

# PINTURAS MURALES DE LA CIUDAD ROMANA DE IESSO: RESULTADOS PRELIMINARES DE LA CARACTERIZACIÓN DE LOS PIGMENTOS MEDIANTE TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS

## ROMAN WALL PAINTINGS FROM THE CITY OF IESSO: CHARACTERIZATION OF PIGMENTS BY MEANS OF NON DESTRUCTIVE TECHNIQUES

*Africa Pitarch Martí (1) / Ignasi Queralt Mitjans (1) / Aureli Álvarez Pérez (2) / Josep Guitart Durán (3)*

(1) *Laboratorio de Aplicaciones Analíticas de Rayos-X, Instituto de Ciencias de la Tierra "Jaume Almera", CSIC*

(2) *Dpto. Geología, Universidad Autónoma de Barcelona*

(3) *Dpto. Historia, Universidad Autónoma de Barcelona*

**RESUMEN:** Este trabajo trata sobre la primera aplicación del análisis mediante fluorescencia de rayos X por dispersión de energías (EDXRF) al estudio de pinturas murales de época romana en Cataluña. En el estudio, han sido analizados varios fragmentos decorados (relacionados con las pinturas de las estancias de la domus de Iesso, datada del s. II d. C.) en orden a determinar cuales fueron los elementos causantes de las distintas tonalidades así como realizar la caracterización de los materiales de soporte. Con el fin de confirmar y ampliar los resultados obtenidos mediante EDXRF, se han utilizado otras técnicas de análisis como la microscopía óptica de polarización (POM), la difracción de rayos X (XRD) y la microscopía electrónica de barrido con sistema de análisis de dispersión de energías acoplado (SEM-EDS). Las muestras del estudio presentan una gama de colores restringida constituida por colores rojo, ocre, verde, blanco y negro, todos ellos en distintas tonalidades. Los resultados obtenidos sugieren que se empleó una paleta con presencia de minerales clásicos de origen local. Aunque los colores rojos están principalmente compuestos por hematites se ha detectado la presencia de plomo en algunos espectros (que podría indicar o bien el uso de rojo de plomo o bien la utilización de blanco de plomo para la preparación de pigmentos); los amarillos y los verdes se obtuvieron a partir de óxidos de hierro que dan estas tonalidades; los blancos se elaboraron con calcita; y finalmente los colores negros no parecen ser de origen mineral. El estudio de los morteros utilizados en el estucado, realizado fundamentalmente mediante POM y SEM-EDS, ha puesto de manifiesto el uso de morteros de cal de diferente granulometría aplicados en capas superpuestas.

**SUMMARY:** This work deals with the first application of EDXRF to the study of Spanish Roman wall paintings from Catalonia (NE of Spain). In our study, several coloured fragments of wall paintings related with the Guissona Manor House rooms (2nd century A.D.) have been analyzed in order to determine the inorganic elements of various tonalities as well as to characterize the supporting material. In order to corroborate and improve the results obtained by means of EDXRF, other analytical methods have been used (such as Polarized Optical Microscopy (POM), X-ray Diffraction (XRD) and Scanning Electron Microscopy equipped with energy dispersive X-ray analysis system (SEM-EDS)). The palette comprises colors such as red, yellow, green, white and black (all of them varying from pale shades through to deep shades). According to the obtained results, the raw materials used are the most common employed in Roman wall paintings. Besides, local mineral sources seem to have been preferred in this city. Although the red colors are mainly composed by haematite, the presence of lead is detected in some samples, which might suggest the utilization of red lead or white lead mixed with haematites; yellow colors are mainly made with goethite; green pigments were obtained by means of one of the iron oxides responsible of these tonalities; white pigments are made with chalk; and last but not least, the black tonalities don't come from mineral origin. The study of the supporting material, carried out by means of POM and SEM-EDS, has pointed out the presence of superimposed layers composed by lime mortars (calcium carbonate) of different grain size.

**PALABRAS CLAVE:** Pintura mural romana, análisis EDXRF.

**KEY WORDS:** Roman wall paintings, EDXRF analysis.

## I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los métodos analíticos procedentes del ámbito de las ciencias experimentales han tenido una aplicación puntera en el estudio de materiales del Patrimonio Cultural. En este sentido, la fluorescencia de rayos X por dispersión de energías (EDXRF) es una de las técnicas más ampliamente utilizadas, especialmente en la caracterización química no destructiva de pigmentos (Scott *et al.* 2009; Bonizzi *et al.* 2008; Desnica *et al.* 2008; Gil *et al.* 2008 y Sotiropoulou *et al.* 2008). Sin embargo al tratarse de una técnica de análisis elemental, no permite identificar tipología de los compuestos inorgánicos (minerales) utilizados en las pinturas. Con el fin de confirmar y ampliar los resultados obtenidos mediante EDXRF, además se han utilizado otras técnicas de análisis (como la microscopía óptica de polarización (POM), la difracción de rayos X (XRD) y la microscopía electrónica de barrido con sistema de análisis de dispersión de energías (SEM-EDS).

El estudio se enmarca dentro de la antigua ciudad amurallada de *Iesso* localizada en la región central catalana (Figura 1), con el fin de investigar los restos de pintura mural relacionados con las estancias de una gran *domus* de época imperial (siglo II d. C.) (Figura 2). Se cree que *Iesso* fue una de las primeras ciudades que se fundaron dentro de un extenso programa de colonización de la Hispania Citerior (actual Cataluña) que llevaron a cabo los romanos en un periodo comprendido entre el siglo II a. C. y el siglo I a. C. (Guitart 2006).

Las pinturas representan motivos florales y geométricos y presentan una paleta de colores restringida, constituida por el rojo, ocre, verde, blanco y negro, todos ellos en distintas tonalidades (Figura 3).

El estudio arqueométrico de las muestras permite obtener información relativa, por un lado, a la naturaleza de los pigmentos utilizados (naturales o sintéticos, orgánicos o inorgánicos), su posible procedencia (de origen local o de importación) y, por otro lado, caracterizar los materiales de soporte, describir la calidad de los estucos y determinar si siguen los modelos descritos



Fig. 1. Mapa de localización de la ciudad romana de *Iesso*.



Fig. 2. Vista aérea del yacimiento.



Fig. 3. Imagen de unas de las pinturas recuperadas.

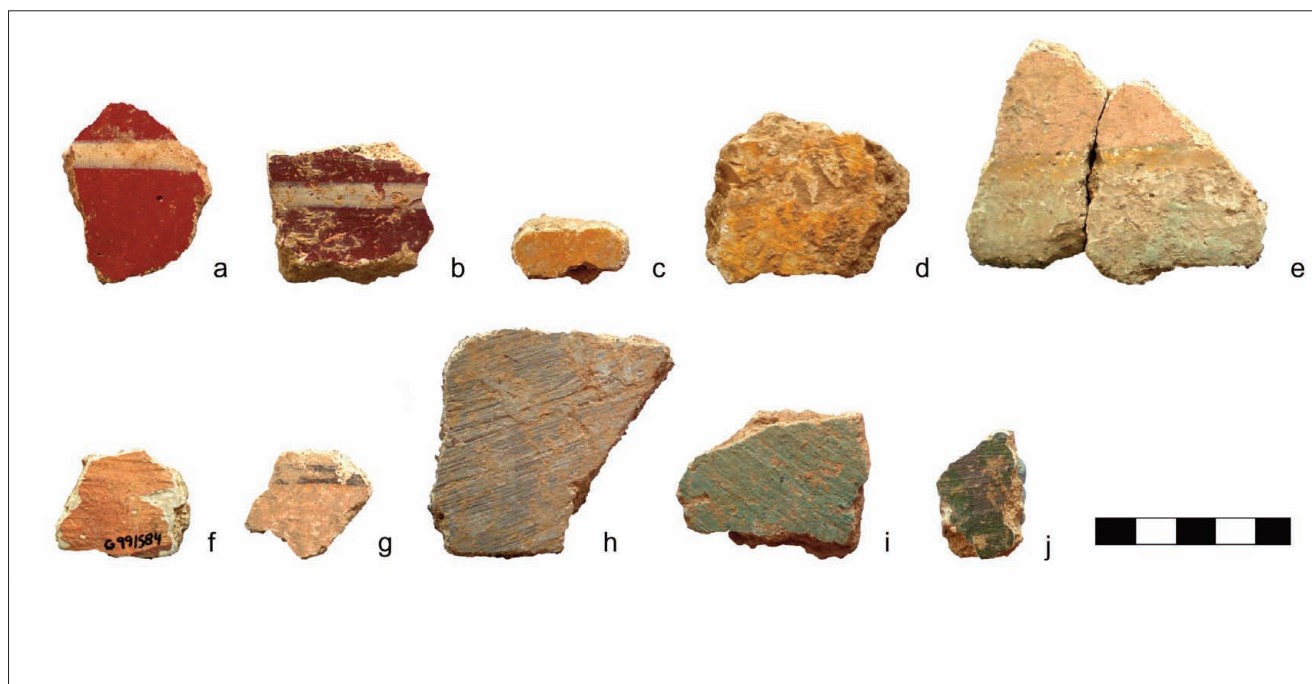


Fig. 4. Muestras analizadas.

por los autores clásicos. En definitiva, nos proporcionará una valiosa información complementaria acerca de la tecnología utilizada durante ésta época.

## II. METODOLOGÍA

### Materiales

En total han sido analizados 10 fragmentos decorados (Figura 4, tabla 1) en orden a determinar: a) los tipos de pigmentos inorgánicos utilizados y b) caracterizar los materiales de soporte.

Nombre	Referencia	Observaciones
a	G97/UE148 claro	Bicolor: rojo claro y blanco
b	G97/UE148 oscuro	Bicolor: rojo oscuro y blanco
c	G97/UE197	Amarillo mostaza
d	G/UE128	Amarillo claro
e	H13 grupo4	Tricolor: rosa, amarillo y verde claro
f	G99UE584	Rosa
g	H13 sin grupo	Bicolor: rosa y negro
h	H13-gris	Gris
i	G97/UE112	Verde
j	G961A	Verde oscuro

Tabla 1. Relación de muestras analizadas.

Dichos estucos decorados fueron recuperados a lo largo de la campaña de excavación que se llevó a cabo en la ciudad romana de *Iesso*, actual Guissona, entre los años 1996 y 1999, y están directamente relacionados con las pinturas de las estancias de una *domus* datada del siglo II d. C.

La selección de las muestras se realizó con el asesoramiento de los directores de la excavación y la colaboración del departamento técnico de restauración del asentamiento, seleccionando fragmentos representativos de cada variedad de color.

### Equipamiento

El análisis de las superficies pictóricas se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Aplicaciones Analíticas del Instituto “Jaume Almera”, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, mediante un espectrómetro de fluorescencia Fischerscope® X-Ray XDAL® equipado con un tubo de W con ventana de Be, tres filtros de haz primario y 4 colimadores. Las condiciones de trabajo fueron las que siguen: 10-50kV de tensión, hasta 1mA de intensidad, con una potencia máxima de 50 W, colimador de 0.6mm de diámetro, filtro de Al y un tiempo de medida de 300s.



La identificación de las sustancias que comprenden las capas pictóricas se realizó en el mismo laboratorio mediante un difractómetro Bruker D8 Advance con cristal Göbbel primario, detector SOL-X y tubo de Cu. Las condiciones de trabajo fueron las siguientes: 40kV y 40mA, con un stepscan de 0.05 grados y 3 segundos como tiempo de adquisición por paso.

La observación y caracterización estratigráfica de las secciones se llevó a cabo en el Servicio de Microscopía Electrónica de la Universidad Autónoma de Barcelona mediante un microscopio electrónico de barrido JEOL JSM-6300 con sistema de detección EDX Link Isis-200 y una resolución de 138 eV (boro-uranio). Puntualmente se utilizó el sistema de EDX (análisis elemental) para solventar los interrogantes generados sobre la naturaleza de algunos pigmentos.

La descripción microscópica y caracterización mineralógica de los morteros se hizo en laboratorio de microscopía del Departamento de Geología de la Universidad Autónoma de Barcelona mediante la utilización de un microscopio óptico de polarización NIKON Eclipse E400 POL equipado con cuatro objetivos (4x, 10x, 20x y 40x). Las microfotografías se han hecho con una cámara NIKON COOLPIX5400 y un adaptador NIKON COOLPIX MDC Lens.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de las superficies pictóricas: Caracterización de pigmentos minerales mediante EDXRF y XRD

#### Colores rojos

Si observamos las muestras de color rojizo (a, b, e, f y g- Figura 4), podemos distinguir diversas tonalidades (desde el rosa pastel hasta el granate). Todas las muestras presentan un espectro EDXRF donde aparecen los picos del Ca, el Sr y el Fe en distintas proporciones. Adicionalmente, en las muestras e y g, se detecta la presencia de Pb (Figura 5).

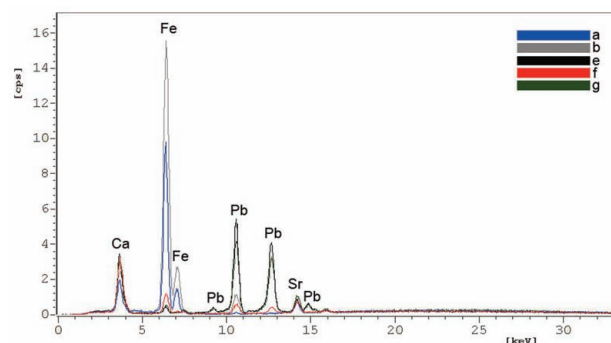


Fig. 5. Espectros EDXRF de las muestras a, b, e, f y g donde se aprecian con claridad los picos del Fe y el Pb correspondientes a las zonas rojizas. Adicionalmente se observan los picos del Ca y el Sr (capas de preparación).

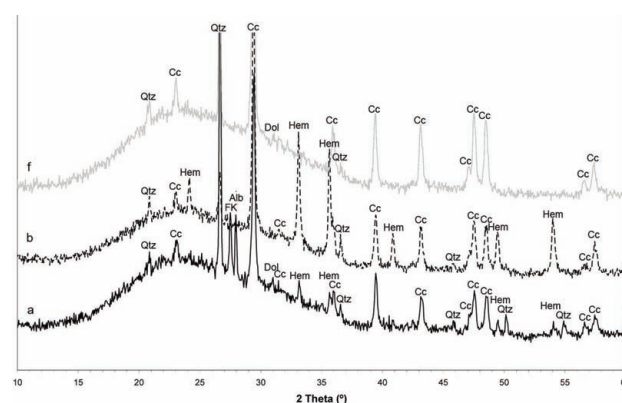


Fig. 6. Difractogramas de las muestras a, b, y f. Clave: Alb: albita; Cc: calcita; Dol: dolomita; Hem: hematites; FK: feldespato potásico; Qtz: cuarzo.

Los análisis XRD de las muestras a y b (Figura 6) determinan que los picos de Fe y Ca detectados por medio de la EDXRF corresponden a hematites ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) respectivamente. La presencia de Sr, detectada en los espectros EDXRF, no es de extrañar ya que es un elemento de presencia habitual en la red cristalina de la calcita. El uso de hematites o rubrica como mineral que da el color no es extraño, dado que era uno de los pigmentos más frecuentemente utilizado, probablemente porque se trata de un mineral muy estable en diferentes ambientes y además es muy abundante en la naturaleza (Rapp 2009). En los difractogramas se detecta asimismo la presencia de albita ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), feldespato potásico ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) y cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ). La albita, el feldespato potásico y el cuarzo provienen de la carga con que se preparó el mortero.

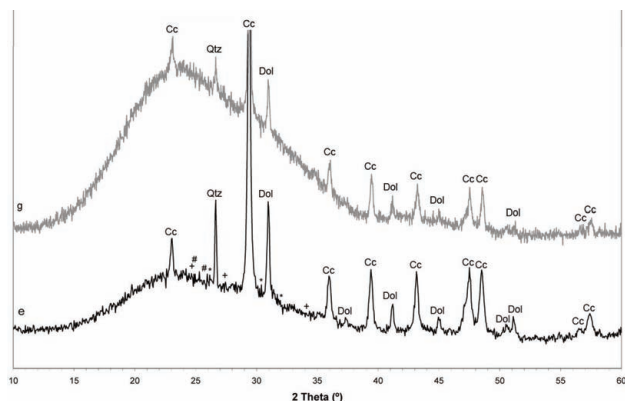


Fig. 7. Difractogramas de las muestras e y g. Clave: Cc: calcita; Dol: dolomita; Qtz: cuarzo; \*: picos principales del rojo de plomo (*minium* (2 $\theta$ ): 26.148; 30.374; 31.916); +: picos principales del blanco de plomo (hidrocerusita (2 $\theta$ ): 24.641; 34.156; cerusita (2 $\theta$ ): 24.829; 25.527).

En la muestra f (Figura 6) solo se observa la presencia de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y dolomita [ $(\text{Ca}, \text{Mg}(\text{CO}_3))$ ], restos de la roca con que se preparó la cal, y cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) procedente de la carga. Ninguna de estas especies minerales es la responsable del color rosáceo de la muestra, lo que sugiere que podría haberse utilizado un pigmento de origen orgánico.

En lo que se refiere al Pb presente en algunos espectros de EDXRF (muestras e y g, Figura 4), los análisis XRD (Figura 7) no detectan la utilización de rojo de plomo o minium secundarium ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) como mineral que da el color, así como el uso de blancos de plomo (cerusita - $\text{PbCO}_3$  y hidrocerusita - $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$ ) (véanse los picos \*, + y # de la Figura 7). En los difractogramas se observa la presencia de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y dolomita [ $(\text{Ca}, \text{Mg}(\text{CO}_3))$ ], restos de la roca con que se preparó la cal, y cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ), procedente de la carga.

### Colores amarillos

Este color aparece en tres de las muestras seleccionadas (c, d y e).

Los espectros EDXRF confirman nuevamente la presencia de Ca, Sr y Fe (Figura 8). De acuerdo con los resultados de los análisis de XRD, en el caso de las muestras c y d (Figura 9) la coloración amarillenta se debe a la presencia de goethita [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ]. En lo que se refiere a la muestra e (Figura 9), no ha sido posible determinar mediante

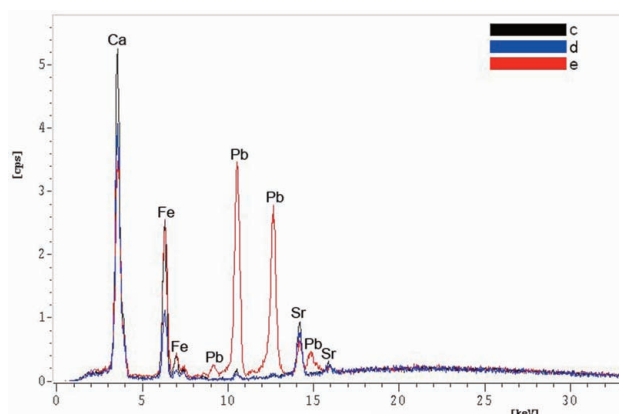


Fig. 8. Espectros EDXRF de las muestras c, d y e donde se aprecian los picos del Fe, el Ca y el Sr. La muestra e, además, contiene Pb.

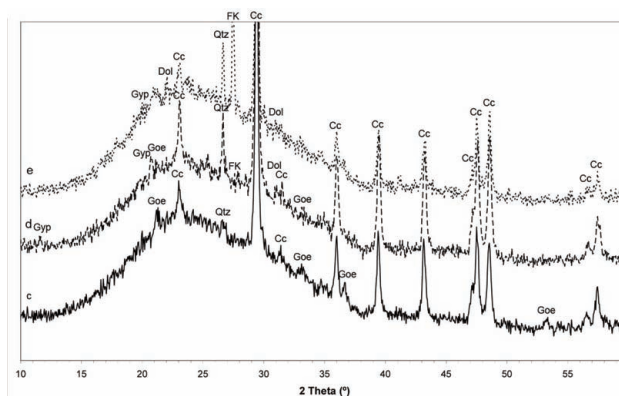


Fig. 9. Difractogramas de las muestras c, d y e. Clave: Cc: calcita; Dol: dolomita; Goe: goethita; Gyp: yeso; FK: feldespato potásico; Qtz: cuarzo.

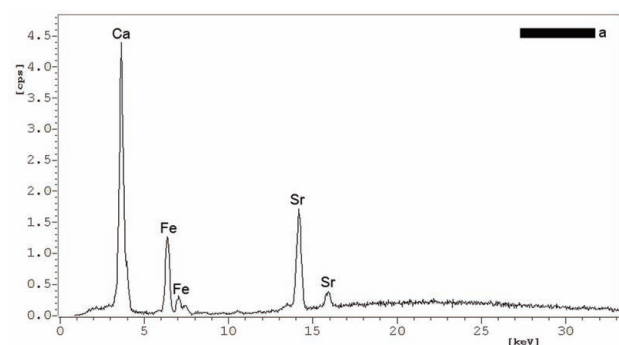


Fig. 10. Espectro EDXRF de la muestra a. Los picos de Fe, Ca y Sr son los más notables.

XRD cual es la especie mineral causante del color amarillo (se descarta además el uso de *massicot* - $\text{PbO}$ ). Probablemente se deba a uno de los múltiples óxidos hidratados de hierro de estructura cristalina poco definida y por lo tanto difícil de precisar mediante XRD. Además se observa la presen-

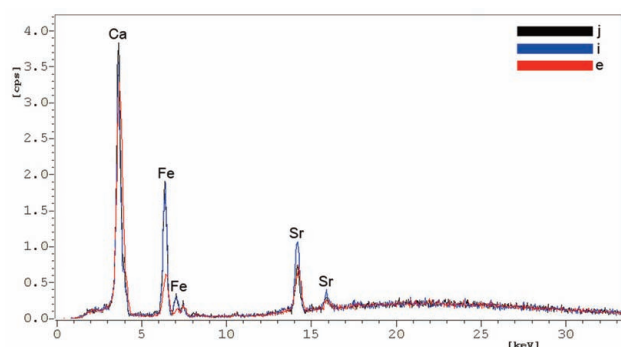


Fig. 11. Espectros EDXRF de las muestras e, i y j donde se observa la presencia de Fe, Ca y Sr.

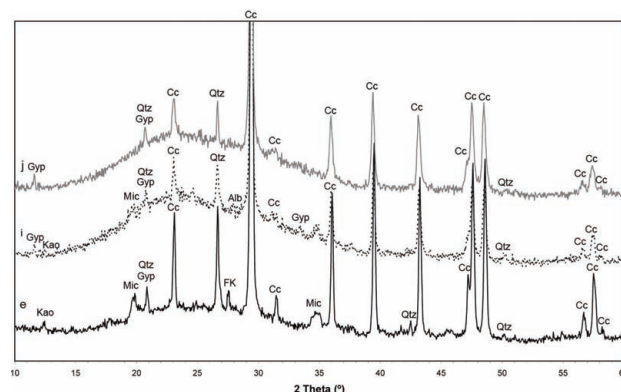


Fig. 12. Difractogramas de las muestras a, b, y f. Clave: Alb: albita; Cc: calcita; FK: feldespato potásico; Gyp: yeso; Kao: caolinita; Mic: micas y Qtz: cuarzo.

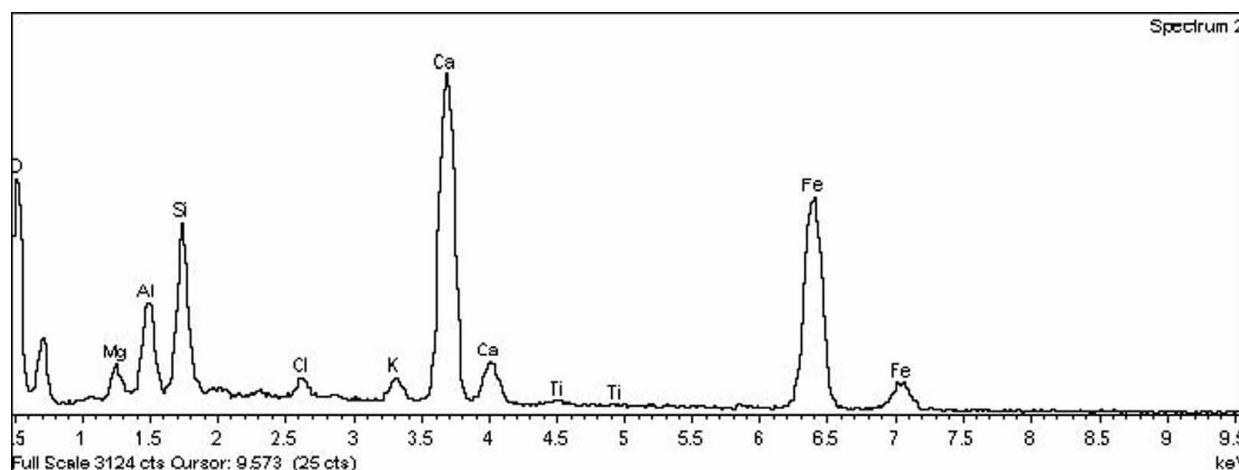


Fig. 13. Espectro EDX de las muestras i donde se observa la presencia de Al, Si y Fe entre otros.

cia de calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) y dolomita  $[(\text{Ca}, \text{Mg}) (\text{CO}_3)]$ , restos de la roca con que se preparó la cal, y cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) y el feldespato potásico ( $\text{KAlSi}_3\text{O}_8$ ) procedentes de la carga.

### Colores blancos

Las muestras a y b son las que presentan esta coloración como parte de su decoración.

En los espectros EDXRF (p.e. muestra a, Figura 10) solamente aparece el Ca como elemento relacionado con compuestos que puedan dar esta coloración (en este caso la calcita). La ausencia de los picos de Pb y Zn descarta la utilización de compuestos de plomo (como por ejemplo la hidrocerusita  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$  y la cerusita  $\text{PbCO}_3$ ) y de compuestos de zinc (como el óxido de zinc,  $\text{ZnO}$ ) pigmentos muy utilizados en época romana (Maz-zocchin 2006; Siddal 2006).

### Colores verdes

El color verde aparece en diversas tonalidades (desde el verde pastel hasta el verde oliva) en un total de 3 muestras (e, i y j).

Los espectros EDXRF confirman una vez más la presencia de Ca, Sr y Fe (Figura 11). Los difractogramas (Figura 12) determinan la presencia de varios minerales (albita, calcita, dolomita, caolinita, yeso, moscovita, feldespato potásico y cuarzo) aunque ninguno de estos es el causante del color verde.

Plinio (Plinio, Ed. 1952) describe que los colores verdes se derivan de minerales como la malaquita  $[\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2]$  o las tierras verdes (que contienen silicatos como la glauconita  $[\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2]$  y la celadonita  $[\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+})(\text{Fe}_3^+, \text{Al})\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$ ). En el análisis EDX se detecta la presencia de Si y Al, lo que podría

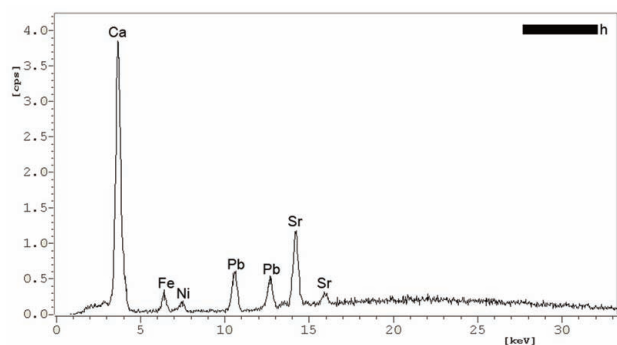


Fig. 14. Espectro EDXRF de la muestra h. Se observa la presencia de Fe, Ca y Sr. Además se ha detectado Pb como en el caso de la muestra e (ambas muestras corresponden a la misma estancia).

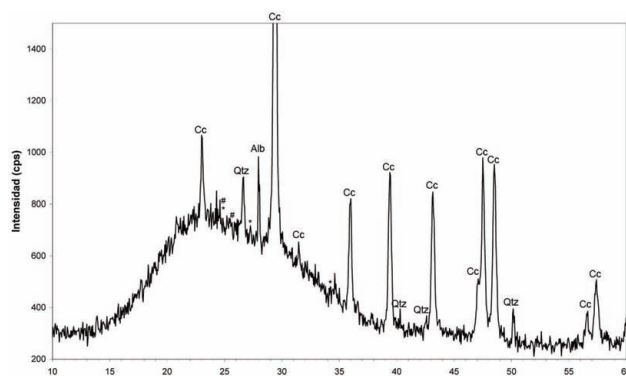


Fig. 15. Difractograma de la muestra h. Clave: Alb: albita; Cc: calcita; Qtz: cuarzo; \*: picos principales de la hidrocerusita ( $2\theta$ ): 24.641; 34.156; #: picos principales de la cerusita ( $2\theta$ ): 24.829; 25.527).

corresponder a la existencia de tierras verdes (Figura 13). Los análisis de XRD detectan la presencia de calcita, cuarzo, feldespato potásico, albita yeso y algunas micas. Entre estas micas podría estar la glauconita, imposible de distinguir mediante XRD de la moscovita  $[KAl_2(Al,Si)_4O_{10}(OH,F)_2]$ , por ejemplo.

### Color gris

Normalmente los grises se obtenían o bien mediante el uso de un negro orgánico, tipo hollín o carbón vegetal o bien mediante el uso de negros minerales tipo grafito (imposibles de ser determinados con EDXRF). Existen otros negros de origen mineral como el apatito  $[Ca_3(PO_4)_2]$ , la pirolusita (MnO) o la ramsdellita (MnO<sub>2</sub>) (Rapp 2009; Siddal 2006).

En el espectro EDXRF del fragmento analizado (h), además de Ca, Sr y Fe se observa la presencia de Pb (Figura 14). La ausencia del Mn descarta el uso de pirolusita y/o ramsdellita.

En el análisis de difracción de rayos X (Figura 15) se detectan la existencia de calcita, cuarzo y albita. Ninguna de estas especies minerales es la responsable del color grisáceo de la muestra.

La ausencia de picos característicos del apatito, grafito, pirolusita y ramsdellita en los espectros XRD, nos hace pensar que el color grisáceo se consiguió mediante el empleo de algún pigmento de tipo orgánico o amorfo.

Por otro lado, la presencia de Pb en los espectros EDXRF podría indicar la utilización de blanco de plomo (hidrocerusita  $2PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$  y cerusita  $PbCO_3$ ) (Figura 14); sin embargo, los análisis de difracción tampoco han permitido determinar la presencia de estos compuestos; véanse los picos etiquetados con \* y # de la figura 15).

## Caracterización de los materiales de soporte

### Descripción mineralógica y textural mediante POM

De acuerdo con las observaciones hechas con el microscopio petrográfico (Tabla 2), los morteros de cal estudiados pueden catalogarse como materiales de muy buena calidad y una gran finura. Dichos morteros se caracterizan por una dosificación 1:3, carga heterogranular seriada (de granulometría fina a gruesa) distribuida homogéneamente y una porosidad baja a media, con poros pequeños y redondeados. Excepcionalmente se observa la presencia de fracturas de contracción concentradas principalmente en la última capa del enlucido. La composición de la carga está constituida por minerales de origen granítico y fragmentos de calizas, areniscas, esquistos y granitoides, además de restos de bivalvos y en algún caso (i) fragmentos cerámicos.



Referencia	Calidad	Distrib. de los granos	Granulometría	Minerales		Fragmentos de rocas						Otros	Dosificación	Porosidad
				Qtz.	Ort.	Alb.	Cc	Cal.	Esq.	Gran.	Are.			
a	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular seriada (muy fina a gruesa)	x	x				x	x	x		1:1	Media
b	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular seriada (muy fina a gruesa)	x	x				x			Plag.	1:3	Media
c	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular no seriada: media y gruesa	x	x	x		x	x		x	Frag. Bi-valvos	1:6	Media
d	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular seriada: fina a gruesa	x	x	x		x	x		x		1:6	Media
e	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular no seriada: media y gruesa	x	x	x		x	x	x		Frag. Bi-valvos	1:3	Media-alta
f	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular no seriada: fina y media	x	x			x			x	Frag. Bi-valvos	1:3	Baja
g	Acabado fino	Homogénea						x	x	x	x	Frag. Bi-valvos	1:6	Media
h	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular no seriada: fina y gruesa	x	x		x	x					1:3	Baja
i	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular no seriada: media y muy gruesa	x	x		x	x	x		x	Frag. Cerámica	1:3	Media-alta
j	Acabado fino	Homogénea	Heterogranular no seriada: muy fina y gruesa	x				x	x	x		Frag. Bi-valvos	1:3	Baja

Clave. Qtz: cuarzo Ort: ortosa Alb: albita Cc: calcita Cal: calizas Esq: esquistos Gran: granitoides Are: areniscas

Tabla 2. Caracterización textural y mineralógica de los estucos mediante POM.

### Estudio detallado de la estratigrafía de las secciones mediante SEM-EDS

Aunque es posible hacer un estudio de la estratigrafía de las secciones mediante POM, la utilización del SEM-EDS nos permite realizar una descripción mucho más detallada, a menor escala de trabajo. En la figura 16, por ejemplo, se puede observar la superposición de 3 capas, mientras que en la figura 17 es posible distinguir hasta 5 capas.

El principal conocimiento que tenemos sobre el proceso de elaboración de las pinturas murales de época romana proviene de las escasas fuentes textuales de autores contemporáneos como Plinio y Vitrubio. Según estos tratados, la pintura mural está compuesta por una capa preparatoria (*tectorium*) compuesta a su vez por tres o más (hasta 6) capas: empezando por la pared, primero está el *arricio*, constituido por tres capas



Fig. 16. Microfotografía de la muestra b en modo de polarizadores cruzados a 4 aumentos.

de cal y arena, y después el *intonaco*, compuesta por tres capas más de cal o polvo de mármol. La pintura se extendía sobre el *tectorium* aún húmedo.



Referencia	Num. Capas	Descripción
a	2	mortero de base
b	5	mortero de base, dos capas de preparación y dos capas pictóricas
c	3	mortero de base, capa de preparación y capa pictórica
d	4	mortero de base, capa de preparación y dos capas pictóricas
e	3	mortero de base, capa de preparación y capa pictórica
f	5	mortero de base, dos capas de preparación y dos capas pictóricas
g	3	mortero de base, capa de preparación con fracturas de contracción y capa pictórica
h	4	mortero de base, dos capas de preparación y capa pictórica
i	4	mortero de base, dos capas de preparación y capa pictórica
j	4	mortero de base, dos capas de preparación y capa pictórica

Tabla 3. Estratigrafía de las secciones. Relación de capas.

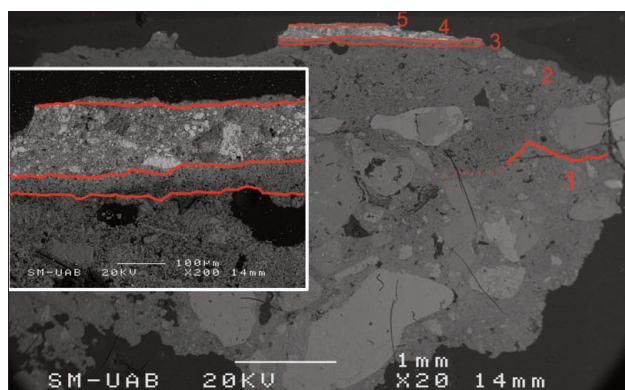


Fig. 17. Imágenes SEM-EDS de la muestra b en modo de electrones retrodispersados a X20 y X200. En la fotografía se puede apreciar la superposición de hasta 5 capas. De abajo a arriba: 1. Mortero de base; 2 y 3. Capas de preparación; 4. Capa pictórica de color rojizo constituida por una mezcla de óxido de Fe y Pb; 5. Capa pictórica blanca formada por carbonato cálcico.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio (Tabla 3), se han definido un máximo de 5 capas de preparación, por lo que consideramos que no se siguieron las pautas definidas en los tratados clásicos para la elaboración de éstas pinturas.

#### IV. CONCLUSIONES

Los resultados preliminares obtenidos sugieren que se empleó una paleta con presencia de minerales de origen local. El color rojo está principalmente compuesto por hematites -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; el amarillo está compuesto básicamente por óxidos

de hierro como la goethita -  $\text{FeO}(\text{OH})$  y los blancos se elaboraron con calcita ( $\text{CaCO}_3$ ). No ha sido posible definir con exactitud la naturaleza de los pigmentos de color verde y de color negro con las técnicas utilizadas. En el caso del color verde, los análisis SEM-EDX detectan Al, Si y Fe (que podrían indicar la presencia de tierras verdes). En referencia al color negro, los resultados parecen indicar que tenga un origen orgánico.

Por otro lado, se ha detectado la presencia de plomo en algunas muestras (e y g) que podría indicar o bien la utilización del rojo de plomo (*minium*) o bien la utilización del blanco de plomo (*cerussa*). Ninguno de estos compuestos ha sido detectado mediante XRD.

Actualmente se está realizando un estudio más detallado en orden a determinar la naturaleza de los colores verdes y grises y el significado que tiene la presencia del Pb en algunas muestras.

Aunque la presencia de las tonalidades rojizas es muy amplia, cabe denotar la ausencia de pigmentos rojos más caros como el *minium cinnabaris* o el *caput mortum*, que se encuentran en otras pinturas romanas de Cataluña (como en la decoración parietal del *castellum* de Can Tacó-Turó d'en Roïna s. II a. C., o la Nemesis del anfiteatro de Tarraco s. III d. C. (Pocostales 2008)) y en otros lugares de España (Villa y Edwards 2005; Domínguez-Bella 2004 y Edreira *et al.* 2004.)

En cuanto a los morteros utilizados en el estucado, podríamos decir que todos ellos son de cal. El estudio de éstos, ha puesto de manifiesto la existencia de morteros de diferente granulometría aplicados en capas superpuestas. En general podríamos afirmar que se trata de morteros bien preparados, con una dosificación 1:3, granulometría heterogénea seriada (de fina a gruesa) distribuida homogéneamente y porosidad de baja a media.

Según los resultados obtenidos, parece que se utilizaron diversos procesos de elaboración radicando en su funcionalidad o momento de fabri-

cación, pero que en ningún caso se sigue exactamente el proceso de elaboración de pintura mural descrita por los autores clásicos.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido financiado por una Ayuda de alcance local y comarcal (2009 ACOM 00017) del Comisionado para Universidades e investigación del DIUE de la Generalitat de Cataluña. A.Pitarch disfruta de una beca FPU del Ministerio de Ciencia e Innovación (ref. AP2006-4591).

## BIBLIOGRAFÍA

- BONIZZU, L.; CAGLIO, S.; GALLI, A.; POLDI, G. 2008: "A non invasive method to detect stratigraphy, thicknesses and pigment concentration of pictorial multilayers based on EDXRF and vis-RS: in situ applications". *Applied Physics A* 92 (1): 203-210.
- DESNICA, V.; SKARIC, K.; JEMBRIH-SIMBUERGER, D.; FAZINIC, S.; JAKSIC, M.; MUDRONJA, D.; PAVLICIC, M.; PERANIC, I.; SCHREINER, M. 2008: "Portable XRF as a valuable device for preliminary in situ pigment investigation of wooden inventory in the Trski Vrh Church in Croatia". *Applied Physics A* 92 (1): 19-23.
- DOMÍNGUEZ BELLA, S. 2004: "Pinturas murales romanas en la neápolis gaditana (Cádiz). Análisis de pigmentos minerales y caracterización de estucos". *Avances en Arqueometría* 2003: 201-207.
- EDREIRA, M.C.; FELIU, M.J.; FERNÁNDEZ-LORENZO, C.; MARTÍN, J. 2003: "Spectroscopic analysis of roman wall paintings from Casa del Mitreo in Emerita Augusta, Mérida, Spain". *Talanta* 59 (6): 1117-1139.
- GIL, M.; CARVALHO, M.L.; SERUYA, A.; RIBEIRO, ALVES, P.; GUILLERME, A.; CAVACO, A.; MIRAO, J.; CANDEIAS, A.E. 2008: "Pigment characterization and state of conservation of an 18th century fresco in the Convent of S. Antonio dos Capuchos (Estremoz)". *X-Ray Spectrometry*, 37: 328-337.
- GUITART, J. 2006: "Iluro, Baetulo and Iesso and the establishment of the Roman town model in the territory of present-day Catalonia". En L. Abad; S. Keay y S. Ramallo (eds.): *Early roman towns in Hispania Tarraconense (2nd century BCE to 1st century AD)*, Portsmouth, Rhode Island, USA, Journal of Roman Archaeology, (Journal of Roman Archaeology; Supplementary series, 62).
- MAZZOCHIN, G.A.; ORSEGA, E.F.; BARALDI, P. y ZANNINI, P. 2006: "Aragonite in roman wall paintings of the VIII<sup>a</sup> Regio, Aemilia, and X<sup>a</sup> Regio, Venetia et Histria". *Annali di Chimica*, 96: 377-387.
- PLINIO, 1952: *Historia Natural*; Traducido por J. Cantó; S. González; I. Gómez y E. Tarriño. Ediciones Cátedra, Madrid.
- POCOSTALES, L. 2008: *Estudi de la metodologia de recerca per pintura mural romana. La Nemesis de l'amfiteatre de Tarraco*. Tesina del DOCTORAT Interuniversitari d'Arqueologia Clàssica (UAB-URV).
- RAPP, G. 2009: "Pigments and Colorants". En HERRMANN, B. & WAGNER G.A. (Series Eds.) *Archaeomineralogy*, 2nd ed., *Natural Science in Archaeology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 201-221.
- SCOTT, D.A.; WARMLANDER, S.; MAZUREK, J.; QUIRKE, S. 2009: "Examination of some pigments, grounds and media from Egyptian cartonnage fragments in the Petrie Museum, University College London". *Journal of Archeological Science* 36 (3): 923-932.
- SIDDAL, R. 2006: "Not a day without a line drawn: Pigments and painting techniques of Roman Artists". In *Focus magazine: the proceedings of the Royal Microscopical Society* 2: 18-31.
- SOTIROPOULOU, S.; DANIILIA, S.; MILLAN, C.; ROSI, F.; CARTECHINI, L.; PAPANIKOLA-BARKIRTZIS, D. 2008: "Microanalytical investigation of degradation issues in Byzantine wall paintings". *Applied Physics A* 92 (1): 143-150.
- VILLA, S.E.J. y EDWARDS, H.G.M. 2005: "An extensive colour palette in Roman villas in Brugos, Northern Spain: a Raman spectroscopic analysis". *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 382:283-289
- VITRUBIO, M.P. 1980: *Los diez libros de la arquitectura*. Editorial Iberia Barcelona.