante y pre-consolidante** de materiales pétreos de naturaleza silíceas, ladrillo e intónacos degradados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Aspecto:                     | líquido incoloro |
| Densidad:                    | 0,98 kg/l a 20°C |
| Punto de ebullición inicial: | 160°C            |
| Viscosidad:                  | 10 cp. a 25°C    |
| Contenido materia activa:    | 75%              |
| Residuo seco:                | 35% min.         |

ENVASES: 1 l 5 l 25 l

### ESTEL 1100

Producto consolidante-hidrofugante listo para su uso a base de silicato de etilo y polisiloxanos oligoméricos, en solución en white spirit D40. La presencia del polisiloxano aporta a las obras tratadas propiedades hidrofugantes. **Estel 1100** es especialmente indicado para el tratamiento **consolidante e hidrofugante** de materiales pétreos de naturaleza silíceas, ladrillo e intónacos degradados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                              |                      |
|------------------------------|----------------------|
| Aspecto:                     | líquido incoloro     |
| Densidad:                    | ca. 0,97 kg/l a 20°C |
| Punto de ebullición inicial: | 160°C                |
| Viscosidad:                  | 12 cp. a 25°C        |
| Contenido materia activa:    | 75%                  |
| Residuo seco:                | 35% min.             |

ENVASES: 1 l 5 l 25 l



### LINHA ESTEL

Consolidantes mono-componentes prontos a usar, à base de éster etílico do ácido silícico (**silicato de etilo**) em White Spirit D40 que, graças à formulação especial e às dimensões mínimas do monómero, permite uma óptima capacidade de penetração, até alcançar o núcleo sólido da pedra. Através da ação de um catalisador neutro, os **Estel** hidrolizam-se na presença de humidade atmosférica com formação de um intermédio (silano) e etanol, que evapora sem deixar resíduos. Numa segunda fase, o silano polimeriza com a formação de gel de sílica que, ao unir-se à pedra, consolida a estrutura desagregada.

Estão disponíveis **três diversas formulações de Estel à base de silicato de etilo**, a isso é adicionado recentemente um quarto à base de **nanopartículas de sílice (Nano Estel)**.

Os produtos da linha **Estel** são particularmente indicados para o tratamento de pedras naturais absorbentes (arenitos, traquitos, tufos), barro, rebocos e estuques.

#### Propriedades-características:

- Ótima permeabilidade ao vapor de água
- Ausência de efeitos filmógenos
- Ausência de variações cromáticas
- Ótima afinidade com materiais de construção de natureza silicática

### ESTEL 1200(BIO ESTEL NEW)

Produto de dupla ação consolidante-preventiva pronto a usar, à base de Silicato de Etilo e agentes de preservação em solução de Álcool Isopropílico. À sua eficaz ação consolidante, o **Estel 1200** associa uma ação de proteção duradoura face a micro-organismos.

**Estel 1200** é particularmente indicado para o tratamento de materiais pétreos de natureza silicática, tijolos e rebocos situados em ambientes húmidos e sujeitos a degradação causada por agentes biodegradantes.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                            |                              |
|----------------------------|------------------------------|
| Aspeto:                    | líquido de incolor a palhete |
| Densidade:                 | aprox. 0,92 kg/l a 20°C      |
| Ponto de ebulição inicial: | 81°C                         |
| Viscosidade:               | 9,5 cp. a 25°C               |
| Resíduo seco:              | 25%                          |

EMBALAGENS: 1 l 5 l 25 l

### ESTEL 1000

Produto consolidante pronto a usar, à base de silicato de etilo em solução de White Spirit D40. **Estel 1000** é particularmente indicado para o tratamento **consolidante e pré-consolidante** de materiais pétreos de natureza silicática, tijolos e rebocos degradados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| Aspeto:                    | líquido incolor  |
| Densidade:                 | 0,98 kg/l a 20°C |
| Ponto de ebulição inicial: | 160°C            |
| Viscosidade:               | 10 cp. a 25°C    |
| Conteúdo matéria ativa:    | 75%              |
| Resíduo seco:              | 35% min.         |

EMBALAGENS: 1 l 5 l 25 l

### ESTEL 1100

Produto consolidante/hidrofugante pronto a usar, à base de silicato de etilo e polisiloxanos oligoméricos, em solução de White Spirit D40. A presença do polisiloxano confere propriedades hidrofugantes aos artefactos tratados. **Estel 1100** é particularmente indicado para o tratamento **consolidante e hidrofugante** de materiais pétreos de natureza silicática, tijolos e rebocos degradados.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Aspeto:                    | líquido incolor         |
| Densidade:                 | aprox. 0,97 kg/l a 20°C |
| Ponto de ebulição inicial: | 160°C                   |
| Viscosidade:               | 12 cp. a 25°C           |
| Conteúdo matéria ativa:    | 75%                     |
| Resíduo seco:              | 35% min.                |

EMBALAGENS: 1 l 5 l 25 l

## CONSOLIDANTES CONSOLIDANTES

## 2.1



### NANO ESTEL

Dispersión acuosa coloidal de sílice de dimensiones nanométricas con efecto consolidante y fijación para piedras naturales, ladrillo, terracota, cemento y yeso. Se puede aplicar en ambientes húmedos, y con un tiempo de reacción de 3-4 días.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                           |                  |
|---------------------------|------------------|
| Aspecto:                  | líquido incoloro |
| Dimensión partículas:     | <20 nm           |
| Densidad:                 | 1,2 kg/l a 20°C  |
| Viscosidad:               | 7 mPas a 20°C    |
| Contenido materia activa: | 30%              |
| pH:                       | 10 aprox.        |

**ENVASES:** 1 Kg 5 Kg 25 Kg

### FLUOLINE CP (ex FLUORMET CP)

Producto consolidante/protector listo para su uso a base de fluor-elastómeros y polímeros acrílicos en acetona, reversible, resistente a los rayos UV. **Fluoline CP** se puede utilizar para la consolidación y la protección de elementos arquitectónicos, sin alterar el cromatismo.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| Aspecto:          | líquido transparente incoloro |
| Tiempo de secado: | aprox. 10 horas (a 23°C)      |
| Densidad:         | 0,86 ± 0,03 kg/l (ASTM D 792) |

**ENVASES:** 1 l 5 l 25 l

### NANORESTORE®

Consolidante superficial a base de hidróxido de calcio nanofásico en dispersión en alcohol isopropílico. Basándose en la transformación del hidróxido en carbonato de calcio por acción del anhídrido carbónico atmosférico, **Nanorestore®** es el consolidante compatible por excelencia para los frescos y los soportes pétreos de naturaleza carbonática. **Nanorestore®** es una patente Italiana Consorcio CSGI-Universidad de los Estudios de Florencia. **Nanorestore®** se puede aplicar sobre pinturas murales, intonacos, mármol y otros materiales pétreos de naturaleza carbonática.

#### Propiedades-características:

- óptima permeabilidad al vapor de agua
- ausencia de variaciones cromáticas ó efectos de brillo
- mantenimiento de la hidrofilia del soporte a tratar y ausencia de películas superficiales hidrófugas.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                           |                            |
|---------------------------|----------------------------|
| Aspecto:                  | líquido blanco opalescente |
| Contenido materia activa: | 0,5%                       |
| Densidad:                 | aprox. 0,8 kg/l a 20°C     |
| Viscosidad:               | 2,75 cP a 25°C             |

**ENVASES:** 1 l



### NANO ESTEL

Dispersão aquosa coloidal de sílice de dimensões nanométricas, com efeito consolidante e fixação para pedras naturais, tijolo, terracota, cimento e gesso. Pode ser aplicada em ambientes húmidos, e com um tempo de reação de 3-4 dias.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Aspeto:                 | líquido incoloro |
| Dimensão partículas:    | <20 nm           |
| Densidade:              | 1,2 kg/l a 20°C  |
| Viscosidade:            | 7 mPas a 20°C    |
| Conteúdo matéria ativa: | 30%              |
| pH:                     | 10 aprox.        |

**EMBALAGENS:** 1 Kg 5 Kg 25 Kg

### FLUOLINE CP (ex FLUORMET CP)

Produto consolidante/protetor pronto a usar, à base de fluor-elastómeros e polímeros acrílicos em acetona, reversível, resistente aos raios UV. **Fluoline CP** pode ser utilizado para a consolidação e proteção de elementos arquitetónicos, sem alterar o cromatismo.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| Aspeto:           | líquido transparente incoloro |
| Tempo de secagem: | aprox. 10 horas (a 23°C)      |
| Densidade:        | 0,86 ± 0,03 kg/l (ASTM D 792) |

**EMBALAGENS:** 1 l 5 l 25 l

### NANORESTORE®

Consolidante superficial à base de hidróxido de cálcio nanofásico disperso em álcool isopropílico. Ao basear-se na transformação do hidróxido em carbonato de cálcio, por ação do anidrido carbónico atmosférico, o **Nanorestore®** é o consolidante compatível por excelência para frescos e materiais pétreos de natureza carbonática. **Nanorestore®** detém uma Patente Italiana do Consórcio CSGI-Universidade de Estudos de Florencia.

**Nanorestore®** pode ser aplicado sobre pinturas de paredes, rebocos, mármore e outros materiais pétreos de natureza carbonática.

#### Propriedades-características:

- ótima permeabilidade ao vapor de água
- ausência de variações cromáticas ou efeitos de brilho
- manutenção da hidrofilia do suporte a tratar e ausência de películas superficiais hidrófugas

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| Aspeto:                 | líquido branco opalescente |
| Conteúdo matéria ativa: | 0,5%                       |
| Densidade:              | aprox. 0,8 kg/l a 20°C     |
| Viscosidade:            | 2,75 cP a 25°C             |

**EMBALAGENS:** 1 l

## MORTEROS Y LIGANTES ARGAMASSAS E LIGANTES

## 2.3



### MALTAMIX TG

Mortero a base de cal apagada microfiltrada curada, inertes seleccionados (0,0 - 0,3 mm) y una resina específicamente estudiada. **Maltamix TG** es un mortero-estuco "grueso", listo para su uso, aplicable en varias capas con un espesor máximo de 10 mm por aplicación. Se utiliza para la realización de intónacos, estucados y reconstrucciones, también con el añadido de barro cocido triturado, puzolana, cal hidráulica y natural.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Color: gris claro  
Aspecto: pasta densa  
pH: 13

**ENVASES:** 25 kg

### MALTAMIX TM

Mortero a base de cal apagada microfiltrada curada, micromármoles, inertes seleccionados y una resina específicamente estudiada. **Maltamix TM** es un mortero-estuco "mediano", listo para su uso, aplicable en varias capas con un espesor máximo de 5 mm por aplicación. Se utiliza para la realización de intónacos, estucado, también con el añadido de cocido triturado, puzolana, cal hidráulica y natural.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Color: gris claro  
Aspecto: pasta densa  
pH: 13

**ENVASES:** 25 kg

### LINEA PLM

Las propiedades generales comunes a los distintos tipos de mortero para inyección **PLM** son:

- ausencia de sales solubles eflorescentes
- no alteran la permeabilidad al vapor del muro
- tienen características físicas y mecánicas similares a las de los materiales sobre los cuales se interviene
- facilidad de inyección
- facilidad de limpieza y eliminación en eventuales pérdidas

### PLM-A

Mortero de inyección a base de cales naturales exentas de sales eflorescentes, aditivado con inertes seleccionados y aditivos modificadores de las propiedades reológicas. **PLM-A** se utiliza para la consolidación de **frescos y pinturas murales** en general separadas del soporte mural, a las cuales se desea conferir nuevas características de agarre.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspecto: polvo blanco-grisáceo  
Tiempo inicio de fraguado: 24 - 48 horas  
Peso específico: 1,1 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistencia a la compresión: 12,7 kg/cm<sup>2</sup>

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 15 kg



### MALTAMIX TG

Argamassa à base de cal apagada (pasta de cal) micro-filtrada amadurecida, inertes seleccionados (0,0 - 0,3 mm) e uma resina especialmente estudada. **Maltamix TG** é uma argamassa-estruque "grossa", pronta a usar, aplicável em várias camadas com uma espessura máxima de 10 mm por aplicação. É utilizada para a realização de rebocos, estucagens e reconstruções, inclusive com adição de pó de tijolo moído, pozolana, cal hidráulica e natural.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Cor: cinzento claro  
Aspetto: pasta densa  
pH: 13

**EMBALAGENS:** 25 kg

### MALTAMIX TM

Argamassa à base de cal apagada (pasta de cal) micro-filtrada amadurecida, micro-mármoles, inertes seleccionados e uma resina especialmente estudada. **Maltamix TM** é uma argamassa-estruque "média", pronta a usar, aplicável em várias camadas com uma espessura máxima de 5 mm por aplicação. É utilizada para a realização de rebocos, estucagens, inclusive com adição de pó de tijolo moído, pozolana, cal hidráulica e natural.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Cor: cinzento claro  
Aspetto: pasta densa  
pH: 13

**EMBALAGENS:** 25 kg

### LINHA PLM

As propriedades gerais comuns aos vários tipos de argamassa de injeção **PLM** são:

- ausência de sais solúveis eflorescentes
- não alteram a permeabilidade da alvenaria ao vapor
- têm características físicas e mecánicas similares às dos materiais sobre os quais se intervém
- facilidade de injeção
- facilidade de limpeza e remoção das eventuais fugas

### PLM-A

Argamassa de injeção à base de cal natural isenta de sais eflorescentes, adicionada com inertes seleccionados e aditivos modificadores das propriedades reológicas. **PLM-A** é utilizada para a consolidação de **frescos e pinturas de paredes**, em geral separados do suporte mural, aos quais se deseja conferir novas características de aderência.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspetto: pó branco-acinzentado  
Tempo início endurecimento: 24 - 48 horas  
Peso específico: 1,1 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistência à compressão: 12,7 kg/cm<sup>2</sup>

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 15 kg

## 2.3

## MORTEROS Y LIGANTES ARGAMASSAS E LIGANTES



### PLM-AL

Mortero de inyección de bajo peso específico a base de cales naturales exentas de sales eflorescentes, aditivado con seleccionados inertes y aditivos modificadores de las propiedades reológicas. **PLM-AL** se utiliza para la consolidación de **frescos, pinturas murales en bóveda e intónacos de valor**, separados del soporte mural, a las cuales se desea conferir nuevas características de agarre sin cargar con peso la estructura portante.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: polvo blanco-grisáceo  
Tiempo inicio de fraguado: 21 - 52 horas  
Peso específico: 0,6 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistencia a la compresión: 9,2 kg/cm<sup>2</sup>

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 10 kg

### PLM-I

Mortero de inyección a base de cales naturales exentas de sales eflorescentes, aditivado con inertes seleccionados y aditivos modificadores de las propiedades reológicas. **PLM-I** se utiliza para la consolidación de **intónacos de valor** separados del soporte mural a los cuales se desea conferir nuevas características de agarre.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: polvo blanco-grisáceo  
Tiempo inicio de fraguado: 24 - 48 horas  
Peso específico: 1,2 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistencia a la compresión: 25,9 kg/cm<sup>2</sup>

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 15 kg

### PLM-M

Mortero para inyección a base de cales naturales exentas de sales eflorescentes, aditivado con inertes seleccionados y aditivos modificadores de las propiedades reológicas. **PLM-M** se utiliza para la consolidación **estructural de paredes**.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: polvo blanco-grisáceo  
Tiempo inicio de fraguado: 12 - 24 horas  
Peso específico: 1,4 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistencia a la compresión: 46,5 kg/cm<sup>2</sup>

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 20 kg

### PLM-SM

Mortero de inyección a base de cales naturales exentas de sales eflorescentes, aditivado con inertes seleccionados y aditivos modificadores de las propiedades reológicas. **PLM-SM** se utiliza para la consolidación de **estratos preparatorios de mosaicos** separados del soporte mural a los cuales se desea conferir nuevas características de agarre.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspecto: polvo blanco-grisáceo  
Tiempo inicio de fraguado: 24 - 48 horas  
Peso específico: 1,3 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistencia a la compresión: 30,5 kg/cm<sup>2</sup>

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 20 kg



### PLM-AL

Argamassa de injeção de baixo peso específico, à base de cal natural isenta de sais eflorescentes, adicionada com inertes seleccionados e aditivos modificadores das propriedades reológicas. **PLM-AL** é utilizada para a consolidação de **frescos, pinturas de paredes em abóbada e rebocos de valor**, separados do suporte mural, aos quais se deseja conferir novas características de aderência sem sobrecarregar a estrutura de suporte.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: pó branco-acinzentado  
Tempo início endurecimento: 21 - 52 horas  
Peso específico: 0,6 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistência à compressão: 9,2 kg/cm<sup>2</sup>

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 10 kg

### PLM-I

Argamassa de injeção à base de cal natural isenta de sais eflorescentes, adicionada com inertes seleccionados e aditivos modificadores das propriedades reológicas. **PLM-I** é utilizada para a consolidação de **rebocos de valor** separados do suporte mural, aos quais se deseja conferir novas características de aderência.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: pó branco-acinzentado  
Tempo início endurecimento: 24 - 48 horas  
Peso específico: 1,2 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistência à compressão: 25,9 kg/cm<sup>2</sup>

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 15 kg

### PLM-M

Argamassa de injeção à base de cal natural isenta de sais eflorescentes, adicionada com inertes seleccionados e aditivos modificadores das propriedades reológicas. **PLM-M** é utilizada para a consolidação **estrutural de alvenarias**.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: pó branco-acinzentado  
Tempo início endurecimento: 12 - 24 horas  
Peso específico: 1,4 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistência à compressão: 46,5 kg/cm<sup>2</sup>

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 20 kg

### PLM-SM

Argamassa de injeção à base de cal natural isenta de sais eflorescentes, adicionada com inertes seleccionados e aditivos modificadores das propriedades reológicas. **PLM-SM** é utilizada para a consolidação de **camadas de preparação de mosaicos**, separadas do suporte mural, às quais se deseja conferir novas características de aderência.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Aspeto: pó branco-acinzentado  
Tempo início endurecimento: 24 - 48 horas  
Peso específico: 1,3 kg/dm<sup>3</sup>  
Resistência à compressão: 30,5 kg/cm<sup>2</sup>

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 20 kg

## 3.1

### PRODUCTOS QUÍMICOS Y DISOLVENTES PUROS PRODUTOS QUÍMICOS E SOLVENTES PUROS



#### ACETONA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nombre químico/sinónimo: 2-Propanona/Dimetil cetona  
 Fórmula:  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$   
 Aspecto: líquido incoloro  
 Título:  $\geq 99,5\%$   
 Densidad: 0,79 kg/l a 20°C  
 Punto de ebullición: 56°C  
 Punto de inflamabilidad: -18°C

ENVASES: 5 l 25 l

#### AGUA DESMINERALIZADA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Fórmula:  $\text{H}_2\text{O}$   
 Aspecto: líquido incoloro  
 Densidad: 1 kg/l a 20°C  
 Punto de ebullición: 100°C

ENVASES: 10 l 25 l

#### ALCOHOL ESPECIAL FDN 90/10

El alcohol especial **FDN 90/10** es una mezcla de alcohol etílico (aprox. 90%) e isopropílico (aprox. 10%). **FDN 90/10** es incoloro y no contiene desnaturalizantes.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspecto: líquido incoloro  
 Densidad: 0,79 kg/l a 20°C  
 Intervalo de destilación: 78° - 82°C  
 Punto de inflamabilidad: 14°C

ENVASES: 5 l 25 l

#### ALCOHOL ETÍLICO 96° PURO REACTIVO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nombre químico/sinónimo: Etanol  
 Fórmula:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   
 Aspecto: líquido incoloro  
 Título:  $\geq 96\%$   
 Densidad: 0,80 kg/l a 20°C  
 Punto de ebullición: 78°C  
 Punto de inflamabilidad: 13°C

ENVASES: 1 l (Reactivo 96°)

#### ALCOHOL ISOPROPÍLICO PURO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nombre químico/sinónimo: Propan-2-ol  
 Fórmula:  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-OH}$   
 Aspecto: líquido límpido incoloro  
 Título: > 99% Alcohol Isopropílico  
 Densidad: 0,78 kg/l a 20°C  
 Punto de ebullición: 82°C  
 Punto de inflamabilidad: 12°C

ENVASES: 5 l 25 l

#### AMIL ACETATO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nombre químico/sinónimo: Acetato de Pentilo  
 Fórmula:  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$   
 Aspecto: líquido incoloro  
 Título:  $\geq 95\%$   
 Densidad: 0,88 kg/l a 20°C  
 Punto de ebullición: 146° - 149°C  
 Punto de inflamabilidad: 40°C

ENVASES: 5 l 25 l



#### ACETONA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nome químico/sinónimo: 2-Propanona/Dimetilcetona  
 Fórmula:  $\text{CH}_3\text{COCH}_3$   
 Aspeto: líquido incoloro  
 Título:  $\geq 99,5\%$   
 Densidade: 0,79 kg/l a 20°C  
 Ponto de ebulição: 56°C  
 Ponto de inflamação: -20°C

EMBALAGENS: 5 l 25 l

#### ÁGUA DESMINERALIZADA

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Fórmula:  $\text{H}_2\text{O}$   
 Aspeto: líquido incoloro  
 Densidade: 1 kg/l a 20°C  
 Ponto de ebulição: 100°C

EMBALAGENS: 10 l 25 l

#### ÁLCOOL ESPECIAL FDN 90/10

O álcool especial **FDN 90/10** é uma mistura de álcool etílico (aprox. 90%) e isopropílico (aprox. 10%). **FDN 90/10** é incolor e não contém desnaturalizantes.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspeto: líquido incoloro  
 Densidade: 0,79 kg/l a 20°C  
 Intervalo de destilação: 78° - 82°C  
 Ponto de inflamabilidade: 14°C

EMBALAGENS: 5 l 25 l

#### ÁLCOOL ETÍLICO PURO 96° REAGENTE

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nome químico/sinónimo: Etanol  
 Fórmula:  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$   
 Aspeto: líquido incoloro  
 Título:  $\geq 96\%$   
 Densidade: 0,80 kg/l a 20°C  
 Ponto de ebulição: 78°C  
 Ponto de inflamação: 13°C

EMBALAGENS: 1 l (Reagente 95°)

#### ÁLCOOL ISOPROPÍLICO PURO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nome químico/sinónimo: Propan-2-ol  
 Fórmula:  $\text{CH}_3\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-OH}$   
 Aspeto: líquido límpido incoloro  
 Título: > 99% Álcool Isopropílico  
 Densidade: 0,78 kg/l a 20°C  
 Ponto de ebulição: 82°C  
 Ponto de inflamação: >12°C

EMBALAGENS: 5 l 25 l

#### ACETATO DE AMILO

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Nome químico/sinónimo: Acetato de Pentilo  
 Fórmula:  $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}_2$   
 Aspeto: líquido incoloro  
 Título:  $\geq 95\%$   
 Densidade: 0,88 kg/l a 20°C  
 Ponto de ebulição: 146° - 149°C  
 Ponto de inflamação: 40°C

EMBALAGENS: 5 l 25 l

## 4.1

### LIMPIEZA POR PAPETAS - REACTIVOS LIMPEZA COM COMPRESSAS - REAGENTES



#### AGUA OXIGENADA 130 VOL.

El **Agua Oxigenada** ó peróxido de hidrógeno es un disolvente reactivo cuyas soluciones acuosas actúan gracias a las propiedades óxido reductoras. El **Agua Oxigenada** se utiliza generalmente en operaciones de decoloración y blanqueamiento conseguido a través de la reacción de oxidación de productos inocuos como el agua y el oxígeno.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                      |  |
|----------------------|--|
| Fórmula:             | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (130 vol. O <sub>2</sub> /100 vol. soluc.) |
| Aspecto:             | líquido incoloro   |
| Título:              | 35 ± 0,5%  |
| Densidad:            | 1,04 kg/l a 20°C   |
| Punto de ebullición: | 108°C  |

ENVASES: 5 l 25 l

#### AMONIACO (AMONIO HIDRÓXIDO)

El **Amoníaco** es un gas soluble en agua con la cual forma soluciones concentradas de Amonio Hidróxido. El **Amoníaco** es un disolvente muy fuerte frente a los numerosos materiales presentes en las pinturas; soluciones de Amoníaco y disolventes orgánicos tienen un buen poder de eliminar finas películas de materiales grasos y de ablandar películas proteicas, sin causar daños, con la advertencia de dispersarlas en gel para limitar la acción en la superficie.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|           |                        |
|-----------|------------------------|
| Fórmula:  | NH <sub>3</sub> OH     |
| Aspecto:  | líquido incoloro       |
| Título:   | 32% de NH <sub>3</sub> |
| Densidad: | 0,89 kg/l a 20°C       |
| pH:       | 14                     |

ENVASES: 5 l 25 l

#### AMONIO BICARBONATO

Sal inorgánica utilizada en soluciones acuosas con otros reactivos e inertes para la preparación de papetas de limpieza sobre superficies pétreas y frescos. La papeta de limpieza química más conocida en la cual se utiliza el **Bicarbonato de Amonio** es la AB 57 (formulación del I.C.R. de Roma).

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| Fórmula:         | NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> |
| Aspecto:         | polvo blanco                     |
| Título:          | 21,5% min. de NH <sub>3</sub>    |
| Peso específico: | 0,8 kg/l a 20°C                  |
| pH:              | 7,6 en soluciones acuosas al 5%  |

ENVASES: 5 kg 20 kg 25 kg

#### AMONIO CARBONATO

Sal inorgánica utilizada en soluciones acuosas con otros reactivos e inertes para la preparación de papetas de limpieza para superficies pétreas y frescos. El **Carbonato de Amonio** se utiliza en la preparación de la AB 57 en alternativa al bicarbonato de amonio, gracias a su mayor eficacia y a la importante acción solubilizante que ejerce frente al sulfato de calcio. Precisamente por esta propiedad se utiliza en el método de consolidación con hidróxido de bario, en la primera fase de transformación del yeso.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                  |   |
|------------------|---|
| Fórmula:         | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |
| Aspecto:         | polvo blanco                                    |
| Título:          | 30% min. de NH <sub>3</sub>                     |
| Peso específico: | 0,78 - 0,83 kg/l a 20°C                         |
| pH:              | 9 en soluciones acuosas al 10%                  |

ENVASES: 1 kg 5 kg 15 kg 25 kg



#### ÁGUA OXIGENADA 130 VOL.

A **Água Oxigenada** ou peróxido de hidrogénio é um solvente reactivo, cujas soluções aquosas atuam graças às propriedades óxido-reductoras. A **Água Oxigenada** é normalmente utilizada em operações de descoloração e branqueamento, obtendo-se, a partir da reação de oxidação, produtos inócuos como a água e o oxigénio.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                    |  |
|--------------------|--|
| Fórmula:           | H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (130 vol. O <sub>2</sub> /100 vol. soluc.) |
| Aspeto:            | líquido incoloro   |
| Título:            | 35 ± 0,5%  |
| Densidade:         | 1,04 kg/l a 20°C   |
| Ponto de ebulição: | 108°C  |

EMBALAGENS: 5 l 25 l

#### AMONÍACO (HIDRÓXIDO DE AMÓNIO)

O **Amoníaco** é um gás solúvel em água, com a qual forma soluções concentradas de Hidróxido de Amónio. O **Amoníaco** é um solvente muito forte face aos inúmeros materiais presentes nas tintas. As soluções de Amoníaco e solventes orgánicos têm um bom poder para remover películas finas de materiais gordurosos e para amaciar películas proteicas, sem causar danos, devendo-se contudo ter o cuidado de as dispersar em gel, de modo a limitar a sua ação na superfície.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|            |                        |
|------------|------------------------|
| Fórmula:   | NH <sub>3</sub> OH     |
| Aspeto:    | líquido incoloro       |
| Título:    | 32% de NH <sub>3</sub> |
| Densidade: | 0,89 kg/l a 20°C       |
| pH:        | 14                     |

EMBALAGENS: 5 l 25 l

#### BICARBONATO DE AMÓNIO

Sal inorgánico utilizado em soluções aquosas com outros reagentes e inertes para a preparação de cataplasmas ou compressas de limpeza para superfícies pétreas e frescos. A compressa de limpeza química mais conhecida, na qual é utilizado o **Bicarbonato de Amónio** é a AB 57 (formulação do I.C.R. de Roma).

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| Fórmula:         | NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> |
| Aspeto:          | pó branco                        |
| Título:          | 21,5% min. de NH <sub>3</sub>    |
| Peso específico: | 0,8 kg/l a 20°C                  |
| pH:              | 7,6 em solução aquosa a 5%       |

EMBALAGENS: 5 kg 20 kg 25 kg

#### CARBONATO DE AMÓNIO

Sal inorgánico utilizado em soluções aquosas com outros reagentes e inertes para a preparação de cataplasmas ou compressas de limpeza para superfícies pétreas e frescos. O **Carbonato de Amónio** é utilizado na preparação da AB 57 em alternativa ao bicarbonato de amónio, graças à sua maior eficácia e à importante ação solubilizante que exerce sobre o sulfato de cálcio. É justamente devido a esta propriedade que é utilizado no método de consolidação com hidróxido de bário, na primeira fase de transformação do gesso.

##### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

|                  |   |
|------------------|---|
| Fórmula:         | (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> |
| Aspeto:          | pó branco                                       |
| Título:          | 30% min. de NH <sub>3</sub>                     |
| Peso específico: | 0,78 - 0,83 kg/l a 20°C                         |
| pH:              | 9 em solução aquosa a 10%                       |

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 15 kg 25 kg

**LIMPIEZA POR PAPETAS - REACTIVOS  
LIMPEZA COM COMPRESSAS - REAGENTES**

**4.1**



**B.D.G. 86**

Compuesto neutro listo para su uso a base de hidroxilamonio cloruro e hidrazina hidróxido en solución con agua destilada, formulado específicamente para la eliminación de "manchas negras" de óxidos e hidróxidos de manganeso de la superficie de hallazgos cerámicos, pétreos, óseos y vidrios procedentes de excavaciones arqueológicas. **B.D.G. 86** se aplica mediante papetas o por inmersión de los objetos a tratar. Está disponible una línea de productos **B.D.G. 86** que se diferencian según el campo de aplicación:

- **B.D.G. 86 Azul** para materiales vítreos con pH 5,5
- **B.D.G. 86 Amarillo** para materiales óseos con pH 6,5
- **B.D.G. 86 Rojo** para materiales cerámicos con pH 7
- **B.D.G. 86 Verde** para materiales pétreos con pH 7

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspecto: líquido incoloro

**ENVASES:** 250 ml

**C 2000**

Emulsión acuosa de tensioactivos aniónicos y no iónicos, productos químicos inorgánicos y agentes estabilizantes, no corrosiva ni tóxica. **C 2000** se utiliza para la eliminación de sustancias carbonosas, grasas y aceitosas además de materiales protéicos en obras pétreas y cerámicas. **C 2000** se utiliza normalmente en soluciones acuosas en concentraciones variables del 2 al 5%, aumentando la concentración hasta el 10% en los casos más complejos.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspecto: líquido incoloro  
Densidad: 1 kg/l aprox. a 20°C  
pH: > 12  
Punto de ebullición: 100°C

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 25 kg

**EDTA SAL BISÓDICA**

Sal de ácido orgánico (Acido Etilendiaminotetracético, sal bisódica) utilizada en soluciones acuosas con otros reactivos e inertes para la preparación de papetas de limpieza para superficies pétreas y frescos. El **EDTA sal bisódica**, por su propiedad de complejar el calcio presente en las costras y por su buena solubilidad (mejor que la sal tetrasódica), se emplea en la papeta AB 57 (formulación del I.C.R. de Roma). Es además un fuerte condensante de muchísimos cationes metálicos, como el hierro y el cobre; esta propiedad se puede aprovechar para la eliminación de manchas de óxido o de verdín en superficies pétreas, madera, intonacos, etc.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Fórmula:  $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})\text{CH}_2\text{COONa}]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
Aspecto: cristales blancos  
Título: 99% min.  
Peso específico: 0,8 - 1,1 kg/l a 20°C  
pH: 4-5 en soluciones acuosas al 5%

**ENVASES:** 1 kg 5 kg 25 kg

**EDTA SAL TETRASÓDICA**

Sal de ácido orgánico (Acido Etilendiaminotetracético, sal tetrasódica) utilizada en soluciones acuosas con otros reactivos e inertes para la preparación de papetas de limpieza para superficies pétreas y frescos. La **Edta sal tetrasódica** tiene las mismas propiedades condensantes de la **sal bisódica** pero con una solubilidad inferior.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Fórmula:  $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COONa})_2]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
Aspecto: cristales blancos  
Título: 86% min.  
Peso específico: 1,3 kg/l a 20°C  
pH: 11,5 en soluciones acuosas al 10%

**ENVASES:** 5 kg



**B.D.G. 86**

Composto neutro pronto a usar à base de cloreto de hidroxilamónio e hidróxido de hidrazina em solução com água destilada, especialmente formulado para remover as "manchas negras" de óxidos e hidróxidos de manganês em superfícies de objetos cerâmicos, pétreas, ósseos e vítreos provenientes de escavações arqueológicas. **B.D.G. 86** é aplicado através de compressas ou por imersão dos objetos a tratar. Está disponível uma linha de produtos **B.D.G. 86** que se diferenciam segundo os campos de aplicação:

- **B.D.G. 86 Azul** para materiais vítreos com pH 5,5
- **B.D.G. 86 Amarelo** para materiais ósseos com pH 6,5
- **B.D.G. 86 Vermelho** para materiais cerâmicos com pH 7
- **B.D.G. 86 Verde** para materiais pétreos com pH 7

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspeto: líquido incoloro

**EMBALAGENS:** 250 ml

**C 2000**

Emulsão aquosa de tensioativos aniónicos e não-iónicos, produtos químicos inorgânicos e agentes estabilizantes, não corrosiva nem tóxica. **C 2000** é utilizada para remover substâncias carbonatadas, gordas e oleosas, assim como materiais protéicos, em artefactos pétreos e cerâmicos. **C 2000** utiliza-se normalmente em soluções acuosas em concentrações variáveis de 2 a 5%, aumentando a concentração até 10% nos casos mais complexos.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Aspeto: líquido incoloro  
Densidade: aprox. 1 kg/l a 20°C  
pH: > 12  
Ponto de ebulição: 100°C

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 25 kg

**SAL DISSÓDICO DE EDTA**

Sal de ácido orgánico (Acido Etilendiaminotetracético, sal dissódico) utilizado em soluções acuosas com outros reagentes e inertes para a preparação de cataplasmas ou compressas de limpeza para superfícies pétreas e frescos. O **Sal Dissódico de EDTA**, pela sua capacidade de complexar o cálcio presente nas costras e pela sua boa solubilidade (melhor que a do sal tetrasódico), é utilizado na compressa AB 57 (formulação do I.C.R. de Roma). É também um forte agente complexante de um grande número de cationes metálicos, como o ferro e o cobre. Esta propriedade pode ser utilizada para a remoção de manchas de ferrugem ou verdete em superfícies pétreas, madeira, rebocos, etc.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Fórmula:  $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})\text{CH}_2\text{COONa}]_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$   
Aspecto: cristais brancos  
Título: 99% min.  
Peso específico: 0,8 - 1,1 kg/l a 20°C  
pH: 4-5 em solução aquosa a 5%

**EMBALAGENS:** 1 kg 5 kg 25 kg

**SAL TETRASSÓDICO DE EDTA**

Sal de ácido orgánico (Ácido Etilendiaminotetracético, sal tetrasódico) utilizado em soluções acuosas com outros reagentes e inertes para a preparação de cataplasmas ou compressas de limpeza para superfícies pétreas e frescos. O **Sal Tetrasódico de EDTA** tem as mesmas propriedades complexantes do **sal dissódico**, mas com uma solubilidade inferior.

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:**

Fórmula:  $[\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{COONa})_2]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$   
Aspecto: cristais brancos  
Título: 86% min.  
Peso específico: 1,3 kg/l a 20°C  
pH: 11,5 em solução aquosa a 10%

**EMBALAGENS:** 5 kg

## 6.2

## HERBICIDAS, INSECTICIDAS, CONSERVANTES HERBICIDAS, INSETICIDA, AGENTES DE PRESERVAÇÃO



### ATAGOL SÓDICO

**Atagol sódico** es un conservante a base de paraclorometacresol sódico, soluble en agua, de fácil empleo, con una notable actividad preventiva frente a bacterias y hongos, y con una buena biodegradabilidad. **Atagol sódico** se ha revelado como el conservante ideal en colas pasta para forración además que para gelatinas animales, soluciones de caseína y adhesivos a base de gomas naturales como la goma arábiga. La baja concentración necesaria para su efecto hace que las características de adhesividad de los compuestos en los que se añade no se comprometan.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Principio activo: 4-Cloro-3-Metilfenol Sal Sódica  
Aspecto: escamas blancas o rosadas  
Título: 99%  
Peso específico: 1,36 kg/l a 20°C  
pH: 11 ± 0,5

ENVASES: 1 kg

### COPYR SMOKE

**Copyr Smoke** es un insecticida fumigador a base de permetrina, que actúa por contacto directo contra los insectos voladores y rasantes, indicado para la desinfección de ambientes civiles e industriales. **Copyr Smoke** está formulado con una mezcla especial combustible que quema sin llama, produciendo copiosos y densos humos blancos de permetrina que no dejan olores residuales.

ENVASES: bote de 31 g

### BIOTIN T

El **Biotin T** es un preparado concentrado líquido de sustancias activas para emplear, previa dilución, en la preservación y la reparación de ataques microbiológicos en superficies de materiales pétreos, morteros, revoques, frescos, ladrillos, etc.

**Biotin T** se utiliza en soluciones en agua desmineralizada en concentración variable del 1% al 3%.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Principio activo: OIT y Sales de Amonio Cuaternario  
Aspecto: líquido de incoloro a amarillo  
Densidad: 0,94 kg/l a 20°C  
pH: 5 - 9 (solución al 2%)

ENVASES: 1 kg 5 kg 20 kg

### BIOTIN R

El **Biotin R** es un preparado concentrado líquido de sustancias activas para emplear, previa dilución, en la preservación y la reparación de ataques microbiológicos en superficies de materiales pétreos, morteros, revoques, frescos, ladrillos, etc.

**Biotin R** se utiliza en soluciones en disolventes orgánicos en concentraciones variables del 3% al 5%.

**Biotin R** da una protección duradera en el tiempo, gracias a su bajísima solubilidad en agua, que le permite resistir a repetidos lavados. Además de obras al exterior, por su característica de solubilidad en disolventes orgánicos (tanto polares como acetatos, o apolares como el white spirit D40), **Biotin R** es útil para la protección de soportes sensibles al agua, como materiales de madera, partes traseras de pinturas sobre tela, pinturas al fresco con sales solubles presentes.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Principios activos: OIT y Carbamato  
Aspecto: líquido amarillento  
Densidad: 1,06 kg/l a 20°C  
Punto de ebullición: 224°C

ENVASES: 1 kg 5 kg 20 kg



### ATAGOL SÓDICO

**Atagol sódico** é um agente conservante à base de Paracloro-metacresol sódico, solúvel em água, de fácil utilização, com uma notável ação preventiva face a bactérias e fungos e com uma boa biodegradabilidade.

**Atagol sódico** tem-se revelado como o agente conservante ideal para colas de pasta para revestimento, gelatinas animais, soluções de caseína e adesivos à base de gomas naturais como a goma-arábica. A baixa concentração necessária para o seu efeito faz com que as características de aderência dos compostos aos quais é adicionado não sejam comprometidas.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Principio activo: 4-Cloro-3-Metilfenol Sal Sódico  
Aspeto: lascas brancas ou rosadas  
Título: 99%  
Peso específico: 1,36 kg/l a 20°C  
pH: 11 ± 0,5

EMBALAGENS: 1 kg

### COPYR SMOKE

**Copyr Smoke** é um inseticida fumigante à base de permetrina, que atua por contacto direto com os insetos voadores e rastejantes, indicado para a desinfeção de ambientes civis e industriais.

**Copyr Smoke** é formulado com uma mistura combustível especial que queima sem chama, produzindo fumos brancos de permetrina densos e abundantes, que não deixam odores residuais.

EMBALAGENS: frasco de 31 g

### BIOTIN T

El **Biotin T** é um preparado líquido concentrado de substâncias ativas a utilizar, previamente diluídas, para a preservação e reparação de ataques microbiológicos em superfícies como materiais pétreos, argamassas, rebocos, frescos, tijolos, etc.

**Biotin T** é utilizado em soluções de água desmineralizada em concentração variável de 1 a 3%.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Principio activo: OIT e Sais de Amónio Quaternário  
Aspeto: líquido de incolor a amarelo  
Densidade: 0,94 kg/l a 20°C  
pH: 5 - 9 (solução a 2%)

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 20 kg

### BIOTIN R

El **Biotin R** é um preparado líquido concentrado de substâncias ativas a utilizar, previamente diluídas, para a preservação e reparação de ataques microbiológicos em superfícies como materiais pétreos, argamassas, rebocos, frescos, tijolos, etc.

**Biotin R** é utilizado em soluções de solventes orgánicos em concentrações variáveis de 3 a 5%.

**Biotin R** fornece uma proteção duradoura, graças à sua baixíssima solubilidade em água, que lhe permite resistir a lavagens repetidas. Devido à sua característica de solubilidade em solventes orgánicos (quer sejam polares como os acetatos, quer sejam apolares como o white spirit D40), **Biotin R** demonstra ser útil não só para artefactos situados no exterior, mas também para a proteção de suportes sensíveis à água, como materiais de madeira, tardo de pinturas sobre tela, frescos com conteúdo de sais solúveis.

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS:

Principios ativos: OIT e Carbamato  
Aspeto: líquido amarelado  
Densidade: 1,06 kg/l a 20°C  
Ponto de ebulição: 224°C

EMBALAGENS: 1 kg 5 kg 20 kg