

Análisis de pigmentos parietales de Arte Levantino de los abrigos del “Cingle de la Mola Remigia” (Barranco de la Gasulla, Castellón)

C. Roldán ^(a), V. Villaverde ^(b), I. Ródenas ^(a), E. López ^(b, c), I. Domingo ^(b, d), S. Murcia ^(a), R. Martínez ^(e), P. Guillem ^(e),

^(a) Instituto de Ciencia de Materiales de la Universidad de Valencia. C/ Catedrático José Beltrán, 2, 46980-Paterna, Valencia. (clodoaldo.roldan@uv.es)

^(b) Departamento de Prehistoria y Arqueología. Universidad de Valencia, Avda. Blasco Ibáñez, 24, 46010-Valencia. (valentin.villaverde@uv.es)

^(c) Investigadora Postdoctoral CNRS. UMR 5608 TRACES-CREAP. Université de Toulouse Le Mirail, France.

^(d) Profesora de Investigación ICREA, Departament de Prehistòria, H^a Antiga i Arqueologia/SERP. Universitat de Barcelona. Montealegre, 8; 08001-Barcelona.

^(e) Instituto Valenciano de Conservación y Restauración (IVCR). C/ Genero Lahuerta nº25-3^o. 46010-Valencia.

PALABRAS CLAVE: espectrómetro portátil EDXRF, análisis no destructivos “in situ”, pigmentos rupestres, Arte Levantino

RESUMEN:

El Arte Levantino constituye una manifestación gráfica prehistórica de elevado valor arqueológico y patrimonial. Se localiza en la vertiente mediterránea Ibérica, en abrigos rocosos abiertos y, por tanto, expuestos a la acción de los agentes atmosféricos, ambientales y antrópicos. Las imágenes conservadas en las paredes rocosas, degradadas por el paso del tiempo, exigen un proceso de identificación y caracterización de la materia prima colorante utilizada y constituye un elemento de primer orden para conocer los pigmentos, las posibles vinculaciones con el entorno geológico próximo y determinar semejanzas o discrepancias entre las manifestaciones pictóricas de diferentes épocas y yacimientos.

En este trabajo abordamos la caracterización, *in situ* y no destructiva, de los pigmentos parietales de los abrigos del “Cingle de la Mola Remigia” mediante análisis EDXRF con espectrómetro portátil. Entre los resultados obtenidos cabe destacar que los pigmentos rojos se elaboraron con materia prima integrada, básicamente, por óxidos de hierro, identificando en ellos elementos traza (Mn, Pb, As) que permiten discriminar entre materias primas y postular su uso mencionado en mezclas para conseguir variaciones cromáticas. Durante el estudio se analizó una figura antropomorfa, no documentada anteriormente, ejecutada pigmentos negros asociados al uso de carbón.

1. Introducción:

El Cingle de la Mola Remigia, situado en el Barranco de La Gasulla (Ares del Maestre, Castellón), abarca un conjunto de 10 abrigos o cavidades producidos por los efectos de la erosión natural sobre formaciones de roca calcárea del cretáceo. Estos diez abrigos presentan manifestaciones de arte parietal con la temática característica del Arte Rupestre Levantino. A parte de acciones puntuales orientadas a la documentación gráfica de los motivos y a la gestión y protección de los abrigos con puertas y muro que cierran el acceso por la parte oriental, hasta el momento actual las acciones relacionadas con el análisis, conservación y restauración de este patrimonio pictórico son prácticamente inexistentes.

Los abrigos del Cingle están y han estado sometidos a un continuo desequilibrio dinámico de tipo geológico que, unido a las extremas condiciones climáticas propias de un clima continental con secuencias pluviométricas y eólicas excepcionales, ha provocado la alteración de los pigmentos de las figuras parietales. Entre los principales factores que afectan al estado de conservación de los pigmentos hay que señalar: la exfoliación de la superficie rocosa acompañada por desconchados y desprendimientos asociados a diversos factores (ambientales, físicos, químicos, biológicos,...); los procesos de infiltración de agua con aporte de cargas minerales que se producen en el seno de un *karst* muy abierto; la acción hidromecánica parietal que desencadena un proceso de lavado con la consiguiente formación de coladas superficiales; la lenta erosión de las capas parietales más externas como consecuencia de los agentes meteorológicos (viento, lluvia, hielo, ...); las alteraciones asociadas a agentes biológicos como líquenes, hongos, plantas, fauna, etc. Estos factores, aparte de afectar a la integridad de los motivos pictóricos, son causa de su despigmentación progresiva y, por tanto, deben ser tenidos en cuenta a la hora de efectuar un estudio analítico de carácter no destructivo como el que presentamos.

Abordamos aquí el estudio de la composición elemental de los pigmentos en una selección de motivos pictóricos de estos abrigos y partiendo de dos premisas básicas: el análisis *in situ*, desplazando el equipo analítico hasta donde se ubican las pinturas rupestres, y el análisis *no destructivo*, sin alterar la integridad de los motivos pictóricos. La colaboración multidisciplinar entre el Instituto de Ciencia de los Materiales de la Universitat de València (ICMUV), el Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universitat de València y el Instituto Valenciano de Conservación y Restauración (IVCR) ha permitido la caracterización físico-química de este arte parietal proporcionando datos de interés para la comprensión del proceso de elaboración que perfilarán un futuro plan de actuación basado en la detección de elementos diferenciales en determinados motivos y en su estado de conservación.

Este trabajo constituye la primera aproximación analítica a los pigmentos parietales de los abrigos del Cingle de la Mola Rimigia mediante fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (EDXRF), técnica no-destructiva que, con la utilización de equipos portátiles (Cesareo et al., 2008, Roldán et al., 2010; Roldán et al., 2013), ha permitido realizar los análisis *in situ* sin precisar de toma de muestras.

2. Material y métodos:

El conjunto de arte parietal del Cingle de la Mola Remigia se encuentra situado a 900 m de altura en el margen derecho del barranco de *La Gassulla*, una profunda garganta flanqueada por laderas escarpadas situadas en el término de Ares del Maestre, en el N.O. de la provincia de Castellón. Los diez abrigos, numerados del I al X (el I corresponde al más occidental y el X al más oriental), se encuentran al pie del paredón que corona el barranco por su parte norte. Los abrigos fueron descubiertos en 1934 por M. Fabregat y G. Espresati, y los primeros calcos de las figuras del Cingle fueron realizados por H. Breuil, pero causas ajenas a su voluntad le obligaron a interrumpir su labor, que reemprendió posteriormente J. Ripoll. El censo de figuras arroja más de 300 representaciones agrupadas en composiciones cinegéticas, faunísticas, grupos de cazadores con arco, antropomorfos, figuras femeninas, un jinete y otras figuras y trazos de difícil catalogación (Ripoll, 1963; Porcar, 1969).

De los diez abrigos que integran el conjunto del Cingle de la Mola Remigia se han seleccionado para su estudio los abrigos III, VI, VIII, IX y X, que presentan motivos pictóricos con condiciones óptimas para realizar un estudio analítico, preliminar y representativo, de este conjunto parietal. En los cinco abrigos citados se han seleccionado 56 motivos, de los cuales 32 son representaciones antropomorfas, 16 zoomorfas y 8 indeterminados. De estos 56 motivos solamente 1 motivo fue realizado con pigmentos negros y los 55 restantes fueron realizados con pigmentos rojos que presentan diferentes grados de saturación cromática con tonalidades que van desde el rojo claro al rojo violáceo más oscuro. La apreciación cromática visual de los pigmentos está a menudo condicionada por diversos factores de alteración (climáticos, geológicos, biológicos,...) y, principalmente, por la presencia de pátinas o depósitos

superficiales. En total, se han realizado 131 análisis puntuales no destructivos mediante EDXRF, de los cuales 91 corresponden a pigmentos y 40 al soporte parietal sobre el que se pintaron los motivos.

Los espectros EDXRF fueron registrados "in situ" directamente mediante un espectrómetro portátil (Roldán et al., 2010) integrado por un tubo de rayos-X miniaturizado con ánodo de transmisión de plata que puede operar hasta 30 kV y 0.1 mA, y un detector de semiconductor Si-PIN con una resolución en energía de 180 eV (FWHM @ 5.9 keV). Estos elementos se disponen sobre un soporte mecánico diseñado para permitir desplazamientos XYZ y configurar la geometría angular entre tubo, muestra y detector (Fig. 1). Un generador eléctrico de corriente alterna de 600 W de potencia, alimentado por gasolina, fue utilizado como fuente de alimentación durante las medidas.



Figura 1: Espectrómetro EDXRF portátil. (Foto de os autores)

Los análisis se efectuaron con incidencia normal del haz de rayos-X sobre la muestra y manteniendo el detector a un ángulo de 45° respecto a dicha normal y con un tiempo de excitación-detección de 200 s. La distancia mantenida entre muestra y detector fue de unos 2 cm. Un colimador de aluminio, situado a la salida del tubo, proporciona un área de irradiación de 5 mm de diámetro sobre la muestra. En cada uno de los puntos analizados se han identificado los elementos mayoritarios, minoritarios y elementos traza (Si, S, K, Ca, Ti, Mn, Fe, As, Pb y Sr) presentes mediante el código PyMCA (Solé et al., 2007). Las áreas netas de las líneas de fluorescencia, calculadas mediante el citado código, se han dividido por el área total del espectro con objeto de normalizar los posibles efectos de la geometría tubo-muestra-detector y las fluctuaciones de la intensidad de corriente del tubo de rayos-X.

Análisis previos del soporte parietal de abrigos del entorno de la Valltorta-Gassulla realizados mediante XRD y EDXRF indican la presencia superficial de sulfatos y carbonatos de calcio y óxidos de hierro (Roldán et al., 2010), lo cual concuerda con la alta intensidad de los picos de fluorescencia del calcio y azufre en los espectros EDXRF de Cingle y con la presencia, como elemento minoritario, del hierro en los espectros del soporte. Analíticamente, podemos considerar la presencia de una pátina superficial de compuestos de azufre y calcio sobre el motivo pictórico que, a su vez, se superpone sobre la pared caliza. Puesto que los rayos-X que inciden sobre la zona de interés tienen suficiente energía para atravesar la capa pictórica de una figura, los análisis EDXRF se realizaron registrando espectros de zonas coloreadas y espectros de soporte parietal libres de decoración para identificar, mediante una comparación cualitativa, los elementos asociados a la capa pictórica y al soporte parietal, respectivamente (Ferrero et al., 1999; Sanoit et al., 2005; Roldán et al. 2010; Roldán et al., 2013).

3. Resultados y discusión:

3.1. Análisis EDXRF de los motivos del abrigo III:

Se han analizado 6 motivos pictóricos, 5 de los cuales están realizados con pigmento rojo: III-5a (antropomorfo), III-7 (cáprido), III-7b (cáprido), III-8 (antropomorfo) y III-9 (antropomorfo). El sexto motivo corresponde a un motivo negro, no documentado hasta la fecha, que representa a un arquero con penacho y que se ha designado como motivo III-nd. Se han registrado un total de 15 espectros EDXRF, de los cuales 8 corresponden a los motivos rojos, 2 al motivo negro y 5 a la pared caliza del abrigo en zonas sin decoración.

En la Tabla I presentamos los códigos de identificación de los puntos analizados, junto con el color y las áreas normalizadas de los elementos detectados a partir de los análisis de fluorescencia. Los análisis XRF muestran que S, Ca y Fe son los elementos mayoritarios, tanto en los pigmentos rojos como en el pigmento negro y en el soporte parietal, siendo en este último caso indicativos de una piedra caliza. El elemento clave para la identificación de los pigmentos rojos es el Fe y por tanto podemos afirmar que se trata de una materia prima compuesta por óxidos de hierro que también puede incluir otros elementos normalmente hallados en las tierras rojas.

En el motivo III-nd, realizado con pigmento negro, los espectros de los puntos de análisis del pigmento negro y del soporte son indistinguibles (Fig. 2). Puesto que la técnica de análisis XRF no permite la identificación de elementos ligeros como el carbono, la conclusión más probable que se deriva de la similitud de los espectros del motivo III-nd y del soporte es que la materia prima del pigmento negro sea un carbón vegetal, descartando el uso de negro de hueso o de óxidos de manganeso, ya que no se ha detectado la presencia de P ni de Mn, elementos ligados a estos materiales.

Punto	Motivo	Pigmento	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	As	Sr	Pb
CIN 128	III-5a	Rojo	1,26E-03	8,56E-02	5,64E-03	4,33E-01	6,71E-04	n.d.	3,83E-02	n.d.	2,98E-03	n.d.
CIN 129	III-5a	Rojo	1,97E-03	9,80E-02	6,74E-03	3,50E-01	1,17E-03	n.d.	2,93E-02	n.d.	4,07E-03	n.d.
CIN 117	III-7	Rojo	2,47E-03	9,05E-02	5,16E-03	3,44E-01	1,38E-03	n.d.	9,73E-02	n.d.	2,41E-03	n.d.
CIN 118	III-7	Rojo	2,56E-03	9,60E-02	6,55E-03	3,52E-01	2,22E-03	n.d.	6,11E-02	n.d.	2,23E-03	n.d.
CIN 124	III-7b	Rojo	1,65E-03	9,03E-02	4,30E-03	4,12E-01	3,38E-04	n.d.	1,73E-02	n.d.	2,74E-03	n.d.
CIN 120	III-8	Rojo	1,76E-03	1,19E-01	5,10E-03	3,53E-01	8,18E-04	n.d.	3,12E-02	n.d.	3,25E-03	n.d.
CIN 121	III-8	Rojo	2,45E-03	1,04E-01	5,37E-03	3,74E-01	1,50E-03	n.d.	3,43E-02	n.d.	2,95E-03	n.d.
CIN 122	III-9	Rojo	2,19E-03	8,80E-02	6,09E-03	3,09E-01	1,59E-03	n.d.	1,03E-01	n.d.	2,77E-03	n.d.
CIN 125	III-nd	Negro	2,09E-03	7,51E-02	5,44E-03	4,18E-01	1,01E-03	n.d.	1,91E-02	n.d.	3,45E-03	n.d.
CIN 126	III-nd	Negro	1,08E-03	7,79E-02	3,93E-03	3,66E-01	7,75E-04	n.d.	1,57E-02	n.d.	3,61E-03	n.d.
CIN 130	Soporte		1,10E-03	8,19E-02	2,68E-03	4,97E-01	3,44E-04	n.d.	7,46E-03	n.d.	2,50E-03	n.d.
CIN 119	Soporte		1,76E-03	9,90E-02	5,03E-03	3,75E-01	1,33E-03	n.d.	2,24E-02	n.d.	2,85E-03	n.d.
CIN 123	Soporte		2,06E-03	8,63E-02	5,17E-03	4,25E-01	1,01E-03	n.d.	1,32E-02	n.d.	2,96E-03	n.d.
CIN 131	Soporte		1,68E-03	7,84E-02	4,22E-03	4,27E-01	3,48E-04	n.d.	1,42E-02	n.d.	2,44E-03	n.d.
CIN 132	Soporte		1,30E-03	9,93E-02	4,82E-03	3,99E-01	8,93E-04	n.d.	1,65E-02	n.d.	3,96E-03	n.d.

Tabla I: Valores de las áreas netas normalizadas de las líneas de fluorescencia de los elementos detectados, mediante EDXRF, en los pigmentos de los motivos del abrigo III. Todas las áreas calculadas corresponden a la línea de fluorescencia KL3 del elemento correspondiente salvo en el plomo, que corresponde a la línea L3M5. (Nomenclatura: CIN xxx indica el punto de análisis; III-x indica el motivo x del abrigo III; n. d. = no detectado)

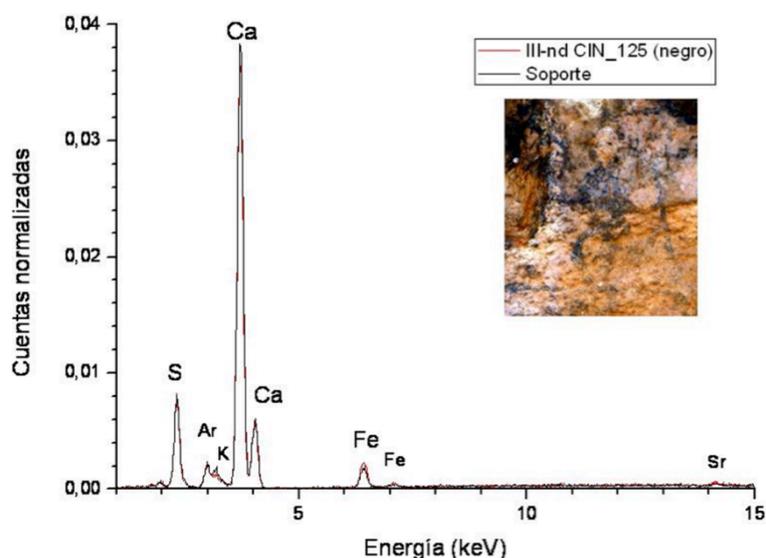


Figura 2: Espectro EDXRF del arquero negro del abrigo III. (Foto: E. López)

3.2. Análisis EDXRF de los motivos del abrigo VI:

El conjunto pictórico analizado en este abrigo comprende 4 motivos con representaciones de antropomorfos identificados como VI-1, VI-4, VI-5 y VI-9 y un círculo esquemático identificado como VI-30. Los 5 motivos están realizados con pigmento rojo cuyas tonalidades van del anaranjado al violáceo. Se realizaron 15 análisis EDXRF, 10 de los cuales corresponden a los pigmentos y 5 a los soportes parietales en zonas sin pigmento.

En la Tabla II se indican los códigos de identificación de los puntos analizados, y las áreas normalizadas de los elementos detectados a partir de los análisis EDXRF. Los motivos pictóricos del abrigo VI se realizaron con pigmento rojo, cuyo elemento más representativo, según indican los análisis EDXRF, es el hierro, por lo que podemos inferir que se utilizaron óxidos de hierro como materia prima del pigmento. No obstante, se han encontrado diferencias en la materia prima utilizada. Los datos consignados en la Tabla II indican la presencia de trazas de plomo en el arquero rojo del motivo VI-1, elemento que no se ha detectado en el resto de pigmentos analizados en el abrigo. En la Fig. 3 comparamos los espectros EDXRF de los motivos VI-1, VI-4 y del soporte, pudiendo observar claramente que, además de las diferentes intensidades de las líneas de fluorescencia, la diferencia en la composición elemental de estos tres puntos de análisis estriba en que solo el motivo VI-1 presenta pequeñas cantidades de Pb.

Punto	Motivo	Pigmento	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	As	Sr	Pb
CIN 76	VI-1	Rojo	1,05E-03	3,36E-02	6,15E-03	2,63E-01	1,02E-03	n.d.	1,96E-01	n.d.	1,22E-03	3,05E-03
CIN 77	VI-1	Rojo	1,56E-03	5,03E-02	6,97E-03	3,67E-01	1,08E-03	n.d.	9,53E-02	n.d.	1,97E-03	1,56E-03
CIN 78	VI-1	Rojo	1,11E-03	3,47E-02	5,79E-03	3,01E-01	5,92E-04	n.d.	1,63E-01	n.d.	1,62E-03	2,90E-03
CIN 74	VI-4	Rojo	1,07E-03	4,26E-02	6,98E-03	2,73E-01	6,13E-04	n.d.	1,75E-01	n.d.	1,95E-03	n.d.
CIN 80	VI-4	Rojo	1,27E-03	4,47E-02	5,58E-03	3,10E-01	8,72E-04	n.d.	1,44E-01	n.d.	1,71E-03	n.d.
CIN 81	VI-5	Rojo	1,60E-03	5,09E-02	7,06E-03	4,10E-01	8,06E-04	n.d.	5,52E-02	n.d.	1,62E-03	n.d.
CIN 82	VI-5	Rojo	1,23E-03	4,87E-02	7,00E-03	4,33E-01	1,04E-03	n.d.	4,37E-02	n.d.	1,59E-03	n.d.

CIN 72	VI-9	Rojo	9,81E-04	4,41E-02	7,77E-03	4,43E-01	5,82E-04	n.d.	3,66E-02	n.d.	2,49E-03	n.d.
CIN 69	VI-30	Rojo	1,12E-03	6,83E-02	4,87E-03	4,21E-01	1,25E-03	n.d.	3,04E-02	n.d.	2,27E-03	n.d.
CIN 71	VI-30	Rojo	2,21E-03	7,44E-02	6,48E-03	3,76E-01	1,54E-03	n.d.	3,92E-02	n.d.	2,68E-03	n.d.
CIN 79	Soporte		1,40E-03	5,93E-02	8,57E-03	4,41E-01	4,54E-04	n.d.	1,33E-02	n.d.	2,38E-03	n.d.
CIN 75	Soporte		1,45E-03	6,53E-02	8,83E-03	4,21E-01	1,57E-03	n.d.	1,97E-02	n.d.	1,75E-03	n.d.
CIN 83	Soporte		1,54E-03	5,53E-02	8,58E-03	4,42E-01	7,52E-04	n.d.	1,21E-02	n.d.	2,15E-03	n.d.
CIN 73	Soporte		1,38E-03	4,80E-02	8,34E-03	4,55E-01	3,70E-04	n.d.	8,73E-03	n.d.	1,92E-03	n.d.
CIN 70	Soporte		1,36E-03	7,16E-02	5,73E-03	4,09E-01	1,33E-03	n.d.	1,70E-02	n.d.	2,69E-03	n.d.

Tabla II: Valores de las áreas netas normalizadas de las líneas de fluorescencia de los elementos detectados, mediante EDXRF, en los pigmentos de los motivos del abrigo VI. Todas las áreas calculadas corresponden a la línea de fluorescencia KL3 del elemento correspondiente salvo en el plomo, que corresponde a la línea L3M5. (Nomenclatura: ver Tabla I)

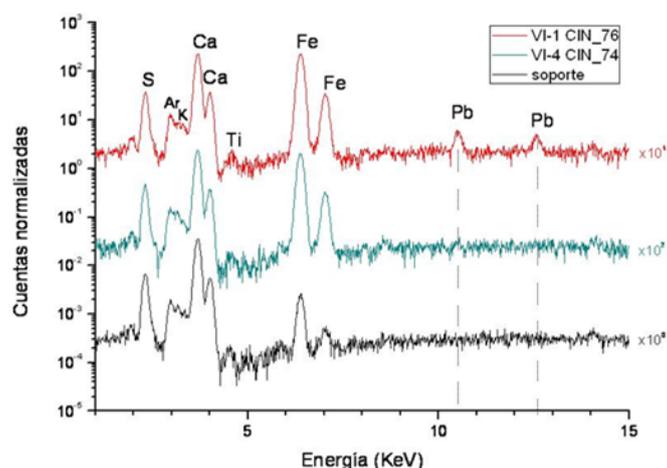


Figura 3: Comparación de espectros EDXRF correspondientes a pigmentos rojos del motivo VI-4, VI-1 y del soporte. Se aprecia la presencia de Pb, como elemento traza, solamente en el pigmento rojo del motivo VI-1 (línea roja)

3.3. Análisis EDXRF de los motivos del abrigo VIII:

Se han seleccionado 16 motivos pictóricos de este abrigo, todos ellos realizados con pigmentos rojos, entre los cuales hay 8 representaciones antropomorfas (VIII-4, VIII-10, VIII-18, VIII-14, VIII-18, VIII-19, VIII-33 y VIII-34b; esta última no documentada con antelación a la publicación de esta monografía), 5 representaciones zoomorfas (VIII-1, VIII-20, VIII-13, VIII-34a y VIII-35) y 3 motivos sin formas identificables (VIII-3, VIII-9 y VIII-11). Los análisis realizados comprenden un total de 33 puntos de análisis, de los cuales 23 corresponden a pigmentos rojos y 10 al soporte calizo.

Las áreas de las líneas de fluorescencia de los elementos identificados en pigmentos y soportes del abrigo VIII se muestran en la Tabla III. Los pigmentos rojos están basados en compuestos de hierro, identificándose materia prima diferenciada en el antropomorfo VIII-33 y en el zoomorfo VIII-20 que está caracterizada por la presencia de impurezas de plomo en el primero y plomo y/o arsénico en el segundo. Los picos de fluorescencia de plomo son apreciables en el motivo VIII-33. Por otra parte, en los puntos analizados del motivo VIII-20, la señal de fluorescencia para la energía correspondiente a la línea L3M5 del Pb y a la línea KL3 del As es tan débil que no nos permite deconvolucionar las señales de estos dos elementos y, por tanto, saber si la impureza es

de plomo o arsénico. Estas señales de plomo o arsénico no se han detectado en el soporte parietal ni en el resto de motivos de este abrigo.

Punto	Motivo	Tipo	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	As	Sr	Pb
CIN 110	VIII-1	Rojo	2,67E-03	4,49E-02	6,20E-03	3,65E-01	1,68E-03	n.d.	1,02E-01	n.d.	1,64E-03	n.d.
CIN 112	VIII-3	Rojo	1,47E-03	5,48E-02	6,19E-03	4,15E-01	7,89E-04	n.d.	7,93E-02	n.d.	2,41E-03	n.d.
CIN 109	VIII-4	Rojo	1,89E-03	5,09E-02	5,55E-03	3,34E-01	1,11E-03	n.d.	1,66E-01	n.d.	1,76E-03	n.d.
CIN 106	VIII-9	Rojo	1,27E-03	7,11E-02	4,62E-03	3,69E-01	4,47E-04	n.d.	1,02E-01	n.d.	2,02E-03	n.d.
CIN 107	VIII-10	Rojo	1,74E-03	4,92E-02	5,29E-03	4,63E-01	1,02E-03	n.d.	4,23E-02	n.d.	1,34E-03	n.d.
CIN 105	VIII-11	Rojo	1,54E-03	7,50E-02	3,98E-03	3,80E-01	3,66E-04	n.d.	1,10E-01	n.d.	2,31E-03	n.d.
CIN 102	VIII-13-14	Rojo	1,46E-03	6,50E-02	5,24E-03	3,63E-01	1,32E-03	n.d.	1,08E-01	n.d.	2,34E-03	n.d.
CIN 103	VIII-13-14	Rojo	1,04E-03	6,03E-02	5,41E-03	3,25E-01	6,41E-04	n.d.	1,45E-01	n.d.	1,68E-03	n.d.
CIN 99	VIII-17	Rojo	1,48E-03	6,62E-02	5,45E-03	4,06E-01	4,45E-04	n.d.	6,61E-02	n.d.	2,13E-03	n.d.
CIN 100	VIII-17	Rojo	1,82E-03	5,78E-02	6,76E-03	4,15E-01	8,77E-04	n.d.	8,63E-02	n.d.	2,19E-03	n.d.
CIN 95	VIII-18-19	Rojo	1,30E-03	1,41E-02	4,41E-03	1,28E-01	1,01E-03	n.d.	1,52E-01	n.d.	1,28E-03	n.d.
CIN 96	VIII-18-19	Rojo	2,13E-03	2,38E-02	4,40E-03	1,86E-01	8,29E-04	n.d.	3,54E-01	n.d.	9,89E-04	n.d.
CIN 97	VIII-18-19	Rojo	1,91E-03	5,43E-02	5,82E-03	2,74E-01	1,70E-03	n.d.	2,06E-01	n.d.	1,96E-03	n.d.
CIN 114	VIII-20	Rojo	4,55E-03	1,43E-02	8,73E-03	3,37E-01	2,16E-03	n.d.	1,85E-01	1,23E-03	2,23E-03	8,07E-04
CIN 115	VIII-20	Rojo	3,23E-03	1,29E-02	8,24E-03	3,51E-01	2,01E-03	n.d.	1,67E-01	9,92E-04	1,82E-03	9,46E-04
CIN 91	VIII-33	Rojo	2,63E-03	2,70E-02	7,98E-03	3,57E-01	1,12E-03	n.d.	1,36E-01	n.d.	1,70E-03	1,11E-03
CIN 92	VIII-33	Rojo	3,08E-03	2,53E-02	7,02E-03	3,69E-01	1,58E-03	n.d.	1,62E-01	n.d.	1,95E-03	4,11E-03
CIN 94	VIII-33	Rojo	4,08E-03	3,89E-02	7,62E-03	4,04E-01	2,04E-03	n.d.	1,07E-01	n.d.	2,48E-03	1,28E-03
CIN 84	VIII-34a	Rojo	1,34E-03	3,89E-02	4,24E-03	2,78E-01	1,09E-03	n.d.	1,91E-01	n.d.	1,90E-03	n.d.
CIN 85	VIII-34a	Rojo	1,28E-03	2,90E-02	3,75E-03	2,75E-01	8,94E-04	n.d.	2,36E-01	n.d.	1,56E-03	n.d.
CIN 86	VIII-34b	Rojo	1,41E-03	7,89E-02	4,80E-03	4,03E-01	5,37E-04	n.d.	7,85E-02	n.d.	2,63E-03	n.d.
CIN 88	VIII-35	Rojo	2,15E-03	4,86E-02	5,47E-03	3,79E-01	1,02E-03	n.d.	8,82E-02	n.d.	2,12E-03	n.d.
CIN 89	VIII-35	Rojo	1,64E-03	4,08E-02	6,06E-03	3,31E-01	1,25E-03	n.d.	1,41E-01	n.d.	2,68E-03	n.d.
CIN 111	Soporte		1,38E-03	6,47E-02	4,78E-03	4,86E-01	7,80E-04	n.d.	1,10E-02	n.d.	2,86E-03	n.d.
CIN 113	Soporte		6,12E-04	4,87E-02	7,71E-03	4,34E-01	4,55E-04	n.d.	1,93E-02	n.d.	2,66E-03	n.d.
CIN 108	Soporte		1,00E-03	8,31E-02	5,26E-03	4,22E-01	7,51E-04	n.d.	2,21E-02	n.d.	2,63E-03	n.d.
CIN 104	Soporte		2,07E-03	5,56E-02	6,40E-03	4,76E-01	1,05E-03	n.d.	1,83E-02	n.d.	2,83E-03	n.d.
CIN 101	Soporte		1,57E-03	6,54E-02	7,00E-03	4,71E-01	1,04E-03	n.d.	2,87E-02	n.d.	3,24E-03	n.d.
CIN 98	Soporte		3,39E-03	7,12E-02	7,40E-03	4,23E-01	1,80E-03	n.d.	3,68E-02	n.d.	3,10E-03	n.d.
CIN 116	Soporte		6,89E-03	2,63E-02	1,60E-02	4,03E-01	4,41E-03	n.d.	7,16E-02	n.d.	3,14E-03	n.d.
CIN 93	Soporte		2,72E-03	7,36E-02	6,56E-03	4,33E-01	1,34E-03	n.d.	3,10E-02	n.d.	2,28E-03	n.d.
CIN 87	Soporte		1,84E-03	6,08E-02	7,85E-03	4,68E-01	1,31E-03	n.d.	2,84E-02	n.d.	2,81E-03	n.d.
CIN 90	Soporte		2,52E-03	3,88E-02	7,61E-03	4,52E-01	1,51E-03	n.d.	2,97E-02	n.d.	2,47E-03	n.d.

Tabla III: Valores de las áreas netas normalizadas de las líneas de fluorescencia de los elementos detectados, mediante EDXRF, en los pigmentos de los motivos del abrigo VIII. Todas las áreas calculadas corresponden a la línea de fluorescencia KL3 del elemento correspondiente salvo en el plomo, que corresponde a la línea L3M5. (Nomenclatura: ver Tabla I)

3.4. Análisis EDXRF de los motivos del abrigo IX:

Los análisis se realizaron sobre 10 motivos pictóricos de los cuales 8 corresponden a representaciones antropomorfas (IX-1, IX-4, IX-7, IX-14, IX-17, IX-34, IX-35 y IX-45) y 2 a zoomorfas (cápridos; IX-20 y IX-24). En total se han registrado 22 espectros EDXRF de los que 14 corresponden a capa pictórica y 8 al soporte calizo. En la tabla IV se muestran las áreas netas normalizadas de los elementos identificados en el abrigo IX. El "key element" de los pigmentos rojos es el Fe, por lo que, también en este caso, podemos considerar la utilización de compuestos de óxidos de hierro como materia prima base.

La presencia de Pb, solamente en algunos de los motivos pictóricos, sugiere la utilización de materias primas diferentes: pigmentos rojos de óxidos de hierro con impurezas/trazas de Pb en los motivos IX-7, IX-20 y IX-24, y pigmentos rojos a base de óxidos de hierro que carecen de este elemento en el resto de motivos del abrigo IX. La hipótesis de que el plomo sea una impureza de la materia prima viene avalada por dos argumentos: a) la correlación existente entre las áreas de la línea de fluorescencia L3M5 del Pb y la línea KL3 del Fe en los puntos de análisis de la capa pictórica en los que se ha detectado la presencia de plomo (Fig. 4), y b) que no se haya detectado plomo en ninguno de los puntos de análisis del soporte parietal de los abrigos del Cingle. Esto nos induce a considerar que el Pb es un elemento asociado a la materia prima de la capa pictórica.

En los análisis EDXRF de las figuras con un color rojo oscuro que vira a violáceo (IX-4, IX-17, IX-35 y IX-45) se ha detectado la presencia de impurezas de manganeso (Tabla IV), lo cual, nos remite a la utilización de materia prima diferenciada del resto de rojos, tanto de los que tienen impurezas de plomo como de los que no.

Punto	Motivo	Pigmento	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	As	Sr	Pb
CIN 47	IX-1	Rojo	8,20E-04	4,78E-02	4,80E-03	3,75E-01	5,55E-04	n.d.	9,21E-02	n.d.	1,80E-03	n.d.
CIN 48	IX-4	Rojo	9,14E-04	2,71E-02	4,92E-03	2,97E-01	4,99E-04	2,45E-03	1,96E-01	n.d.	1,71E-03	n.d.
CIN 50	IX-7	Rojo	1,01E-03	4,32E-02	5,51E-03	3,52E-01	5,88E-04	n.d.	7,56E-02	n.d.	1,96E-03	1,28E-02
CIN 52	IX-7	Rojo	6,94E-04	5,80E-02	6,72E-03	4,08E-01	7,58E-04	n.d.	5,05E-02	n.d.	2,20E-03	4,50E-03
CIN 53	IX-14	Rojo	8,88E-04	5,82E-02	6,11E-03	4,19E-01	4,25E-04	n.d.	3,70E-02	n.d.	2,62E-03	n.d.
CIN 55	IX-17	Rojo	3,93E-04	5,83E-02	5,51E-03	3,49E-01	2,90E-04	1,34E-03	1,03E-01	n.d.	1,93E-03	n.d.
CIN 57	IX-20	Rojo	1,46E-03	6,26E-02	3,78E-03	3,69E-01	6,19E-04	n.d.	4,42E-02	n.d.	2,62E-03	9,69E-03
CIN 58	IX-20	Rojo	1,89E-03	3,54E-02	2,89E-03	2,03E-01	5,78E-04	n.d.	5,90E-02	n.d.	1,83E-03	1,72E-02
CIN 60	IX-24	Rojo	2,78E-03	4,66E-02	4,18E-03	2,56E-01	7,17E-04	n.d.	5,16E-02	n.d.	1,95E-03	1,39E-02
CIN 61	IX-24	Rojo	3,33E-03	7,12E-02	7,51E-03	4,04E-01	9,55E-04	n.d.	2,39E-02	n.d.	2,57E-03	3,20E-03
CIN 62	IX-24	Rojo	3,37E-03	6,77E-02	5,26E-03	4,24E-01	1,35E-03	n.d.	1,77E-02	n.d.	2,81E-03	2,45E-03
CIN 64	IX-34	Rojo	2,39E-03	4,42E-02	6,21E-03	3,95E-01	6,04E-04	n.d.	4,22E-02	n.d.	2,05E-03	n.d.
CIN 65	IX-35	Rojo	1,06E-03	4,40E-02	3,84E-03	3,19E-01	2,75E-04	2,96E-03	1,20E-01	n.d.	1,67E-03	n.d.
CIN 67	IX-45	Rojo	1,39E-03	8,63E-02	4,20E-03	3,09E-01	5,98E-04	1,06E-03	9,79E-02	n.d.	2,57E-03	n.d.
CIN 49	Soporte		1,38E-03	5,58E-02	8,19E-03	4,49E-01	2,05E-04	n.d.	8,03E-03	n.d.	3,03E-03	n.d.
CIN 51	Soporte		1,40E-03	5,58E-02	5,32E-03	4,51E-01	5,20E-04	n.d.	8,88E-03	n.d.	3,06E-03	n.d.
CIN 54	Soporte		1,51E-03	6,14E-02	6,51E-03	4,62E-01	3,62E-04	n.d.	6,17E-03	n.d.	2,70E-03	n.d.
CIN 56	Soporte		9,75E-04	5,96E-02	5,41E-03	4,29E-01	4,05E-04	n.d.	1,04E-02	n.d.	2,92E-03	n.d.
CIN 59	Soporte		2,18E-03	6,30E-02	3,81E-03	4,35E-01	7,43E-04	n.d.	1,09E-02	n.d.	2,42E-03	n.d.

CIN 63	Soporte	2,69E-03	7,98E-02	4,05E-03	4,20E-01	1,21E-04	n.d.	7,19E-03	n.d.	3,11E-03	n.d.
CIN 66	Soporte	2,92E-03	2,01E-03	4,87E-03	5,41E-01	1,22E-03	n.d.	1,36E-02	n.d.	1,86E-03	n.d.
CIN 68	Soporte	3,65E-03	8,23E-03	1,24E-02	4,11E-01	1,67E-03	n.d.	5,41E-02	n.d.	2,78E-03	n.d.

Tabla IV: Valores de las áreas netas normalizadas de las líneas de fluorescencia de los elementos detectados, mediante EDXRF, en los pigmentos de los motivos del abrigo IX. Todas las áreas calculadas corresponden a la línea de fluorescencia KL3 del elemento correspondiente salvo en el plomo, que corresponde a la línea L3M5. (Nomenclatura: ver Tabla I)

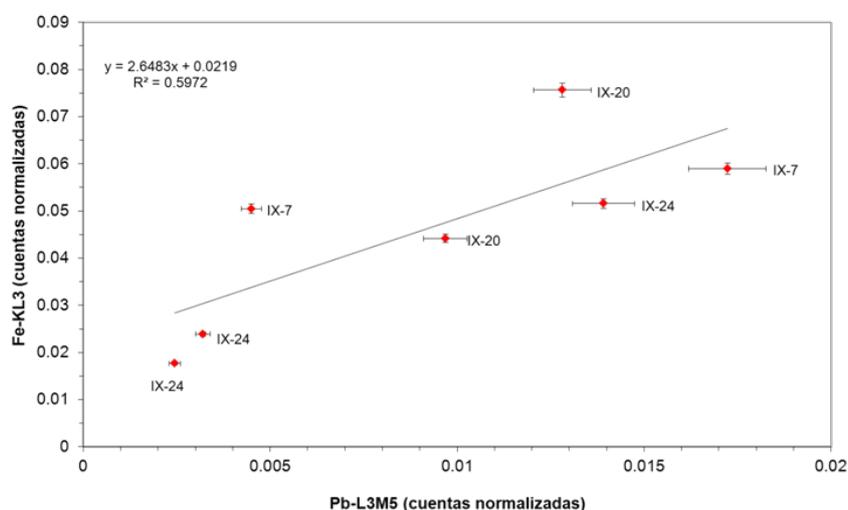


Figura 4: Área neta de la línea de fluorescencia de Fe (KL3) frente al área neta de la línea de fluorescencia de Pb (L3M5) para los motivos IX-7, IX-20 e IX-24 en cuyos pigmentos se ha detectado la presencia de impurezas de plomo en la materia prima

3.5. Análisis EDXRF de los motivos del abrigo X:

En el abrigo X se han seleccionado para su análisis 19 motivos, 8 de los cuales corresponden a representaciones antropomorfas (X-1, X-4a, X-39, X-36, X43b, X-50, X-51 y X-58), 7 a representaciones de zoomorfas (X-9, X-10a, X-7a, X-20, X-46b, X-53 y X-56) y 4 a formas indeterminadas (X-3, X-4, X-5 y X-10b), todos ellos realizados con pigmentos rojos con diferentes grados de saturación cromática. Los análisis EDXRF realizados en los motivos del abrigo X se presentan en la Tabla V, indicando el elemento detectado y las áreas netas normalizadas de las líneas de fluorescencia más intensas. Todos los elementos identificados en los motivos del abrigo X son compatibles con los elementos propios del soporte parietal (S, K, Ca y Sr) y con el uso de pigmentos rojos a base de óxidos de Fe.

Es de destacar la presencia de arsénico (As) como elemento traza en los motivos X-1, X-3, X-4, X-5 y X-10b, lo que sugiere la utilización de una materia prima diferente en su ejecución con respecto al resto de motivos. Este hecho ha permitido diferenciar la materia prima de motivos colindantes o superpuestos: se detecta As en el X-4 (indeterminado) pero no en el motivo X-4 (antropomorfo); igualmente, se detecta As en el motivo X-10b (indeterminado), pero no en el X-10a (zoomorfo). La Fig. 5, en la que se comparan los espectros EDXRF de los motivos X-10b, X-10a y del soporte parietal, refleja claramente las diferencias en la composición elemental de los pigmentos de estos motivos. Así mismo, podemos sugerir que el As es un elemento traza ligado a los óxidos de hierro, ya que encontramos una correlación positiva entre las áreas de fluorescencia de estos dos elementos. La presencia de As como elemento traza en los óxidos de

hierro también ha sido documentada en los análisis EDXRF de los abrigos de Saltadora (Roldán et al., 2010).

Entre los motivos analizados, el X-4antr, el X-7a y el X-36 tienen una tonalidad más oscura que, a simple vista, puede inducir a catalogarla como negra y en la que se ha detectado la presencia de impurezas de Mn (Tabla V) en concentraciones superiores al soporte y al resto de puntos de análisis. Las impurezas de Mn en las tierras rojas son las responsables de matices que oscurecen, por lo que cabe suponer que en este motivo la materia prima es diferente a la utilizada en el resto.

Punto	Motivo	Pigmento	Si	S	K	Ca	Ti	Mn	Fe	As	Sr	Pb
CIN 41	X-1	Rojo	2,19E-03	6,05E-02	2,56E-03	4,00E-01	4,73E-04	n.d.	6,62E-02	1,73E-03	2,26E-03	n.d.
CIN 42	X-1	Rojo	2,10E-03	6,71E-02	4,40E-03	4,27E-01	2,40E-04	n.d.	2,71E-02	3,60E-05	2,31E-03	n.d.
CIN 40	X-3	Rojo	2,98E-03	6,04E-02	5,10E-03	3,09E-01	1,12E-03	n.d.	1,24E-01	2,57E-03	2,19E-03	n.d.
CIN 38	X-4 antro.	Rojo	2,58E-03	5,46E-02	3,56E-03	3,33E-01	5,50E-04	2,14E-03	9,56E-02	n.d.	2,22E-03	n.d.
CIN 35	X-4 ind.	Rojo	2,58E-03	7,63E-02	3,54E-03	4,05E-01	6,10E-04	n.d.	6,30E-02	1,05E-03	2,30E-03	n.d.
CIN 36	X-4 ind.	Rojo	2,64E-03	6,64E-02	3,74E-03	3,39E-01	5,91E-04	n.d.	8,98E-02	2,81E-03	2,02E-03	n.d.
CIN 37	X-4 ind.	Rojo	2,50E-03	6,92E-02	4,79E-03	3,31E-01	9,25E-04	n.d.	8,54E-02	1,76E-03	1,79E-03	n.d.
CIN 32	X-5	Rojo	1,27E-03	4,01E-02	3,47E-03	3,07E-01	1,07E-03	n.d.	1,47E-01	2,39E-03	2,07E-03	n.d.
CIN 33	X-5	Rojo	3,16E-03	4,64E-02	4,82E-03	3,15E-01	1,02E-03	n.d.	1,23E-01	1,98E-03	1,90E-03	n.d.
CIN 29	X-7a	Rojo	2,34E-03	6,54E-02	3,63E-03	3,15E-01	6,89E-04	2,12E-03	1,13E-01	n.d.	1,50E-03	n.d.
CIN 30	X-7a	Rojo	2,24E-03	5,45E-02	3,66E-03	3,27E-01	9,16E-04	2,45E-03	1,23E-01	n.d.	1,88E-03	n.d.
CIN 22	X-9	Rojo	1,46E-03	5,29E-02	5,07E-03	3,25E-01	1,01E-03	n.d.	1,32E-01	n.d.	1,96E-03	n.d.
CIN 23	X-9	Rojo	9,22E-04	2,97E-02	5,44E-03	2,77E-01	9,96E-04	n.d.	1,51E-01	n.d.	2,04E-03	n.d.
CIN 24	X-10a	Rojo	1,81E-03	6,79E-02	4,42E-03	4,01E-01	7,36E-04	n.d.	3,81E-02	n.d.	2,31E-03	n.d.
CIN 25	X-10a	Rojo	1,99E-03	6,89E-02	4,64E-03	3,70E-01	1,19E-03	n.d.	5,13E-02	n.d.	2,18E-03	n.d.
CIN 26	X-10b	Rojo	1,36E-03	4,90E-02	3,50E-03	2,99E-01	8,71E-04	n.d.	1,54E-01	3,43E-03	1,86E-03	n.d.
CIN 27	X-10b	Rojo	2,04E-03	5,91E-02	2,80E-03	2,90E-01	7,12E-04	n.d.	1,54E-01	3,03E-03	1,75E-03	n.d.
CIN 20	X-20	Rojo	1,28E-03	3,30E-02	1,07E-02	1,97E-01	7,06E-04	n.d.	2,88E-02	n.d.	2,29E-04	n.d.
CIN 46	X-29	Rojo	3,10E-03	6,15E-02	3,30E-03	3,65E-01	8,90E-04	n.d.	7,35E-02	n.d.	2,05E-03	n.d.
CIN 43	X-36	Rojo	2,49E-03	3,96E-02	4,90E-03	3,06E-01	1,37E-03	4,66E-03	1,45E-01	n.d.	2,35E-03	n.d.
CIN 44	X-36	Rojo	4,40E-03	1,30E-02	9,32E-03	2,68E-01	2,29E-03	5,88E-03	1,19E-01	n.d.	2,64E-03	n.d.
CIN 17	X-43b	Rojo	1,43E-03	2,68E-02	2,36E-03	1,75E-01	1,50E-03	n.d.	2,77E-01	n.d.	1,87E-03	n.d.
CIN 18	X-43b	Rojo	2,04E-03	4,50E-02	2,86E-03	2,59E-01	1,29E-03	n.d.	1,83E-01	n.d.	1,52E-03	n.d.
CIN 9	X-46d	Rojo	9,91E-04	2,04E-02	2,44E-03	1,54E-01	2,51E-03	n.d.	2,92E-01	n.d.	1,66E-03	n.d.
CIN 10	X-46d	Rojo	1,04E-03	2,09E-02	1,70E-03	1,31E-01	1,22E-03	n.d.	3,12E-01	n.d.	1,70E-03	n.d.
CIN 11	X-46d	Rojo	2,38E-03	3,23E-02	3,52E-03	2,45E-01	2,09E-03	n.d.	1,91E-01	n.d.	2,68E-03	n.d.
CIN 15	X-50	Rojo	2,07E-03	3,89E-02	3,43E-03	3,79E-01	7,11E-04	n.d.	6,86E-02	n.d.	2,79E-03	n.d.
CIN 13	X-51	Rojo	2,66E-03	4,01E-02	2,92E-03	3,28E-01	6,64E-04	n.d.	1,35E-01	n.d.	2,04E-03	n.d.
CIN 6	X-53	Rojo	2,26E-03	6,46E-02	3,44E-03	3,56E-01	9,29E-04	n.d.	1,02E-01	n.d.	2,99E-03	n.d.
CIN 8	X-53	Rojo	2,26E-03	6,56E-02	2,79E-03	3,12E-01	8,41E-04	n.d.	1,17E-01	n.d.	2,58E-03	n.d.
CIN 5	X-56	Rojo	1,63E-03	5,42E-02	4,77E-03	3,31E-01	1,32E-03	n.d.	8,90E-02	n.d.	2,81E-03	n.d.
CIN 1	X-58	Rojo	2,34E-03	4,92E-02	4,87E-03	2,28E-01	2,46E-03	n.d.	1,66E-01	n.d.	2,54E-03	n.d.
CIN 2	X-58	Rojo	1,93E-03	3,29E-02	4,63E-03	1,74E-01	1,51E-03	n.d.	2,36E-01	n.d.	1,92E-03	n.d.
CIN 3	X-58	Rojo	2,98E-03	5,00E-02	3,78E-03	2,55E-01	1,64E-03	n.d.	1,55E-01	n.d.	2,92E-03	n.d.
CIN 39	Soporte		3,38E-03	4,35E-02	5,95E-03	4,24E-01	1,65E-03	n.d.	2,85E-02	n.d.	2,73E-03	n.d.
CIN 34	Soporte		2,74E-03	7,18E-02	4,30E-03	3,97E-01	1,22E-03	n.d.	2,42E-02	n.d.	2,80E-03	n.d.
CIN 31	Soporte		2,82E-03	7,53E-02	4,33E-03	4,13E-01	8,19E-04	n.d.	2,05E-02	n.d.	2,57E-03	n.d.
CIN 28	Soporte		2,88E-03	8,54E-02	3,92E-03	4,05E-01	7,26E-04	n.d.	1,88E-02	n.d.	2,16E-03	n.d.
CIN 21	Soporte		1,91E-03	6,05E-02	3,49E-03	4,67E-01	1,41E-04	n.d.	7,87E-03	n.d.	2,38E-03	n.d.
CIN 45	Soporte		2,61E-03	5,67E-02	6,73E-03	3,96E-01	1,69E-03	1,82E-03	3,71E-02	n.d.	2,79E-03	n.d.
CIN 19	Soporte		2,72E-03	6,55E-02	3,81E-03	4,46E-01	6,48E-04	n.d.	1,98E-02	n.d.	2,68E-03	n.d.
CIN 12	Soporte		4,03E-03	5,87E-02	9,22E-03	3,18E-01	3,24E-03	2,50E-03	6,18E-02	n.d.	3,37E-03	n.d.

CIN 16	Soporte	2,15E-03	3,45E-02	4,26E-03	2,60E-01	1,12E-03	n.d.	1,91E-02	n.d.	2,22E-03	n.d.
CIN 14	Soporte	2,59E-03	3,88E-02	3,99E-03	3,23E-01	7,46E-04	n.d.	2,49E-02	n.d.	2,51E-03	n.d.
CIN 7	Soporte	2,41E-03	7,58E-02	4,23E-03	4,25E-01	6,85E-04	n.d.	1,91E-02	n.d.	2,87E-03	n.d.
CIN 4	Soporte	2,68E-03	5,87E-02	3,37E-03	4,60E-01	5,54E-04	n.d.	1,27E-02	n.d.	2,65E-03	n.d.

Tabla V: Valores de las áreas netas normalizadas de las líneas de fluorescencia de los elementos detectados, mediante EDXRF, en los pigmentos de los motivos del abrigo X. Todas las áreas calculadas corresponden a la línea de fluorescencia KL3 del elemento correspondiente salvo en el plomo, que corresponde a la línea L3M5. (Nomenclatura: ver Tabla I)

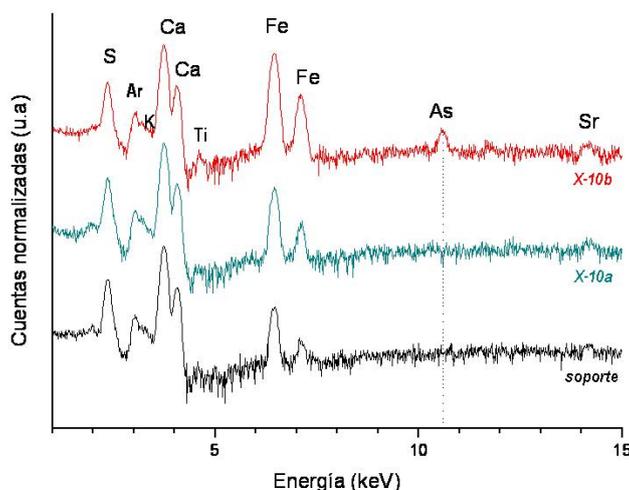


Figura 5: Espectros EDXRF de los motivos X-10a, X-10b y de soporte. Se diferencian en la presencia de As, únicamente detectado en el motivo X-10b

4. Conclusiones:

El análisis in situ y no destructivo, mediante un espectrómetro EDXRF portátil, ha permitido la caracterización de los pigmentos 56 motivos pictóricos parietales seleccionados en los abrigos III, VI, VIII, IX y X del Cingle de la Mola Remigia. Se han detectado, en todos los análisis efectuados, la presencia de S, Ca y Fe como elementos mayoritarios y Si, K, Ti, y Sr como elementos minoritarios y/o trazas. Además se ha detectado la presencia de trazas de Mn, As y Pb en algunos motivos, lo que nos induce a postular el uso de diferentes materias primas en su realización.

El único pigmento negro analizado corresponde al motivo III-nd y presenta un espectro EDXRF que permite asociarlo al uso de un carbón vegetal.

Todos los motivos rojos han sido realizados con pigmentos a base de óxidos de hierro, entre los que cabe diferenciar:

Pigmentos en los que no se detectan elementos traza discriminantes entre la capa pictórica y el soporte calizo. Estos corresponden a la mayoría de los pigmentos analizados.

Pigmentos en los que se detecta el Pb como elemento discriminante entre pigmentos: se han identificado en los motivos VI-1, VIII-20, VIII-33, IX-7, IX-20 y IX-24.

Pigmentos en los que se detecta el As como elemento discriminante entre pigmentos: se han identificado en los motivos X-1, X-3, X-4ind, X-5 y X-10b.

Pigmentos en los que se detecta el Mn como elemento discriminante entre el pigmento y el soporte calizo: se han identificado en los motivos IX-4, IX-17, IX-35 y IX-45, y en los motivos pictóricos X-4a, X-7a y X-36. Todos ellos presentan una tonalidad roja más oscura que puede estar asociada a la presencia de Mn.

AGRADECIMIENTOS:

Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación (proyecto HAR2011-24878) y la Generalitat Valenciana (proyecto Prometeo 2008/165) la financiación recibida. Así mismo, agradecemos a D^a Verónica Alba la ayuda prestada en los análisis de campo.

REFERENCIAS:

Cesareo, R.; Ridolfi, S.; Marabelli, M.; Castellano, A.; Buccolieri, G.; Donativi, M.; Gigante, G.; Brunetti, A.; Rosales, M. *Portable systems for energy dispersive X-ray fluorescence analysis of works of art*. In: Potts, P. J. and West, M. (Ed.), *Portable X-ray fluorescence spectrometry*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2008.

Ferrero, J. L., Roldán C., Navarro E., Ardid M., Marzal M., Almirante J., Ineba P., Vergara J., Mata C. *Applications of the X-ray fluorescence analysis to the cultural patrimony of the Comunidad Valenciana (Spain): painting, metal and paper*. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. Vol. 240, No 2 (1999) 523-528.

Ripoll, E. *Las pinturas rupestres de La Gassulla (Castellón)*. Monografía de Arte Rupestre, «Arte Levantino», n.º 2, Barcelona 1963,

Porcar, J. B. *Las pinturas del Cingle de la Mola Remigia*. *Boletín de la Sociedad Castellonense de Cultura XLV*, 1969, 1-9.

Roldán, C.; Murcia, M.; Ferrero, J.; Villaverde, V.; López, E.; Domingo, I.; Martínez, R.; Guillem, P. *Application of field portable EDXRF spectrometry to analysis of pigments of Levantine rock art*. *X-Ray Spectrometry*, 39, (2010) 243-250

Roldán, C.; Villaverde, V.; Ródenas, I.; Novelli, F.; Murcia, S. *Preliminary analysis of Palaeolithic black pigments in plaquettes from the Parpalló Cave (Gandía, Spain) carried out by means of non-destructive techniques*. *Journal of Archaeological Science*, 40(1) (2013) 744-754.

Sanoit, J; Chambellan, D; Plassard, F.. *Caractérisation in situ du pigment noir de quelques oeuvres pariétales de la Grotte de Rouffignac à l'aide d'un système portable d'analyse par fluorescence X (XRF)*. *Revue d'Archéométrie*, 29, (2005) 61-68

Solé, V. A.; Papillon, E.; Cotte, M.; Walter, P.; Susini, J. *A multiplatform code for the analysis of energy-dispersive X-ray fluorescence spectra*. *Spectrochim. Acta B*, 62, (2007) 63-68 (website: <http://pymca.sourceforge.net/>).