

094 - 095

Criterios

Restauración de un  
mosaico romano.  
Caracterización y análisis  
constructivo

PH51 - Diciembre 2004

# Criterios

## Restauración de un mosaico romano. Caracterización y análisis constructivo

Vicente Flores Alés<sup>I</sup> > Fco. Javier Alejandro<sup>II</sup> > Juan Jesús Martín del Río<sup>III</sup> >  
Carmen Enríquez<sup>IV</sup>

### Resumen

El presente artículo aborda un breve análisis de la intervención realizada para restaurar el mosaico encontrado en la excavación de la Plaza del Picadero de Écija (Sevilla) y la caracterización de los materiales que conforman el mismo. El estudio se ha llevado a cabo con la finalidad de documentar plenamente el mosaico, aportando todos los datos de carácter arqueométrico de interés para el exhaustivo conocimiento del mismo. Igualmente se ofrece información de cara a la puesta en valor de elemento y análisis de posibles actuaciones futuras sobre el mismo.

### Palabras clave

Mosaicos  
Intervención  
Restauración  
Plaza del Picadero  
Écija  
Sevilla  
Teselas  
Mortero  
Ladrillo

### Introducción

El objetivo de la intervención llevada a cabo en la Plaza del Picadero de Écija (Sevilla), promovida por el Ayuntamiento de la localidad, es el de recuperar para la ciudad una de las zonas más deprimidas del casco urbano, una barriada de chabolas, donde se ubicaba el antiguo castillo, del que las construcciones adosadas, muchas en desuso y ruinosas, no dejaban ver nada. Con este fin se iniciaron en octubre de 2001 los trabajos arqueológicos que continúan en la actualidad y que están sacando a la luz interesantes hallazgos, entre ellos el mosaico romano objeto de este trabajo (Fig. 1).

El proyecto arqueológico tiene como finalidad la musealización de toda la zona de excavación, unos 5.000 m<sup>2</sup>, de la que aún se esperan nuevos hallazgos que clarifiquen y ordenen el mapa arqueológico. Con todos los datos que la excavación ofrezca, tratados en conjunto, se deberá elaborar el proyecto para la exhibición del yacimiento. Mientras tanto, se hacía necesario realizar un tratamiento de conservación del pavimento, único mosaico conocido, con un emblema central de doble lectura (Fig. 2 y 3) -un hombre joven por un lado y un viejo por el otro-, que incluyera un estudio de la cimentación y suelo subyacente, con objeto de descartar la presencia de arcillas peligrosas para la estabilidad del suelo, contenido en sales que pudieran favorecer cristalizaciones y eflorescencias, una vez que el mosaico estuviera sometido a los agentes atmosféricos, caracterización de los materiales constitutivos y demás datos que fueran de interés para su conservación.

El estudio realizado ha tenido como finalidad reconocer los materiales con que se han fabricado las teselas que componen el mosaico, las características de los morteros empleados en su cimentación y las posibles estructuras subyacentes sobre las que estuviera apoyado. Asimismo se ha analizado el suelo virgen sobre el que se asienta con el fin de valorar la estabilidad del mismo y las posibilidades de conservación en el lugar actual o su posible traslado con finalidad expositiva.

### Estado de conservación

El estado de conservación que presentaba el "Opus Tessellatum" era malo. Sobre las teselas, en casi toda la superficie del mosaico, se observaba una gruesa película, constituida por arcillas, carbonataciones y patinas biológicas, que impedían la visión clara del conjunto.

El mosaico tiene además pérdidas importantes que afectan a más del 50% de su superficie total. A medida que avanzaba la excavación, las dimensiones del elemento se fueron viendo incrementadas por la aparición de un fragmento separado del paño principal que daba indicios de que la estancia pavimentada por dicho mosaico era mayor a lo inicialmente previsto y, finalmente, que el fragmento encontrado se correspondía formalmente con la cenefa exterior del mismo.

<sup>I</sup> Dpto. de Construcciones Arquitectónicas II. Universidad de Sevilla

<sup>II</sup> Dpto. de Construcciones Arquitectónicas II. Universidad de Sevilla

<sup>III</sup> Dpto. de Construcciones Arquitectónicas II. Universidad de Sevilla

<sup>IV</sup> JBA Construcciones Bellido S.L.

La superficie original existente presentaba numerosas grietas, se podía observar que la cama de asiento del mosaico había cedido en algunos puntos, lo que ha afectado a la planeidad del mismo. De su análisis se dedujo que la excavación de pozos a lo largo de los años y el posterior relleno de los mismos con materiales diversos ha influido sin duda en los movimientos de la base, favoreciendo la aparición de las grietas mencionadas.

Se observan también intervenciones de restauración, quizás de época romana, en las que se han reintegrado faltas con teselas de diferente factura y ejecución deficiente, lo que es apreciable a simple vista.

## Breve descripción del tratamiento realizado

Con el tratamiento de conservación aplicado en esta primera fase, se ha buscado mejorar la lectura visual del mosaico y detener la pérdida de fragmentos. Para ello, tras la toma de datos necesaria, documentación gráfica y muestras, se procedió a su consolidación, mediante la limpieza de bordes, eliminando una porción de tierras de relleno y fijando los mismos mediante la aplicación cuidadosa de mortero de cal, que en el caso de lagunas grandes, se ha utilizado para rellenar la falta hasta enrasarla con la cama de la superficie teselaria. Tras ello, se procedió a la limpieza superficial de las teselas, y posterior sellado de fisuras mediante inyecciones de mortero de cal hidráulica.

Se realizaron pequeños arranques de fragmentos, que se encontraban hundidos como consecuencias de fallos en la solera para, tras la nivelación del terreno, volver a ser colocados.

Durante el proceso de limpieza de los rellenos de tierra, aparecieron algunos fragmentos perdidos inicialmente. Se encontraron igualmente numerosas teselas al remover los bordes del mosaico. Estas teselas, tras ser limpiadas y clasificadas, se han utilizado para reintegraciones en pequeñas lagunas (Fig. 4 y 5).

Finalmente, tras la consolidación del arranque del muro noreste de cerramiento de la estancia, en el que se dejaron salidas suficientes que aseguraran un buen drenaje, toda la superficie fue tratada con un producto biocida.

## Materiales y método

Los materiales considerados han sido: las teselas (6 tipos), el mortero de agarre de éstas, los morteros que conforman las dos capas de su base, los ladrillos que forman la cama sobre la que se asienta dicha cimentación y el suelo subyacente.

Se ha pretendido establecer el conjunto de características técnicas fundamentales de cada uno de los elementos, de manera que

1. Imagen cenital de la Plaza del Picadero durante la intervención



1

se puedan reconocer las características tecnológicas (Blanco-Varela, 1992). Asimismo se han obtenido datos para valorar posibles intervenciones futuras y para su mejor conservación y mantenimiento. En la figura 6 se presenta un esquema de la sección del mosaico y su cimentación.

### Teselas

Las muestras correspondientes a las teselas constituyentes del mosaico fueron un total de seis, de acuerdo con los seis tipos presentes en el mismo. Dichas teselas fueron tomadas por el personal técnico responsable de la intervención de limpieza y restauración. Las piezas se distinguen, inicialmente, por ser de colores diferentes: blanco, amarillo, naranja claro, naranja oscuro, granate y gris. La inspección visual ya hacía presuponer una composición y mineralogía diversa en función de las características macroscópicas de los materiales.

Las piezas se han analizado mediante tratamiento ácido para valorar su naturaleza carbonatada y valoración cualitativa de las fases minerales por difracción de rayos X (DRX) por método de polvo (tamaño de partícula < 50 micras) en un difractor Philips PW1130/90 dotado con rendija automática, radiación  $K\alpha^{Cu}$  filtro de Ni, y unas condiciones de trabajo de 40kV y 20mA.

### Morteros y suelo

Se han estudiado un total de 3 morteros y 1 muestra de suelo, las muestras fueron extraídas mediante trepanación, la debilidad mecánica de los morteros dificultó dicha extracción, por lo que posteriormente se tomaron muestras de las dos capas de mortero de cal mediante extracción mecánica.

Las diferentes muestras que conforman la base, así como el suelo se clasificaron de acuerdo con el siguiente esquema para designación, localización, y función constructiva (Fig. 7, tabla 1).

La caracterización de los morteros y suelo se ha desarrollado a partir de la siguiente metodología (Alejandro, 2003):

> Análisis químico de componentes básicos mediante ataque con ácido clorhídrico (1:1) en caliente, según el método de Jedrze-

096 - 097

## Crterios

Restauración de un  
mosaico romano.  
Caracterización y análisis  
constructivo

PH51 - Diciembre 2004

jewska (Jedrzejewska,1981) combinado con la determinación de carbonatos mediante el calcimetro de Bernard (NLT-116/72), permite la estimación del contenido de arena y de carbonato cálcico presente en un mortero de cal. Estos dos parámetros obtenidos tienen validez para aproximar la dosificación original del mortero siempre que la arena empleada en su confección sea mayoritariamente de naturaleza silicea-silicatada.

> Análisis mineralógico por DRX de acuerdo con las condiciones antes descritas.

> Porosidad abierta mediante absorción de agua a ebullición, para cuantificar el sistema poroso de los morteros respecto a su interacción con el agua.

> Análisis granulométrico de fracciones principales.

> Observación y estudio con lupa binocular Nikon Stereoscopic SMZ-2T a un aumento 20X.

> Análisis de sales solubles (sulfatos y cloruros). Se ha analizado el contenido de sulfato (expresado como  $SO_3$ ) según UNE-EN 1744-1, que permite valorar la presencia de yeso en el mortero añadido intencionadamente como conglomerante, como impureza de las materias primas o como producto de la alteración del mismo. También este parámetro puede ser orientativo a la hora de identificar la presencia de sales sulfatadas arrastradas por la humedad desde el suelo. También se ha determinado el contenido de cloruros solubles en agua (expresado como Cl) según la norma UNE 83-827-94, para descartar la formación de eflorescencias en el mosaico una vez que éste ha sido descubierto y se convierte en superficie de evaporación de la humedad del terreno.

### Ladrillos

El análisis de los ladrillos presentes en el paquete de cimentación se ha limitado a la determinación de la porosidad abierta y de su caracterización mineralógica con el objeto de valorar las cualidades cerámicas del material (Flores Alés, 2000).

## Teselas

La primera comprobación realizada consistió en comprobar la naturaleza carbonatada de las muestras; aparentemente tres de ellas no parecían ofrecer dudas al respecto. El ataque con ácido clorhídrico diluido (1:1) confirmó la hipótesis de partida. Las muestras blanca, amarilla y naranja clara manifestaban un intenso burbujeo con el ataque. Por lo que las tres piezas se puede afirmar que son materiales calcáreos, con contenidos variables crecientes en óxidos de hierro que dan lugar a las tres tonalidades.

Las muestras 4, 5 y 6 presentaban un burbujeo muy leve, lo que inicialmente podría deberse a los restos de mortero que pudiesen haber quedado insertados en los poros superficiales. Una vez lim-

2. Detalle de la lectura del mosaico con imagen de anciano

3. Detalle de la lectura del mosaico con imagen de joven

4. Reintegración de teselas

5. Imagen general durante la intervención en la que se aprecia el rejuntado de los bordes

pias las caras de las teselas se repitió la comprobación, en este caso sólo las muestras 4 y 5 presentaban una mínima película de burbujas en superficie, mientras que la muestra 5 no manifestaba dicho efecto. A partir de aquí, ante las dudas respecto a las fases minerales presentes, someter las tres muestras a un análisis por difracción de rayos X (DRX) que permitiese identificar con toda certeza la naturaleza mineralógica.

El análisis por DRX presentó un resultado similar para las muestras 4 y 5; éstas están constituidas mayoritariamente por geles de hierro, óxido de hierro (hematites), calcita y cuarzo. La identificación de las fases minerales presente permite una identificación simple de los materiales como calcarenitas con contenidos variables en hierro. De nuevo los contenidos en hierro tienen la responsabilidad de la intensidad cromática de las teselas. La presencia de calcita justificaría la reactividad con el HCl (1:1). La muestra 6, de color gris oscuro y con aspecto muy compacto, es significativamente diferente al resto. La caracterización mineralógica permite comprobar que se trata de un material de transformación térmica. Por la naturaleza de la zona, y suponiendo que se trata de un material no importado, se correspondería con una marga azul, abundantes en la zona de Écija, cocida a alta temperatura. La presencia de wollastonita ( $CaSiO_3$ ) como fase mayoritaria y de kilchoanita ( $Ca_3SiO_7$ ) como segundo material más abundante permite establecer temperaturas de cocción en torno a los 900°C o incluso superiores. Asimismo se ha detectado óxido de hierro (hematites) en menor contenido. Los dos silicatos de calcio formados a alta temperatura son resultado de la descomposición de la fracción caliza que, originalmente, pudiera haber en la materia prima y de la de los silicatos propios de las fases arcillosas, también activados térmicamente durante la cocción, de ahí que no aparezcan ni cuarzo ni calcita en el análisis. Una suposición, más allá del simple análisis, podría llevar a entender este material como el reaprovechamiento de un fallo de alfar, que por un exceso de temperatura, motivado por algún problema o error en el proceso de cocción, diese lugar a un producto parcialmente vitrificado, por eso su elevada compacidad y de color impropio de una cerámica.

## Morteros y suelo

### Ataque ácido. Método de Jedrzejewska

El análisis químico de componentes básicos pone de manifiesto cómo en los morteros M-1, M-2, y M-3 el contenido de  $CaCO_3$  ha sido muy elevado (69,33%-77,74%). Este rango de valores suele ser característico de morteros muy ricos en cal y/o de la presencia de arenas de naturaleza calcárea, ya sean de origen natural (p.ej. albero) o generadas artificialmente mediante la molturación de una roca rica en carbonato de calcio (p.ej. marmolina).

El mortero M-1 ha sido el que ha presentado un mayor contenido de  $CaCO_3$  (77,74%), pudiéndose atribuir a que su naturaleza responde más a la de una lechada que a la de un mortero propiamente dicho.





2



3



4



5

En la muestra de suelo tan sólo destaca como dato significativo la elevada composición carbonatada debiendo valorarse sus condiciones una vez obtenidos todos los datos. En la tabla 2 se muestran los resultados correspondientes a las diferentes muestras.

### Análisis mineralógico

Los resultados obtenidos en el análisis mineralógico se discuten de acuerdo con la procedencia de cada una de las muestras analizadas, los valores se exponen en la tabla 3.

#### M-1

En esta primera muestra abunda el carbonato de calcio, de ahí su color blanco, resultado típico para un mortero de cal. También existe un contenido medio de cuarzo que procede de la arena utilizada para su elaboración. Se han detectado feldespatos y trazas de minerales de la arcilla que probablemente procedan de la arena empleada en la elaboración del mismo, lo que justificaría el leve oscurecimiento que presenta.

#### M-2

Similar a la muestra anterior, abunda el carbonato de calcio, situación típica de un mortero de cal. También existe un contenido medio de cuarzo que procede de la arena utilizada para su elaboración. Se han detectado feldespatos y trazas de minerales de la arcilla que probablemente procedan de la arena.

#### M-3

Composición similar a M-2, pero con menor contenido de carbonato de calcio y mayor contenido de cuarzo al tratarse de un mortero más pobre en cal. Se han detectado feldespatos y trazas de minerales de la arcilla. La observación de la muestra permite comprobar la presencia de pequeños nódulos de naturaleza arcillosa que pueden ser atribuibles a impurezas contenidas en el agregado (Fig. 8), estos resultan particularmente extraños, puesto que sería más común la presencia de elementos cerámicos.

También se han detectado trazas de anhídrita ( $\text{CaSO}_4$ ), que son atribuibles, como se comentó en el apartado de análisis químico, a impurezas de la cal.

### S

La muestra del suelo está compuesta por carbonato de calcio, cuarzo, feldespatos y minerales de la arcilla. Como es lógico por su naturaleza, en esta muestra ha disminuido el contenido de carbonato de calcio y ha incrementado el contenido de arcillas (Fig. 9).

Para identificar los minerales de la arcilla presentes se ha realizado un nuevo análisis mediante DRX por método de agregado orientado, obtenido a partir de una sedimentación de la muestra en agua, para potenciar sus reflexiones. En él se ha identificado la presencia de micas y caolinitas, minerales que no son de carácter expansivo. Se han identificado también montmorillonitas, que sí son expansivas, pero éstas se encuentran en pequeñas cantidades, como trazas.

### Porosidad

Los valores de porosidad accesible al agua se entienden como criterio de valoración de la calidad y el estado de conservación de los morteros (tabla 4)

Los resultados obtenidos para las muestras de mortero se muestran en en la tabla 5.

Las muestras M-2 y M-3 han tenido unos valores de porosidad abierta elevados (superiores al 30%), por lo que se les puede clasificar teniendo en cuenta la tabla 4 como morteros muy porosos.

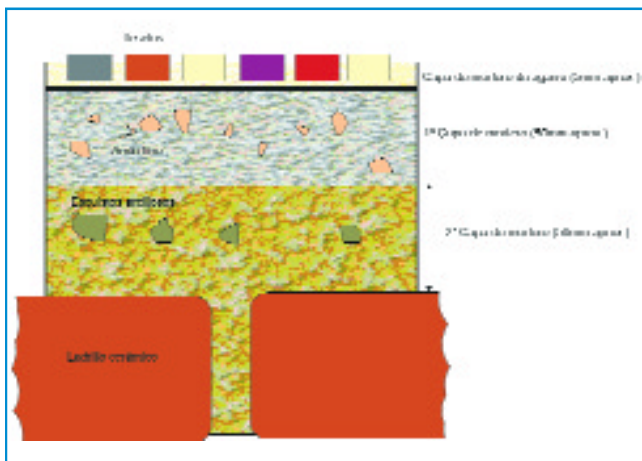
El origen de esta alta porosidad puede estar en presencia de arcillas en el árido, minerales que son capaces de absorber elevadas cantidades de agua, y que posteriormente, cuando se elimina por evaporación, genera porosidad abierta. También la utiliza-

098 - 099

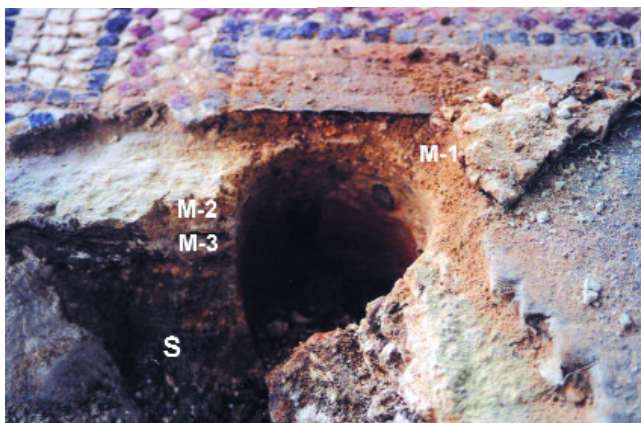
## Criterios

Restauración de un  
mosaico romano.  
Caracterización y análisis  
constructivo

PH51 - Diciembre 2004



6



7

ción de altas cantidades de agua en el amasado del mortero para conferirle mayor plasticidad y trabajabilidad en el estado fresco origina un aumento de la porosidad.

Se ha de comentar que a pesar de ser morteros muy porosos y en teoría de "baja calidad", la presencia de unos elevados porcentajes de cal en su composición ayuda a mejorar el comportamiento mecánico de los mismos.

### Granulometría

El análisis granulométrico del árido se ha realizado mediante el estudio de parámetros de interés como: el tamaño máximo del árido y los contenidos de árido mayores y menores de 5 mm. (tamaño límite de separación entre arena y grava). No se ha considerado necesaria la determinación de la curva granulométrica completa. Los resultados se muestran a continuación en la tabla 6.

A pesar de no haberse evaluado el tamaño máximo de la muestra M-1, por la propia naturaleza de la misma, sí se puede afirmar a través de su examen visual que su textura era muy fina, aún más que la de M-2.

6. Sección transversal del mosaico y su cimentación

7. Fotografía del mosaico una vez realizada la extracción del testigo. Se pueden apreciar los diferentes morteros de la solera

### Análisis óptico

El análisis mediante lupa binocular de las muestras ha ofrecido una información interesante acerca de la textura de los conglomerados así como de la tipología macroscópica de los áridos. Como detalles más significativos se destacan características de las muestras M-3 y S, presencia de nódulos arcillosos y granos carbonatados respectivamente (Fig. 8 y 9).

### Análisis de sales solubles

La posible presencia de sales solubles en los materiales de cimentación de un mosaico o en el suelo subyacente implica un riesgo importante de deterioro debido a la variación del estado y de los equilibrios químicos que se producen una vez que el elemento deja de estar enterrado. El afloramiento del mosaico supone una alteración del equilibrio en disolución de las sales con la humedad del terreno, pudiendo estas ser arrastradas a la superficie y cristalizar en forma de eflorescencias, con el consiguiente daño inducido a los materiales.

Respecto al contenido de sulfatos, ha sido muy bajo para todas las muestras (0,08%-0,50%), teniendo por lo tanto escasa relevancia. El origen del mismo en los morteros tiene su origen, muy probablemente, en las materias primas, en concreto, en la roca caliza utilizada para la fabricación de la cal.

El análisis de cloruros (Cl) muestra como el contenido de los mismos es muy bajo tanto en los morteros (0,012%), como en la muestra de suelo (0,026%), no existiendo por lo tanto riesgo de formación de eflorescencias por la presencia de cloruros.

### Caracterización de ladrillos

La caracterización de los materiales cerámicos empleados como subbase para la ejecución del mosaico permite evaluar la capacidad resistente y estabilidad de cara a su nueva situación.

La porosidad abierta del material se ha determinado mediante inmersión en agua a ebullición durante 3 horas, obteniéndose un porcentaje del 35,3%. Este valor es normal para una cerámica de construcción convencional, ahora bien, su localización en la cimentación del mosaico permite limitar la posible circulación de agua mediante una mayor incorporación del líquido a la estructura porosa del ladrillo, siendo además menor la relevancia de este dato por el hecho de no ser un material sometido a requerimientos de carga importantes.

De otra parte, el análisis mineralógico ha puesto de manifiesto una composición propia de una cerámica convencional bien cocida. Se han detectado como fases mayoritarias el cuarzo, en un porcentaje elevado con relación al resto de componentes, y calcita y feldespatos en menor medida. Los minerales de nueva formación a alta temperatura más significativos son la wollastonita y la kilchoanita, resultado de la transformación térmica a una temperatura aproximada de 850°C, de materias primas ricas en carbonatos. Esta cualidad es propia de los barreros de la zona de Écija, por lo que el resultado, se puede decir, que es el esperable de acuerdo con el entorno y la ubicación.

Tabla 1. Designación, localización, y función constructiva de los morteros

Designación	Localización y función constructiva	Color-textura
<b>M-1</b>	Primera capa muy fina de mortero situado entre y bajo las teselas Fijación o agarre de las teselas	Blanco sucio Textura fina
<b>M-2</b>	Segunda capa de mortero situado entre M-1 y M-2 Base plana para la colocación de las teselas con M-1	Amarillo claro Textura media
<b>M-3</b>	Tercera capa de mortero situado entre M-3 y el suelo  Capa de regularización del suelo	Blanco con nódulos arcillosos marrones Textura gruesa
<b>S</b>	Suelo	Marrón oscuro

Tabla 2. Análisis químico de componentes básicos

Muestras	Carbonatos (%) (expresados como CaCO <sub>3</sub> )	Fracción silícea-silicatada insoluble en HCl (%)	Fracción soluble en HCl (%)		
			SO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	Resto
<b>M-1</b>	77,74	9,34	0,50	*	12,42
<b>M-2</b>	74,75	17,94	0,33	0,012	6,96
<b>M-3 (fracción &lt; 5mm)</b>	69,33	29,86	0,46	0,012	0,33
<b>S</b>	30,68	51,36	0,08	0,026	17,85
<b>Morteros referencia</b>					
<b>1:1 (cal:arena)</b>	21	79	--	--	--
<b>1:2 (cal:arena)</b>	15	85	--	--	--
<b>1:3 (cal:arena)</b>	11	89	--	--	--

\* Determinación no realizada por insuficiente cantidad de muestra

Tabla 3. Análisis mineralógico

Muestras	Calcita CaCO <sub>3</sub>	Dolomita CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Cuarzo SiO <sub>2</sub>	Feldespatos	Minerales de la arcilla	Otros
<b>M-1</b>	++++	--	++	--	+	
<b>M-2</b>	++++	+	++	+	+ micas y caolinita	+ corindón (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
<b>M-3 (fracción &lt; 5mm)</b>	++++	+	++	+	+ micas y caolinita	+ anhidrita (CaSO <sub>4</sub> ) corindón (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )
<b>S</b>	+++	+	+++	+	++ micas, caolinitas y trazas de montmorillonitas	+ anhidrita (CaSO <sub>4</sub> ) corindón (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )

++++ muy abundante    +++ abundante    ++ medio    + indicios    -- no detectado

Tabla 4. Valoración de la calidad de los morteros en función de la porosidad

Mortero	Buena Calidad. Compacto	Buenos pero porosos	Baja Calidad. Muy Porosos
Porosidad	< 20%	20-30%	> 30%

Tabla 5. Valoración de la calidad de los morteros en función de la porosidad

Muestras	Porosidad abierta (%)
<b>M-1</b>	*
<b>M-2</b>	37,4
<b>M-3</b>	35,0
<b>Mortero referencia 1:3 (cal:arena)</b>	25±2**

\* Determinación no realizada por insuficiente cantidad de muestra, \*\* Peroni, S. et al., 1981



## 100 - 101

### Criterios

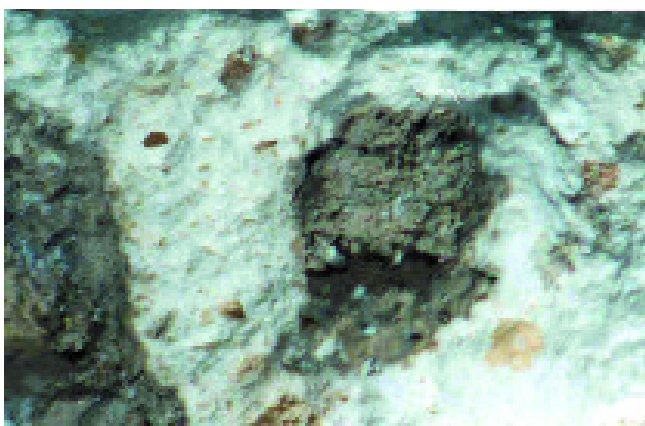
Restauración de un  
mosaico romano.  
Caracterización y análisis  
constructivo

PH51 - Diciembre 2004

Tabla 6. Análisis granulométrico

Muestra	Tamaño máximo	> 5 mm. (%)	< 5 mm. (%)
M-1	*	*	*
M-2	2,5 mm	0	100
M-3	16 mm	62	38

\* Determinación no realizada por insuficiente cantidad de muestra



8



9

## Comentarios

Las teselas están talladas en materiales pétreos propios de la zona con la salvedad, particularmente curiosa, del aprovechamiento de un fallo de alfar para la obtención de uno de los colores.

Los tres morteros identificados presentan un elevado contenido en carbonato de calcio secundario procedente de la carbonatación de la cal empleada en su fabricación, lo que se deduce de su análisis, confirmándose por la textura, apariencia y color, no siendo previsible que un árido calizo diese lugar a los resultados obtenidos (Adams, 1992). La cal no se considera como hidráulica, según se extrae de los análisis mineralógicos, en los que no se detectan compuestos hidráulicos ni silicatos de alta temperatura propios de las transformaciones de las fracciones arcillosas de una cal no aérea. Sí parece clara la di-

8. Fotografía tomada con lupa binocular correspondiente al mortero M-3 en la que se puede apreciar la presencia de nódulos de arcillas de color marrón en la matriz formada por carbonato de calcio procedente de la carbonatación de la cal del mortero

9. Fotografía tomada con lupa binocular correspondiente a la muestra de suelo en la que se puede apreciar la presencia de granos de carbonato de calcio de color blanco procedentes de la adición de cal al suelo con la finalidad de estabilizarlo

ferenciación de texturas entre las dos capas estructurales de la base, lo que se debe a las características del agregado, no observándose diferencias en la naturaleza del conglomerante empleado.

El estudio del suelo subyacente permite comprobar la presencia en contenidos muy bajos de arcillas con capacidad expansiva de carácter peligroso para la estabilidad del mosaico. Los minerales arcillosos presentes no resultan peligrosos; además hay que considerar la presencia de nódulos calizos presumiblemente incorporados voluntariamente en forma de cal, que contribuirían a la mejor estabilización del terreno.

El análisis de sales solubles en los diferentes estratos confirma la inexistencia de estas (sulfatos y cloruros), por lo que no es de prever la aparición de eflorescencias ni cristalizaciones a partir de los elementos propios de la estructura del elemento

### Agradecimiento

Los autores quieren hacer patente su agradecimiento al personal técnico de JBA Construcciones Bellido por la colaboración prestada en la toma de muestras.

## Bibliografía

**ALEJANDRE, F.J.** Historia, caracterización y restauración de morteros. Sevilla: S.P. Universidad de Sevilla - IUCC, 1999

**ADAMS, J., KNELLER, DOLLIMORE, D.** "Thermal analysis (TA) of lime -and gypsum- based medieval mortars". *Thermochemical Acta*, 211, 1992, pp. 93-106

**BLANCO-VARELA, M.T., PUERTAS, F., MACÍAS, A., PALOMO, A.** "Study of support Roman mortars of Italic 's mosaics". 7th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone. Lisboa, 1992, pp. 1299-1305

**FLORES-ALÉS, V.** Estudio, caracterización y restauración de materiales cerámicos. Sevilla: S.P. Universidad de Sevilla - IUCC, 1999

**JEDRZEJEWSKA, H.** "Ancient mortars as criterion in analyses of old architecture". ICCROM Symposium Mortars. Cements and grouts used in the conservation of historic buildings. Roma, 1981, pp. 313-329

NLT-116. "Carbonatos en los suelos por el método del calcímetro d Bernard", 1972

**PERONI, S. et al.** "Lime based mortars for the repair of ancient masonry and possible substitutes". ICCROM Symposium Mortars. Cements and grouts used in the conservation of historic buildings. Roma, 1981

**UNE-EN 1744-1.** "Ensayos para determinar las propiedades químicas de los áridos", 1999

**UNE 83-827-94.** "Morteros. Método de ensayo. Determinación del contenido de cloruros solubles", 1994